

**DISEÑO DE LA WBS PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DE
LOS PROYECTOS DE HIDROCARBUROS DEL ÁREA DE DESARROLLO DE
NUEVOS CAMPOS DE CEPOLSA**

AMARU SANTIAGO ALOM LÓPEZ MOLANO

RAMIRO PARRA NIÑO

CAMILO ALBERTO REYES JIMÉNEZ

DIEGO VARGAS CORTÉS

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

UNIDAD DE PROYECTOS

**ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE
PROYECTOS**

BOGOTÁ D.C.

2015

**DISEÑO DE LA WBS PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DE
LOS PROYECTOS DE HIDROCARBUROS DEL ÁREA DE DESARROLLO DE
NUEVOS CAMPOS DE CEPOLSA**

AMARU SANTIAGO ALOM LÓPEZ MOLANO

RAMIRO PARRA NIÑO

CAMILO ALBERTO REYES JIMENEZ

DIEGO VARGAS CORTES

TRABAJO DE GRADO

FREDY CARREÑO SÁNCHEZ

Director de Trabajo de Grado

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO

UNIDAD DE PROYECTOS

**ESPECIALIZACION EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE
PROYECTOS**

BOGOTÁ D.C.

2015

Nota de Aceptación

El trabajo de grado “Diseño de la WBS para la estimación de costos y beneficios de los proyectos de hidrocarburos del área de desarrollo de nuevos campos de Cepcolsa”, presentado por Amaru Santiago Alom López Molano, Ramiro Parra Niño, Camilo Alberto Reyes Jiménez y Diego Vargas Cortés; cumple con los requisitos exigidos por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito para optar por el título de especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos

Firma del Director de Trabajo de
Grado
Fredy Carreño Sánchez PMP®

Bogotá, Agosto de 2015

A todas las personas que creyeron en nosotros y a nuestras familias, que soportaron todo el tiempo de ausencia que implicó el desarrollo de este proyecto.

Agradecemos a los profesores de la Especialización en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, particularmente a Fredy Carreño Director de la Especialización en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito y Director del Presente Trabajo de Grado.

Agradecemos a CEPCOLSA, sin cuyo apoyo y acceso a la información no hubiera sido posible desarrollar e implementar el modelo de la WBS.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	8
GLOSARIO	9
RESUMEN EJECUTIVO.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. JUSTIFICACIÓN	15
1.1. PROBLEMÁTICA A RESOLVER, NECESIDADES, EXIGENCIAS Y OPORTUNIDADES.....	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GENERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. MARCO TEÓRICO.....	18
3.1. DEFINICIÓN DE LA WBS	18
3.2. IMPORTANCIA DE LA WBS	19
3.3. CARACTERISITICAS DE LA WBS.....	28
3.4. DICCIONARIO DE LA WBS.....	28
3.5. ELEMENTOS DE LA WBS	30
3.5.1. Componentes.....	30
3.5.2. Paquete de Trabajo (Work Package)	30
3.5.3. Elemento	31
3.5.4. Tipos de elementos	31
3.5.5. Cuenta de Costo “Cost Account”	32
3.5.6. Actividades	32
3.6. DESGLOSE O DESCOMPOSICIÓN	33
3.6.1. La regla del 100%.....	34
3.7. PASOS PARA CREAR UN WBS DE VALOR	34
3.8. ANALISIS COSTO BENEFÍCIO	45
3.8.1. El análisis de los costos	45
3.8.2. El análisis de los costos en el marco de los proyectos.....	46
3.8.3. Los costos a corto plazo.....	48
3.8.4. Los Costos a Largo Plazo	50
3.9. IMPORTANCIA DE LA WBS EN LA REALIZACIÓN DE UN CORRECTO ANALISIS COSTO BENEFICIO.....	51

4. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA WBS Y EL MODELO DE ESTIMACIÓN COSTO BENEFICIO PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CEPCOLSA.....	53
4.1. DESARROLLO DE LA WBS GENERAL PARA LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL ÁREA DE DESARROLLO DE CEPCOLSA.....	55
4.1.1. Procesos realizados en el desarrollo del trabajo	56
4.1.2. Requerimientos corporativos en términos de capacidad y perfiles de producción	59
4.1.3. Requerimientos corporativos en términos de responsabilidad integral	60
4.1.4. Requerimientos técnicos	60
4.1.5. Requerimientos en sistemas de proceso, auxiliares e industriales.....	61
4.1.6. Requerimientos en Obras Civiles.....	62
4.1.7. Requerimientos en montajes electromecánicos	63
4.1.8. Requerimientos en Equipos/Válvulas principales.....	63
4.1.9. Requerimientos en Campamento y casino (Mínimo)	64
4.1.10. Requerimientos en Instrumentación y Control (Mínimo)	64
4.1.11. Requerimientos en bienes y servicios	64
4.1.12. Requerimientos en gastos de ventas	65
4.2. CREACIÓN DE LA WBS (PROYECTO DE INVERSIÓN – CAPEX)	65
4.2.1. Definición del alcance del producto.....	65
4.2.2. Descripción del Alcance del producto	65
4.2.3. Criterios de aceptación del producto.....	66
4.2.4. Especificaciones	66
4.2.5. Exclusiones.....	66
4.2.6. Restricciones	67
4.2.7. Supuestos	67
4.2.8. Creación de la WBS para la construcción de la facilidad temprana de producción (EPF) del pozo RQI.	67
4.2.9. Desarrollo del cronograma y presupuesto	71
4.3. DESARROLLO DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS	74
4.3.1. Definición de parámetros de entrada.....	75
4.3.2. Definición de ingresos de ventas	76
4.3.3. Definición de la inversión inicial (CAPEX).....	77
4.3.4. Definición de los costos de operación (OPEX).....	77

4.3.5. Definición de los gastos de ventas (Transporte y comercialización) ..	79
4.4. RELACIÓN ENTRE LA WBS Y EL MODELO DE EVALUACIÓN DE COSTO BENEFICIO	80
4.4.1. Resumen de indicadores de interés	82
5. HALLAZGOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1. Hallazgos	83
5.2. Conclusiones	83
5.3. Recomendaciones	84
ANEXO 1. WBS PROYECTO EPF RQI	87
ANEXO 2 REGISTRO E IDENTIFICACION DE RIESGOS	88
ANEXO 3 DICCIONARIO DE LA WBS	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre WBS y otras herramientas de gestión de proyectos	27
Figura 2: Ejemplos diccionarios WBS.	29
Figura 3. Elementos posibles de la gerencia de proyectos	32
Figura 4 Métodos de la creación de la wbs	36
Figura 5. Modelos de WBS para el mismo proyecto.....	37
Figura 6 Características del esquema wbs utilizado.....	38
Figura 7 Curvas de costos de una empresa.....	49
Figura 8 Los costos variables a largo plazo	50
Figura 9 WBS para una facilidad	52
Figura 10 CBS desarrollada a partir de WBS.	53
Figura 11 Proceso de creación de la plantilla de la WBS.	55
Figura 12 Procesos adelantados por los autores para la identificación.	57
Figura 13 Etapa de planeación	58
Figura 14 Alineación estratégica del proyecto.....	59
Figura 15 Esquema de proceso del EPF – RQI	60
Figura 16 Distribución de planta del EPF - RQI.....	62
Figura 18 Parametrización de la visualización del programa.....	70
Figura 20 Riesgos hse - ltt rqi	73
Figura 22 Diagrama de flujo de los procesos desarrollados para el análisis costo beneficio de los proyectos de CEPOLSA	74
Figura 23 Definición de parámetros de entrada para la evaluación de costo beneficio. ...	75
Figura 24 Perfiles de producción del pozo RQI.....	76
Figura 26 Estimación de ingresos de ventas crudo y gas pozo rqi.....	76
Figura 26 Resumen de costos de inversión proyecto rqi.....	77
Figura 29 Estimación de costos de venta de crudo.....	80
Figura 30 Estimación de costo de ventas de crudo en el tiempo.....	80
Figura 31 Flujo de caja acumulado	81
Figura 32 resumen de costos de inversión vs evaluación costo beneficio.....	81
Figura 33 Indicadores financieros resultantes	82

GLOSARIO

AFA: *Authorization for Alteration*. En español, Autorización de cambio.

Bpd: Barriles Por Día.

BTU: *British thermal unit*. En español, Unidad Térmica Británica.

CAPEX: *Capital Expenditures*, en español Costos Operativos.

CBS: Contract Breakdown Structure. En español, Estructura de Desglose de Contratos.

CEPCOLSA¹: Compañía Española de Petróleo en Colombia S.A., filial de CEPSA, Compañía Española de Petróleo.

CII: The Construction Industry Institute, En español, Instituto de la Industria de la construcción.

CPF: *Central Processing Facilities*. En español, Facilidades de Procesamiento Central.

CPS: *Cusiana Pressure Support*. En español, Soporte de Presión Cusiana.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

CVP: *Capital Value Process*. En español, Proceso de Valor de Capital.

DCS: *Distributed Control System*. En español, Sistema de Distribución de Control.

DoD: *United States Department of Defense*, En español, Departamento de Defensa de Los Estados Unidos de America.

ECP: Empresa Colombiana de Petroleos.

ECOGAS: Empresa Colombiana de Gas.

EPS: *Early Production System*. En español, Sistema de Producción Temprana.

EPC: *Engineering (detailed), Procurement, Construction*. En español, Construcción, Abastecimiento e Ingeniería (Detallada).

ESD: *Emergency Shut Down*. En español, Apagado de Emergencia.

¹ CEPSA. *¿Quiénes somos?* La Compañía-Perfil. Available on World Wide Web: http://www.cepsa.com/cepsa/Quienes_somos/La_compania/Perfil/ Fecha y hora de consulta: 11 de noviembre de 2012 10:33 p.m.

Facilities: Facilidades. Corresponden a instalaciones necesarias para extraer crudo.

FEED: *Front End Engineering Design*. En español, Diseño de la Ingeniería Inicial. Consiste en la ingeniería básica que viene luego del diseño conceptual y de los estudios de factibilidad. Se concentra en los requerimientos técnicos, así como en los costos de inversión más altos que requiere el proyecto.

GTP: *Gas Treatment Plant*. En español, la Planta de Tratamiento de Gas.

GOC: *Guides of Commissioning*. En español, Guías de Comisionamiento: Documentos en los cuales se define el procedimiento mediante el cual se hará la entrega formal a operaciones del producto del proyecto.

HSE: *Health, Safety, Environment*. En español, Ambiente, Seguridad y Salud.

HP: *Horse Power*. En español, Caballos de Fuerza.

HAZOP: *Hazards and Operability evaluation*. En español, Peligros y Evaluación Operativa.

ITB: *Invitation to Bid*. En español, Invitación a Ofertar.

JT: *Joule Thompson*. En español, Efecto Joule Thomson. Hace referencia al cambio de temperatura de los gases, describiendo la relación entre la temperatura, la presión y el volumen.

LLI: *Long Lead Items*. En español, Materiales de largo Plazo de Entrega: Materiales cuya entrega se encuentra en la ruta crítica del proyecto o que pueden llegar a incidir por su proceso de compra/manufactura/entrega en la construcción y finalización de la construcción.

LOI: *Letter of Intention*. En español, Carta de Intención.

LTO: *Long Term Option*. En español, Términos de Opción a Largo Plazo.

MTO: *Materials Take Off*. En español, Lista de Requerimientos de Material. Consiste en los materiales que se requieren para construir, junto con las cantidades y sus características.

MME: Ministerio de Minas y Energía.

MMA: Ministerio de Medio Ambiente.

MMSCFD: *Millions standard cubic feet day*. En español, Millones de pies cúbicos estándar por día.

MR: *Material Requisition*. En español, Requerimientos de Material.

NGL: *Natural Gas Liquid*. En español, Líquido de Gas Natural.

OBS: *Organizational Breakdown Structure*. En español, Estructura de Desglose Organizacional.

OGC: *Office of Government Commerce*, En español, Oficina Gubernamental de Comercio.

Oil & Gas: Sector económico de Gas y Crudo.

O&M: *Operation & Maintenance*. En español, Operación y Mantenimiento.

OPEX: *Operation Expenditures*. En español, Gastos de Operación.

PDMS: *Project Design Management System (software)*. En español, Sistema de Gerencia del Diseño del Proyecto.

P&E: *Projects & Engineering*. En español, Ingeniería y Proyectos

PFD: *Process Flow Diagram*. En español, Diagrama de Flujo del Proceso.

PHSER: *Project Health, Safety, Environment Review*. En español, Revisión del Ambiente, Seguridad y Salud del proyecto.

PLC: *Programming Logic Control*. En Español, Control de Programación Lógica.

PMBOK®: *Project Management Body Of Knowledge*, En español, Fundamentos para la Dirección de Proyectos.

PMI: *Project Management Institute*, En español, Instituto de Gerencia de Proyectos.

QA/QC: *Quality Assurance / Quality Control*. En español, Control de Calidad/ Aseguramiento de Calidad.

RBS: Sigla utilizada para *Risk Breakdown Structure* ó *Resource Breakdown Structure*. En español, Estructura de desglose de riesgos ó Estructura de Desglose de Recursos.

RQI: Abreviatura utilizada en el texto, para referirse al proyecto de desarrollo de la infraestructura del campo Ramiriquí, propiedad de Cepsolsa. Véase el capítulo XX en cual se da una completa descripción del mismo.

RUT: Reglamento Único de Transporte.

RSRD: *Register Safety Related Devices*. En español, Dispositivos de Registro de Seguridad Relacionada.

SIMOPS: *Simultaneous Operations*. En español Operación Simultánea.

SOR: *Statement of Requirements*. En español, Declaración de Requerimientos.

SDLA: Santiago De Las Atalayas

SGP: *Sales Gas Plant*. En español, Planta de venta de gas.

TDA: *Trade and Development Agency*. En español, Agencia de Desarrollo y Comercio.

IM: *Integrity Management*. Gerencia de Integridad.

PC: *Plant Construction*. En español, Planta de Construcción.

CoW: *Control of Work*. En español, Trabajo de Control.

SIS: *Safety Integrated System*. En español, Sistema Integrales de Seguridad.

WBS: *Work Breakedown Structure*, en español Estructura de Desglose del Trabajo. De acuerdo con la Guía Del PMBOK® Cuarta Edición, 2008 “Una descomposición jerárquica orientada al entregable, relativa al trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos”.

RESUMEN EJECUTIVO

La metodología utilizada por los autores en el desarrollo del proyecto y del trabajo de grado, permitió la construcción de una WBS tipo, para los proyectos de producción de crudo de la empresa CEPCOLSA, que logró vincularse de forma directa con la evaluación costo beneficio, permitiendo así la comparación entre proyectos similares y agilizando considerablemente los procesos de planeación y toma de decisiones de inversión en nuevos proyectos del área de Nuevos Activos de la compañía.

En la primera parte se presenta una recopilación bibliográfica sobre la WBS, indicando sus orígenes, definiciones e interpretaciones, basadas en los lineamientos del PMI y OGC², en el desarrollo específico para proyectos efectuado por la CII³ y el DoD⁴, y el estudio de sus mejores prácticas realizado por diferentes autores reconocidos en el área de la Gerencia de Proyectos. Igualmente, se hace una reseña del análisis de costo beneficio, realizando un acercamiento al marco teórico necesario para la identificación, estimación y proyección de los costos y de los beneficios de los proyectos.

Posteriormente se hace una presentación general sobre el proyecto de Cepcolsa que fue seleccionado para implementar el modelo de la WBS propuesta en el presente trabajo, con el fin de familiarizar al lector con el objeto de aplicación del proyecto.

Finalmente se presenta el desarrollo práctico de la plantilla de WBS, haciendo énfasis en los procedimientos desarrollados. De igual forma, se explica el proceso realizado en el análisis del costo beneficio y su implementación en el proyecto seleccionado.

Con este proyecto se brindó a Cepcolsa una herramienta que actualmente está siendo utilizada en el estudio y evaluación de nuevos proyectos en los campos donde la compañía participa.

Los hallazgos, conclusiones y recomendaciones de los autores generados a partir de la aplicación de la teoría enunciada en la primera parte, sobre la realidad que se ha plasmado en la segunda, se encuentran en el capítulo final.

² OGC: Office of Government Commerce, responsable de la metodología PRINCE2

³ CII: Instituto de la Industria de la Construcción

⁴ DoD: Departamento de Defensa de los Estados Unidos

INTRODUCCIÓN

CEPCOLSA, empresa del sector de los hidrocarburos, está en continuo crecimiento, teniendo año tras año mayores posibilidades y retos de inversión en diferentes campos de Colombia, por lo cual requiere mejorar su capacidad de decisión. Siendo numerosos los elementos que intervienen en el éxito de los proyectos realizados, es importante para el análisis financiero de los mismos organizar y estandarizar la información relevante que se tenga de ellos. Cepcolsa por tanto, encontró en la propuesta presentada por los autores, una posibilidad de organizar su experiencia y evaluar nuevos proyectos mediante los entregables desarrollados, el modelo de la WBS y el modelo de evaluación costo beneficio.

Las limitaciones de tipo metodológico y de aplicabilidad, corresponden a restricciones en la información de CEPCOLSA, producto de la confidencialidad exigida por la empresa, hecho que se tuvo en cuenta para establecer la profundidad del análisis presentado. Igualmente, cifras y datos han sido modificados cuando así fuere solicitado por la empresa, por lo cual no pueden tomarse como reales y no pueden ser usados como referencia para otros proyectos de inversión, ni como parámetros comparativos.

La creación de la plantilla para la WBS vinculada con el análisis costo beneficio permite comparaciones directas entre diferentes proyectos y agiliza los procesos de decisión de inversión del área de nuevos campos de CEPCOLSA, al establecer una metodología acorde a las mejores prácticas de la Gerencia de Proyectos.

El trabajo desarrollado basa su análisis en los fundamentos definidos por el PMI y la OGC, particularmente en la estructuración de la WBS, así mismo se ha estudiado la literatura disponible y los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la especialización, en particular, las notas del profesor Gabriel Pulido citadas en la bibliografía.

Se presenta en una primera parte el estudio académico del tema, para contextualizar el desarrollo de la WBS tipo según las diferentes fuentes de información y concertar las definiciones que se dan en diferentes organizaciones. Posteriormente, se explica las características generales del proyecto para el cual es requerida la plantilla, dando detalles, hasta donde se nos ha permitido, sobre la realidad del negocio.

En una tercera parte se muestra el desarrollo de la WBS requerida por Cepcolsa, detallando el análisis realizado por los autores para su elaboración, y su utilización en el análisis de costo beneficio; enfatizando en la relación que hay entre los conceptos académicos y la aplicación a este caso específico.

Finalmente, se listarán los hallazgos, conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas en el desarrollo de este proyecto.

1. JUSTIFICACIÓN

CEPCOLSA es una filial de la compañía petrolera española CEPSA con sede principal en Madrid, que inició su actividad de exploración, en Colombia, en el año 2000 y que en la actualidad participa en diecinueve (19) contratos de Exploración y Producción, doce (12) operados por la Compañía, en la Cuenca de los Llanos y en el Valle Superior del Río Magdalena.

Como compañía dedicada a la exploración y producción de hidrocarburos continuamente desarrolla y ejecuta proyectos de construcción de facilidades e infraestructura que permiten la producción de hidrocarburos y garantizan una operación segura y la rentabilidad de la actividad. En la actualidad CEPCOLSA en su estructura administrativa no cuenta con una oficina de proyectos ni con un modelo de maduración de proyectos, con lo cual la gerencia de proyectos se limita al cumplimiento de los lineamientos establecidos por la empresa y se encuentra distante de la disciplina y rigurosidad de la gerencia de proyectos establecidos por un estándar como el PMBOK®.

La herramienta a desarrollar es un avance en el camino a la implementación de las mejores prácticas y de metodologías eficientes dentro del marco del PMBOK®. El ejercicio también implica un aporte al estudio de la utilización de la WBS, como insumo a la aproximación del costeo de los proyectos.

1.1. PROBLEMÁTICA A RESOLVER, NECESIDADES, EXIGENCIAS Y OPORTUNIDADES

Pese al continuo desarrollo de herramientas y metodologías en gerencia de proyectos, en la mayoría de las empresas del sector Oil & Gas en Colombia no se cuenta con un procedimiento claro, detallado, y práctico para la realización del análisis costo beneficio de los proyectos de construcción y producción. Incluso para proyectos semejantes dentro de la organización, los distintos gerentes utilizan herramientas y estudios desarrollados por ellos mismos, y acorde a su experiencia. Muchas veces dichas prácticas no cuentan con la rigurosidad técnica y procedimental propuesta por los expertos en la materia.

La anterior circunstancia y el interés de CEPCOLSA por desarrollar, planear y ejecutar proyectos que se relacionen con sus objetivos estratégicos, realizar inversiones que representen beneficios para la compañía y garanticen su eficiencia como empresa se hace necesario implementar técnicas y prácticas en gerencia de proyectos.

Se identifica entonces la necesidad de desarrollar una herramienta para la estimación de los costos en la etapa de inversión, basada en la WBS y en la evaluación de costo beneficio en la etapa de operación de las actividades normales que realizan los proyectos de infraestructura petrolera de este tipo.

CEPCOLSA, determinó que la herramienta que se desarrolle debe ser implementada en su totalidad durante la fase de planeación del proyecto de producción temprana RQI con los datos que el Área de desarrollo de nuevos campos suministre para su aplicación.

La WBS es una herramienta cuenta con los elementos necesarios para identificar el trabajo a realizarse, y si a estos paquetes de trabajo se les asocia el respectivo costo, se tiene entonces una correcta y sencilla valoración e identificación de la inversión necesaria. Adicionalmente al relacionar la inversión inicial con la evaluación costo beneficio de la fase de operación, se obtiene una visión y una cuantificación que abarca el ciclo de vida del proyecto y del producto, facilitando la evaluación financiera, la toma de decisiones de inversión y la gestión de beneficios. La inclusión o no de cada uno de los paquetes de trabajo permite que la herramienta sea utilizada en diferentes escenarios.

Con la elaboración de la WBS y el modelo de la evaluación de costo beneficio para un tipo particular de proyectos y operaciones realizados frecuentemente se implementará en Cepcolsa, una herramienta que le permita estimar rápidamente los costos de los proyectos en evaluación y estandarizar el análisis costo beneficio de los mismos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar modelos generales de WBS y evaluación costo beneficio, para ser implementados en proyectos de infraestructura del área de desarrollo de nuevos campos de CEPCOLSA, como punto de partida para la toma de decisiones de inversión.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Profundizar en el entendimiento de la WBS y la evaluación de costo beneficio, como herramientas fundamentales para la gerencia de proyectos.
- Desarrollar un procedimiento para usar las cuentas de control de los paquetes de trabajo identificados en el modelo de la WBS, como insumo en el análisis de costo beneficio del proyecto.
- Desarrollar un procedimiento para la utilización del modelo de evaluación de costo beneficio de proyectos de infraestructura de facilidades de producción temprana para CEPCOLSA.
- Implementar los modelos generales de WBS y evaluación costo beneficio en la fase de planeación del proyecto RQI, proyecto seleccionado por CEPCOLSA, para verificación práctica de resultados.

3. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta una reseña de la bibliografía de mayor relevancia que ha sido encontrada para el estudio y aplicación de la WBS. Se muestran las definiciones básicas y además las herramientas y consejos de diferentes autores para su implementación y uso exitoso en la gerencia de proyectos.

Igualmente, se presentan los principios generalmente aceptados en los análisis costo beneficio, donde se hace énfasis en la importancia de la información de entrada recolectada para la realización del análisis.

Los hallazgos y recomendaciones de este estudio se indican al final del presente documento, en este capítulo se busca realizar una recopilación teórica sin interpretaciones propias de los autores.

3.1. DEFINICIÓN DE LA WBS

La WBS (*Work Breakdown Structure*, en español Estructura de Desglose del Trabajo), de acuerdo a la definición establecida por la Guía del PMBOK® Cuarta Edición, 2008 es “Una descomposición jerárquica orientada al entregable, relativa al trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. Organiza y define el alcance total del proyecto.”⁵.

El desarrollo de la WBS en la planeación de proyectos, consiste en subdividir los entregables definidos en los procesos iniciales y en la Declaración de Alcance, de manera que se formen “Paquetes de Trabajo” más fáciles de manejar, asignar y controlar.

La construcción de la WBS, permite tener una definición más detallada del trabajo que se debe realizar para cumplir con los entregables y con los objetivos del proyecto. Es jerárquica, por lo que permite identificar los puntos críticos para alcanzar los objetivos definidos inicialmente.

⁵ GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK®) Cuarta edición. Project Management Institute, Inc. 14 Campus Boulevard, Newtown Square, Pennsylvania. 19073-3299 EE.UU. Teléfono: +610-356-4600. Fax: +610-356-4647. Correo electrónico: customercare@pmi.org. Internet: www.pmi.org.

La WBS está compuesta por niveles de desglose, dependiendo de la complejidad del proyecto los paquetes de trabajo pueden alcanzarse en la segunda o tercera subdivisión del trabajo, en cambio, cuando los proyectos son de alta complejidad, se requieren más niveles de subdivisión. Cabe aclarar, que un desglose demasiado extenso, puede ocasionar esfuerzos innecesarios o puede afectar la efectividad de la Gerencia del Proyecto en su conjunto.

Para Haugan (2002) el “Desglose”, pese a ser un concepto simple, es muchas veces mal entendido y no usado efectivamente.

3.2. IMPORTANCIA DE LA WBS

El PMI (Project Management Institute 2006) define que una gerencia exitosa de proyectos se basa en una exhaustiva planeación; y que esta comienza con la definición de los objetivos del proyecto con suficiente detalle, lo cual se consigue mediante la *Work Breakdown Structure* (WBS), que permite relacionar el alcance del proyecto con sus objetivos y realizar control durante su ejecución.

Kerzner (2009) indica que el éxito en alcanzar tanto los objetivos corporativos como contractuales, requiere un plan que defina todo el esfuerzo a ser desarrollado, asignar responsabilidades, cronogramas y presupuestos para completar el trabajo; para lo cual se debe comenzar con el desarrollo de una WBS. La parte más importante de un proyecto es su planeación, si es realizada correctamente, con la participación de los miembros del grupo de trabajo, brinda una gran posibilidad de éxito al mismo; aunque en el mejor plan, los cambios pueden ocurrir. Un buen plan de proyecto comienza con la definición de los requerimientos: Definición de Alcance (SOW), WBS, especificación de los requerimientos, definición de cronograma y flujo de gastos del proyecto.

La WBS (*Work Breakdown Structure*) no es un término tan popular en la Gerencia de Proyectos, como los términos: alcance, tiempo, costo y riesgo. En la cuarta edición de la guía del PMBOK®, estas últimas son mencionadas entre 400 a 500 veces, mientras WBS aparece menos de 150 veces⁶. La definición actual de la WBS como una muestra de entregables nace a partir del PMBOK Guide en 1996. Ediciones anteriores del PMBOK, 1987, definían la WBS orientada a las tareas⁷.

⁶ Buchtik, Liliana; *Secrets to Mastering the WBS in real –world projects*, The most practical approach to WBS. Project Management Institute, Inc. 2010. ISBN: 978-1-935589-04-4

⁷ Ibid.

Haugan (2002) indica que la WBS fue desarrollada paralelamente con el PERT por Malcolm, Roseboom, Clark y Fazar; en 1959, sin que fuera definida con este nombre. Posteriormente fue usada en varios proyectos.

Para 1961 el término ya era usado abiertamente en proyectos que tenían vínculos con organismos del Estado Americano. En junio de 1962, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) en cooperación con la NASA y la industria aeroespacial publican un documento⁸ guía con el uso del sistema PERT de costos, en el cual se incluía una detallada WBS. En octubre del mismo año la NASA publicaba otro documento en el cual hacía énfasis en el desarrollo de un *top-down* para construir la WBS.

En agosto de 1964 el gobierno de los Estados Unidos publicó un manual para la implementación del PERT, el cual incluía una discusión de la WBS, en donde se indicaba “planes detallados no deben ser desarrollados fuera del marco común de trabajo” indicando que planes, cronogramas, etc, desarrollados sin una WBS de guía eran muy probable que estuvieran incompletos o inconsistentes con los objetivos del proyecto y los productos del mismo. Su uso fue igualmente ya discutido como un instrumento útil en el desarrollo de proyectos desde 1964, por la *American Management Association*.

En 1968 el DoD desarrollo una WBS estándar⁹ en sus primeros tres niveles de desglose para sus proyectos, la cual era de aplicación obligatoria para todos los proyectos de defensa con un costo estimado superior a los diez millones de dólares. Este estándar fue en 1998 superado por el *handbook* MIL-HNDB-881, y aún usado, para los siguientes sistemas:

- Sistemas de aviación.
- Sistemas electrónicos o de software autómatas.
- Sistemas de misiles.
- *Orderance systems*.
- Sistemas navales.
- Sistemas espaciales.

⁸ Haugan citado en Fleming, Quentin W. Put Earned Value (C/SCSC) into Your Management Control System (Worthington, OH: Publishing Horizons, Inc., 1983).

⁹ MIL-STD-881. Department Of Defense Handbook. 2 January 1998.

- Sistemas vehiculares.

El desglose inferior a la definida en el *handbook* es realizada por cada uno de los contratistas y es única para cada proyecto, siendo frecuente que se hagan de cinco a ocho niveles adicionales de desglose.

Por otro lado, PRINCE2 (*Projects in a Controlled Environment*) (*Office of Government Commerce, 2009*) en uno de sus siete principios básicos define que un proyecto exitoso es orientado a los productos y no a las tareas (dentro de su WBS). El conjunto de productos acordados define el alcance del proyecto y es la base para la planeación y control.

El propósito del proyecto es llenar las expectativas de los “stakeholders” de acuerdo al Caso de Negocio, y para hacer esto debe haber un claro entendimiento de los productos y la calidad requerida. Todos los aspectos de PRINCE2 están soportados por este principio, sin tener un objetivo en los entregables, los proyectos están expuestos a grandes riesgos, como disputas por la aceptación del producto, cambios sin control, usuarios insatisfechos y subestimación de actividades requeridas para la aceptación del producto. El PMBOK solo cubre la creación de la WBS y no se compara con la técnica de planeación basada en los entregables dada por PRINCE2, en términos de la Descripción del Producto y Diagrama de Descripción del Producto, que entrega el PRINCE2.

PRINCE2 se refiere a la WBS como Product Breakdown Structure, y al diccionario de la WBS como Project Product Description (de alto nivel) y Product Description (detallado)¹⁰.

PRINCE2 se refiere a alcance como calidad, entendiendo esta como la habilidad del producto del proyecto de alcanzar sus requerimientos. Dentro de las actividades de la planeación de la calidad están entonces la identificación de todos los productos del proyecto (WBS) y sus descripciones (diccionario de la WBS). En cambio, las actividades definidas para el control y aseguramiento de la calidad están enfocadas a implementar y hacer seguimiento a los métodos establecidos a lo largo del proyecto.

Para PRINCE2 el propósito de la planeación de la calidad es:

- Proveer una base segura para el acuerdo del *Project Board*¹¹ sobre las expectativas de los productos del proyecto, los medios por los cuales la

¹⁰ PRINCE2 utiliza el termino *work breakdown structure* como el proceso de descomponer cada uno de los productos del proyecto en actividades requeridas para su generación.

¹¹ *Project Board* son el representante de los intereses del negocio, del usuario y de los proveedores

calidad será conseguida y medida, y los criterios de aceptación bajo los cuales se medirá los productos del proyecto.

- Comunicar estos acuerdos del *Project Board*, para que sean claramente entendidos por todos los *stakeholders*
- Establecer una línea base (incluyendo la delimitación de las tolerancias de calidad) y controlarla, y establecer los medios que permitirán conseguir los productos que encajan en el propósito.

PRINCE2 define que cuando estos aspectos de la planeación no son tenidos en cuenta las personas involucradas en el proyecto tendrán visiones diferentes del alcance del proyecto, de la solución que lleva a un resultado exitoso del proyecto, del método de trabajo, alcance del trabajo, involucrados, roles y responsabilidades.

PRINCE2 resalta la importancia de la definición del “diccionario de la WBS” de alto nivel desde el proceso de inicio del proyecto (*Starting up a Project process*, que ocurre antes del inicio del proyecto) y se debe actualizar durante la ejecución del proyecto y revisar en las puertas de control entre las fases de maduración del proyecto. PRINCE2 define que el “diccionario de la WBS” debe incluir:

- El propósito del producto.
- Cómo se constituye el producto.
- Expectativas de calidad del cliente.
- Criterio de aceptación, métodos para medirla y responsabilidades.
- Tolerancia de calidad.

Igualmente, establece que el “diccionario de la WBS” detallado no es opcional. Tiene como propósito:

- Entender de forma detallada la naturaleza, propósito, función y apariencia del producto.
- Define quien usará el producto.
- Identifica las fuentes de información del producto.
- Identifica el nivel de calidad del producto.
- Permite identificar las actividades necesarias para producir, revisar y aprobar el producto.
- Define las personas y habilidades requeridas para producir, revisar y aprobar el producto.

El formato utilizado debe llevar la siguiente información¹²:

¹² El nivel de detalle debe ser el adecuado. Puede ser acompañado de documentos tales como estándares, especificaciones del producto, etc.

- Identificador.
- Nombre.
- Propósito.
- Composición.
- Fuente.
- Forma de presentación.
- Habilidades requeridas.
- Criterios de calidad.
- Tolerancias de calidad.
- Método utilizado para la aceptación de calidad del producto.
- Habilidades requeridas para el método de calidad definido.
- Responsabilidades de Calidad: productor, revisor, y aprobador del producto.

Se debe revisar y constatar que el “diccionario de la WBS” para cada uno de los productos cumpla con los siguientes criterios de calidad:

- El propósito del producto es claro y consistente con otros productos.
- El producto es descrito a nivel de detalle suficiente para planear y dirigir su desarrollo.
- La descripción del producto es concisa y suficiente para permitir la generación, revisión y aprobación del producto.
- La responsabilidad para el desarrollo del producto es claramente establecida.
- La responsabilidad para el desarrollo del producto es consistente con los roles y responsabilidades descritas en el la OBS y en la Estrategia de Gerencia de Calidad¹³.
- Los criterios de aceptación son consistentes con los estándares de calidad, listas de chequeo, y criterios de aceptación.
- Los criterios de aceptación pueden ser usados para determinar si el producto cumple su propósito.
- Los tipos de inspecciones de calidad requeridos permiten verificar si el producto cumple con el criterio de calidad definido.
- El representante del usuario (del *Project Board*) confirma que los requerimientos del producto están correctamente definidos.
- El representante de los suministradores (del *Project Board*) confirma que los requerimientos del producto pueden lograrse.

¹³ Término de PRINCE2: *Quality Management Strategy*. Es la propuesta del equipo del proyecto en respuesta a las expectativas de calidad y criterios de aceptación acordados con el cliente. Describe como el sistema de calidad de la organización será aplicada al proyecto y confirma los estándar de calidad, procedimientos, técnicas y herramientas que serán usados en el proyecto.

Es importante diferenciar el alcance del proyecto y el alcance del producto. El alcance del proyecto se refiere a las actividades necesarias para poder elaborar el entregable objeto del mismo, mientras el alcance del producto se refiere a las características que debe cumplir el producto para ser aceptado. La gerencia de proyectos se ocupa de lo primero, mientras el líder técnico se ocupa de lo segundo. Ambos tienen que integrarse completamente. El PMBOK define: “la terminación del alcance del proyecto es medida contra el Plan de Gerencia del Proyecto (PMP). La terminación del alcance del producto es medida contra los requerimientos del producto”¹⁴, el trabajo realizado en el proyecto tiene como resultado la entrega de un entregable que cumple los requerimientos del producto. Por esto es importante poder establecer una clara comunicación con los *stakeholders* y patrocinadores del proyecto en una etapa temprana para definir alcance, tiempo y costo del proyecto.

Los cambios de alcance y la pobre planeación del proyecto son las principales razones para el fracaso en la ejecución de los proyectos.

(Portman 2009) indica que la base de partida para el manejo de proyectos mediante PRINCE2 es su planeación basada en los productos. Esta planeación se hace a partir de la “WBS”, que permite al Gerente de Proyecto crear los planes para la realización de los productos intermedios que conforman el proyecto.

(Dolan 2010) PRINCE2 fue inicialmente desarrollado en 1986 como respuesta a un gran número de proyectos soportados por el gobierno británico, los cuales a través de estudios identificaron las siguientes causas comunes de fracaso:

1. Falta de un vínculo claro entre las prioridades estratégicas de la organización y del proyecto, incluyendo medidas acordadas del éxito.
2. Falta de una clara responsabilidad, propiedad y liderazgo de las directivas de la gerencia.
3. Falta de una efectiva relación con los *stakeholders*.
4. Falta de habilidades y un acercamiento probado a la gerencia de proyectos y gerencia de riesgos.
5. Poca atención al desarrollo por etapas del proyecto y su implementación en pasos gestionables.
6. Evaluación de propuestas evaluadas por precio en vez del valor de retorno a largo plazo, especialmente asegurando alcanzar los beneficios del negocio
7. Falta de entendimiento y relación con los vendedores a los altos niveles de la organización
8. Falta de integración del equipo de proyecto con el cliente y los vendedores.

¹⁴ PMBOK Guide – Cuarta Edición. Pag. 105.

Particularmente resolviendo el punto número 5, PRINCE2 con su principio de “focalización en productos” y el uso de una técnica de planeación, promueve la división de proyecto en etapas para su implementación, reduciendo el nivel de riesgos y permitiendo una planeación y monitoreo de progreso precisa. Igualmente La “WBS” permite descomponer los entregables de cada etapa en Paquetes de Trabajo, los cuales son asignados a un responsable, con un tiempo, costo y recurso definidos. La descomposición del proyecto en componentes manejables, hace que alcanzar los objetivos del proyecto sea factible, dando claridad al alcance del proyecto.

Haugan (2002) indica que la WBS también puede ser aplicada a programas, donde el nivel dos de la WBS es cada una de las fases de desarrollo del programa o subproyectos. En este nivel se situaría la Gerencia del Programa, mientras que en un nivel tres se situarían la Gerencia de cada uno de los proyectos.

De igual forma Kerzner (2009) indica que para la gerencia moderna, es común que el Gerente de Proyectos maneje varios proyectos al tercer nivel de la WBS, con gerentes de línea que son responsables (*accountable*¹⁵) por los paquetes de trabajo y desarrollan en detalle los niveles cuatro, cinco y seis de la WBS. El Gerente de Proyecto así dedica su tiempo integrando el trabajo, en lugar de organizando actividades funcionales.

En (Project Management Institute 2006) se indica que la WBS se puede usar en los proyectos para:

- Definir el alcance del proyecto, ciclos de vida del proyecto, programa o portafolio.
- Provee al grupo del proyecto con un marco para reportar el estado del proyecto y generar reportes de progreso.
- Facilitar la comunicación entre el gerente de proyecto y los *stakeholders* durante la vida del proyecto. Igualmente para comunicar entre el grupo del proyecto, el alcance del proyecto, riesgo, presupuesto, responsabilidades, etc.
- Articular el alcance del proyecto con otros entregables de la gerencia del proyecto, como cronograma, organigrama, etc.

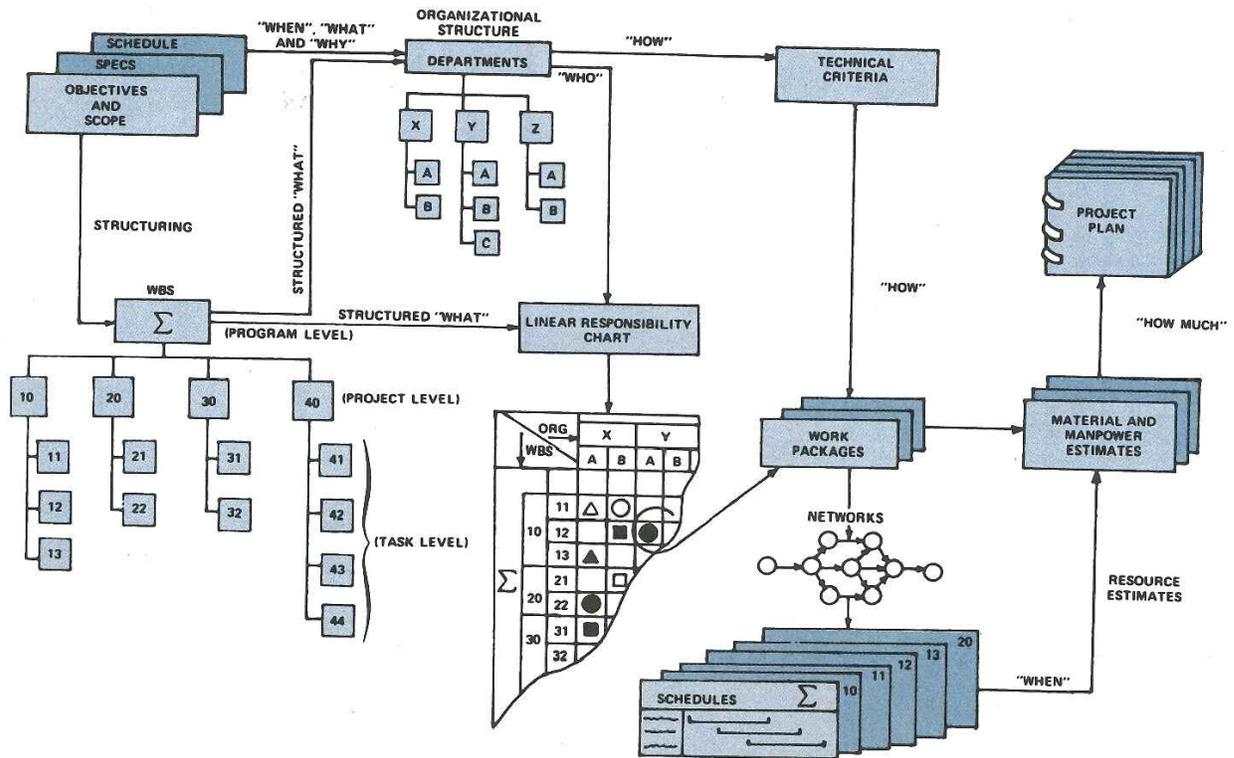
Buchtik (2010) identifica los siguientes beneficios de la WBS:

- Entendimiento del trabajo en una etapa temprana.
- Evitar cambios sin control.
- Entregar el producto deseado.

¹⁵ Accountability= Responsibility + Authority (Kerzner, 2009; pag 81)

- Identificar entregables con poca información.
- Identificar el trabajo que se hará en casa y el que se contratará.
- Identificar los límites del proyecto y las complejidades.
- Definir una línea para el control de cambio de alcance.
- Permite asignar partes del alcance y responsabilidades
- Permite listar las actividades requeridas para conseguir cada entregable del proyecto, y así definir para cada entregable: costo, tiempo y riesgo.
- Evitar planificar nuevamente el proyecto durante su ejecución y permite notar alarmas tempranas de problemas con el proyecto.
- Permite planear actividades de compras.
- Mejora la comunicación.
- Permite mejorar el entendimiento del producto deseado.
- Mejora los reportes del proyecto.
- Conseguir mayor entendimiento de los *stakeholders* del proyecto.
- Monitorear, medir y controlar el trabajo de una mejor forma.
- Inspirar confianza y ganar credibilidad.
- Recopilar lecciones aprendidas para incorporarlas en proyectos futuros.
- Comparar entre proyectos.
- Integrar alcance, tiempo y costo
- La WBS se debe diferenciar a pesar de que puede estar directamente relacionada con otras estructuras, que permiten gestionar los proyectos de mejor forma.
- *RBS*: sigla utilizada para *Risk Breakdown Structure* ó *Resource Breakdown Structure*.
- *OBS*: *Organizational Breakdown Structure*.
- *CBS*: *Contract Breakdown Structure* ó *Cost Breakdown Structure*.

Figura 1. Relación entre WBS y otras herramientas de gestión de proyectos



Fuente: Kerzner (2009) pagina 467 kerzner figura 11-15

PRINCE2 indica que los beneficios de tener una planeación basada en los productos del proyecto son:

1. Se reduce el riesgo de no estudiar aspectos importantes del alcance, mediante la identificación y documentación clara y consistente de los productos del proyecto y la interdependencia entre ellos.
2. Eliminar ambigüedades sobre las expectativas del proyecto.
3. Involucra a los usuarios en la especificación de los requerimientos del producto, creando "buy-in" y reduciendo futuras discordias para la aceptación del producto.
4. Mejora la comunicación: La "WBS" y el "diagrama de flujo del producto" permiten de forma simple y poderosa compartir y discutir sobre el proyecto
5. Clarifica los límites del proyecto, limitando cambios no controlados, "scope creep"
6. Identifican los productos que son externos al plan del proyecto, pero son necesarios para cumplir el objetivo.

7. Prepara el camino para la producción de paquetes de trabajo de los vendedores.
8. Obtener un acuerdo claro en las responsabilidades de producción, revisión, y aprobación de los productos del proyecto

El enfocar el proyecto a la obtención de beneficios para el cliente, en lugar de la finalización del objeto del proyecto, es un acercamiento nuevo en lo que se conoce como Gerenciamiento de Valor¹⁶, en el cual la WBS es una herramienta útil al mantener en primer plano los entregables que componen el proyecto.

3.3. CARACTERISITICAS DE LA WBS¹⁷

- Es orientada a los entregables.
- Define el alcance del proyecto.
- Clarifica y comunica todo el trabajo a los *stakeholders*.
- Contiene el 100% del trabajo.
- Incluye todos los entregables a ser completados, incluyendo la gerencia de proyecto.
- Cada nivel de desglose contiene la totalidad del trabajo del nivel superior.
- Los paquetes de trabajo permiten la identificación de las tareas necesarias para realizarlo.
- Provee de una representación gráfica, textual, o tabular del alcance.
- Los componentes de la WBS son llamados usando la estructura: nombre-adjetivo.
- Es una estructura jerárquica de todos los entregables.
- Tiene un esquema de códigos (ID) para cada componente.
- Tiene por lo menos dos niveles, con por lo menos un nivel de desglose.
- Es creada por aquellos que realizan el trabajo.
- Es construida con aportes de los *stakeholders* y expertos.
- Se desarrolla por un trabajo iterativo a lo largo del desarrollo de la elaboración del alcance del proyecto, hasta que se define la línea base.
- Se actualiza de acuerdo con el control de cambios del proyecto.

3.4. DICCIONARIO DE LA WBS

Es un documento que define y describe el trabajo a ser realizado en cada elemento de la WBS. La información suministrada no requiere ser completa, pero

¹⁶ Videoconferencia: Launch of Management of Value, <http://www.apmg-international.com/en/news-events/CaseStudiesArticles.aspx>, accesada Diciembre 12, 2012

¹⁷ Practical Standar for WBS – Second Edition. Pagina 20. PMI®.

si suficiente para describir el trabajo que se requiere cumplir. Buchtik (2010) indica que su realización es de gran importancia y junto con Haughan (2002) coinciden en que la forma conveniente para realizarlo es mediante fichas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 2: Ejemplos diccionarios WBS.

WBS DICTIONARY FORM	
Project Name: _____	Date: _____
WBS Number: _____	WBS Name: _____
Parent WBS Number: _____	Parent WBS Name: _____
Responsible Individual/Organization (if applicable) _____	
Description of Work: 	
Child WBS Number: _____	Child WBS Name: _____
Child WBS Number: _____	Child WBS Name: _____
Child WBS Number: _____	Child WBS Name: _____
Child WBS Number: _____	Child WBS Name: _____
Prepared by: _____	Approved by: _____
Title: _____	Title: _____

WBS Dictionary - XYZ Website Project - Version 4.0			
Created by: Jon Turner, PMP		Last update: 4 May, 2009	Parent WBS: N/A
Status: Approved		Approver: Lisa Mintel, PgMP	
WBS Id	Component Name	Work Description	Responsible
1.4	Site Documentation	Supporting documentation for users and administrators of website to be delivered	Tom Palacios
1.4.1	User and Admin Documentation	Documentation to allow use and future in-house maintenance of the website	Tom Palacios
1.4.1.1	Online Help for Administrators	Online help that will be available to administrators through the administration panel	Tom Palacios
1.4.1.1.1	Site Administrator how-to instructions	Quick how-to reference guide for website administrators	Tom Palacios
1.4.1.1.2	Site User how-to instructions	Quick how-to reference guide for website users	Tom Palacios
1.4.1.1.3	Online Help for Users	Comprehensive help for users on how to use the website.	Anne Gitz
1.4.2	Technical Documentation	Documentation for technical staff on how to maintain, update, and operate the system	Paul Stevens
1.4.2.1	Design and Architecture Manuals	Documentation for database administrators, architects, and developers to maintain the site	Paul Stevens

Fuente: Haughan (2002), Buchtik (2010)

3.5. ELEMENTOS DE LA WBS

3.5.1. COMPONENTES

Es cada una de los entregables a cualquier nivel en la WBS. Hay dos tipos de componentes:

Nivel de esfuerzo: Actividades de soporte que no producen un producto en particular, por ejemplo: la Gerencia de Proyecto.

Discretos: Producto final, servicio, o un resultado que puede ser directamente planeado y medido. Es un tangible, definido, separado y distinguible.

Los componentes deben tener nombres específicos que los identifiquen claramente. Si bien los nombres pueden llegar a repetirse en una WBS, su identificador no. Se recomienda entonces que los nombres sean nombres con adjetivos, no usar verbos. Al leer la WBS se debe generar la idea correcta del entregable que se está produciendo, nombres vagos no son útiles ya que pueden significar diferentes cosas para diferentes personas y una de las claves de la WBS es la facilidad para comunicar el mensaje del alcance del proyecto y por tanto debe ser lo suficientemente descriptiva.

3.5.2. PAQUETE DE TRABAJO (WORK PACKAGE)

Componente de nivel más bajo que no puede dividirse en más entregables, y que se ejecuta por una sucesión de tareas. Se le puede definir recursos, y hacer estimaciones de tiempo, costo, igualmente controlables durante la ejecución del proyecto. Kezner¹⁸ (2009) define que un paquete de trabajo debe tener entre 200 y 300 horas de trabajo, que se desarrollen en dos a cuatro semanas; definirlo por menos de 80 horas de trabajo desarrolladas en una semana es un error. Esto también depende si el entregable es desarrollado directamente por el gerente de proyecto o es subcontratado, en cuyo caso lo mejor es tener el paquete de trabajo a un nivel superior. Por otra parte, indica que la mayoría de los paquetes de trabajo deben ser entre un 0,5 a 2,5 por ciento del presupuesto del proyecto.

¹⁸ Kerzner, H. 2009. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling – Décima Edición. New York: John Wiley & Sons. 440-441.

3.5.3. ELEMENTO

El componente de la WBS con sus atributos. Los atributos pueden ser: Responsable de la ejecución del componente, costo, tiempo, etc.

3.5.4. TIPOS DE ELEMENTOS

Servicios: La WBS es una colección lógica de áreas de trabajo, y su desglose se realiza mejor agrupando los elementos de trabajo relacionados, de una forma lógica y dependiendo de la importancia que se le quiera dar a las mismas. Usualmente la WBS se realiza desde abajo hacia arriba, ya que es más sencillo definir lo que se requiere e ir agrupando. No hay una forma natural para darle jerarquía, sin embargo también se pueden generar modelos de WBS por servicio que pueden ser usados en los proyectos.

Resultados: Es una consecuencia de un proceso que resulta en un producto o una conclusión: investigación del cáncer, desarrollo de drogas, cambios culturales, etc. La WBS es una serie de pasos aceptados en el desarrollo del proyecto.

Cross-cutting Element: No utilizados en proyectos de servicios o resultados, son ítems que son comunes a varios elementos del producto, como test del sistema o unidad ensamblada, o paquetes de trabajo que integran otros componentes (la Gerencia de Proyecto es de este tipo, sin embargo se identifica aparte ya que aplica a todos los proyectos). Se define cuatro tipos de elementos “cross-cutting”:

- Integrativos.
- Analíticos.
- Procesos.
- Gerencia de Proyectos

Gerencia del Proyecto: Es el desglose de las responsabilidades y actividades gerenciales del proyecto. Incluye reportes, revisiones del proyecto, otras actividades propias del Gerente de Proyecto o su grupo. Existe en todos los proyectos.

Figura 3. Elementos posibles de la gerencia de proyectos

PROJECT MANAGEMENT (Level 2)	
Level 3	Level 4 Work Packages
PROJECT START AND FINISH	Contract Award Complete Project
MEETINGS AND REVIEWS	Kick-off Meeting Monthly/Quarterly Project Reviews Corporate Reviews In-Process Review Close-out Meeting Action Item Tracking System
REPORTS	Monthly Progress Report Annual Report Budget/Financial Status Report
PLANS	Project Charter Master Schedule Project Plan (Current and Future Phases) Risk Management and Other Plans Project Financing and Budget
CONTROL	Schedule Tracking Cost Tracking Earned Value Management Analysis Variance Analysis Corrective Action Work-Arounds
ADMINISTRATIVE	Project Management Office Space/Relocation Correspondence Control System
PROJECT SUPPORT	Procurement/Purchasing Subcontract Management Contract Management

Fuente: Haughan (2002) Figura 2-9 pag. 29

3.5.5. CUENTA DE COSTO “*COST ACCOUNT*”

Es el término usado para describir el nivel al cual se hará control gerencial del presupuesto contra el gasto real, y es a este nivel al que Haughan (2002) define que se debe realizar el control de valor ganado de acuerdo con Q.W. Fleming¹⁹.

3.5.6. ACTIVIDADES

Trabajo realizado durante la ejecución de un proyecto²⁰. Haughan (2002) indica que una actividad tiene las siguientes características:

¹⁹ Fleming, Quentin W. Put Earned Value (C/SCSC) into Your Management Control System (Worthington, OH: Publishing Horizons, Inc., 1983)

- Debe poder asignarse a un responsable y “*accountable*”. Si no hay una sola persona que pueda ser responsable por ella, debe ser dividida en más actividades o en casos extremos, responsabilidades compartidas deben ser claramente definidas.
- Las actividades deben tener un resultado claro y medible.
- Tiene un principio y fin.
- Encaja lógicamente dentro de un elemento de la WBS.
- Su tiempo y costo se pueden estimar y controlar.

3.6. DESGLOSE O DESCOMPOSICIÓN

Técnica usada para subdividir el alcance del proyecto en entregables, hasta llegar a los paquetes de trabajo, mediante los siguientes pasos:

- Identificar y analizar los entregables del proyecto.
- Estructurar y organizar la WBS.
- Descomponer los niveles superiores de la WBS en componentes de niveles inferior con mayor detalle.
- Desarrollar y asignar un identificador (ID) a cada componente de la WBS.
- Verificar que el grado de desglose sea suficiente.

Como regla general se debe tener tres niveles de desglose, pero esto está definido realmente por las características del proyecto, la dificultad en definir cada uno de los componentes, y la responsabilidad sobre la ejecución de cada componente.

Buchtik (2010) define que para conocer si se ha llegado al nivel requerido de desglose se deben realizar las siguientes preguntas:

¿A este nivel de desglose se puede asignar su ejecución a una persona?

¿El equipo de trabajo podrá estimar el costo y la duración de su realización?

¿El equipo de trabajo podrá determinar las actividades y los hitos de los paquetes de trabajo?

¿Es posible monitorear y controlar el paquete de trabajo?

²⁰ GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK®) Cuarta edición. Project Management Institute, Inc. 14 Campus Boulevard, Newtown Square, Pennsylvania. 19073-3299 EE.UU. Teléfono: +610-356-4600. Fax: +610-356-4647. Correo electrónico: customercare@pmi.org. Internet: www.pmi.org

En algunos casos, el desglose no se puede realizar por que aún no se conoce lo suficiente sobre el entregable, en ese caso, igual que la planeación progresiva (*rolling wave planning*), la finalización del desarrollo de la WBS se deja para etapas posteriores.

De todas formas, Kerzner (2009), indica que los desgloces de WBS no deben desarrollarse a un nivel inferior del tercero por las siguientes razones:

- Requeriría la creación de cientos o miles de cuentas de control y numeraciones. Esto incrementa el gerenciamiento de las mismas, excediendo el costo de hacerlo a su beneficio.
- Es difícil determinar el costo de unidades pequeñas de trabajo en fase de planeación.
- Se crean sistemas complejos de relaciones entre los paquetes de trabajo que hacen difícil la planeación.
- El costo para crear una buena proyección de costos a un nivel inferior puede incrementar exponencialmente

3.6.1. LA REGLA DEL 100%

Buchtik (2010) se refiere a esta ley definida por Gregory Haugan²¹ la cual indica que la WBS debe incluir el 100% del trabajo definido por el alcance del proyecto y define todo los entregables en términos del trabajo a ser completado incluyendo la gerencia del proyecto.

3.7. PASOS PARA CREAR UNA WBS DE VALOR

El PMBOK[®] evidencia los siguientes procesos para la creación de una WBS (EDT), dentro de la gestión del alcance del proyecto²²:

- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto.
- Definir las actividades.
- Estimar los costos.
- Determinar el presupuesto.

²¹ HAUGAN, Gregory. Citado en MORALES, Marvin. "PROPUESTA DE METODOLOGÍA ESTÁNDAR EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS (INP) EN EL DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE FALLAS DE INTEL[®]". Universidad Para la Cooperación Internacional. San José de Costa Rica. Febrero de 2010.

²² PMBOK 4ed, pag 117

- Planificar la calidad.
- Identificar los riesgos.
- Planificar las adquisiciones.

Haughan (2002) define que una WBS se puede construir mediante la realización de cuatro procesos:

- Especificar los objetivos del proyecto y enfocarse en los productos, servicios o resultados a ser generados para el cliente.
- Identificar específicamente los productos, servicios o resultados (entregables) a ser suministrados al cliente.
- Identificar otras áreas de trabajo en el proyecto para estar seguro de incluir el 100% del trabajo requerido, resultados intermedios, o entregables complementarios.
- Subdividir cada uno de los identificables de los procesos anteriores en categorías lógicas sucesivas, hasta que su complejidad y costo puede ser unidades manejables para la planeación y posterior control (*work package*).

Para el desarrollo de una WBS se requiere conocimiento de cómo el entregable será integrado para formar el producto final, por lo cual se requiere de la participación de expertos en cada una de las áreas que sean requeridas por el proyecto.

Toda WBS (Haugan, 2002) contiene dos o más de los cinco elementos que la conforman y relacionados con la definición del PMI de un proyecto: “*esfuerzo temporal realizado para la creación de un único producto, servicio, o resultado*”.

Se puede desarrollar de diferentes formas, en la Figura 4 se resumen las formas de realizarlo según el PMI.

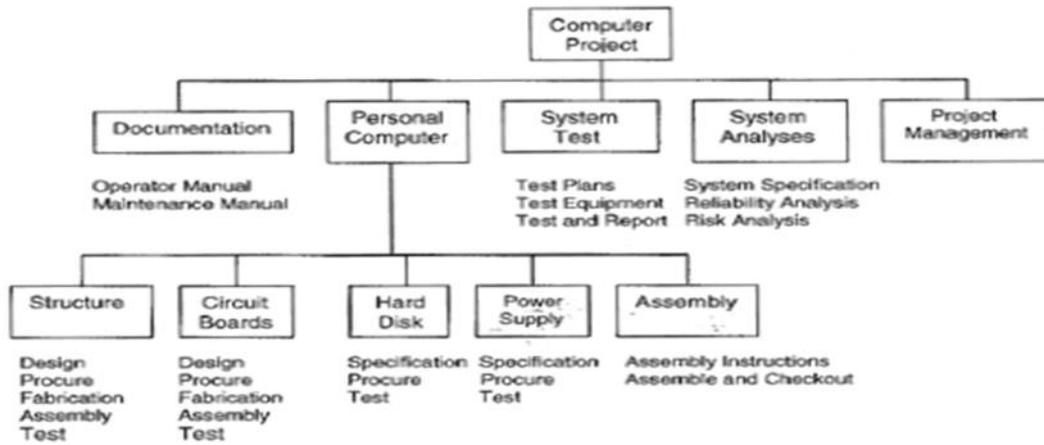
FIGURA 4 Métodos de la creación de la WBS

Método de creación de la WBS	Ventajas	Desafíos
Arriba-Abajo	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura el proyecto de forma conveniente para reportes de estado • Ayuda a asegurar que el proyecto esté lógicamente estructurado • Es de gran valor durante la lluvia de ideas para identificar entregables del proyecto • Puede incluir entregables adicionales a medida que son descubiertos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere atención constante para que no se dejen paquetes de trabajo no considerados • La WBS debe ser elaborada a un nivel suficiente para permitir el control y seguimiento por la alta gerencia
Abajo-Arriba	<ul style="list-style-type: none"> • Comienza con todos los entregables y se trabaja hacia atrás conformando el proyecto • Confirma que todos los paquetes de trabajo están incluidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica todos los entregables antes de realizar la WBS • Asegurar que los paquetes de trabajo queden agrupados de forma lógica • Puede perder atención en la generalidad del proyecto
WBS estándar	<ul style="list-style-type: none"> • Formatos son predefinidos • Facilita y promueve la consistencia entre WBS de diferentes proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer que el proyecto se encaje dentro del estándar • Puede generar inclusión de entregables no necesarios para el proyecto, o dejar por fuera entregables necesarios para el proyecto • No todos los proyectos encajan en WBS estándar
Formatos de WBS	<ul style="list-style-type: none"> • Suministran un punto de inicio en la creación de la WBS • Pueden ayudar a determinar el nivel de detalle requerido • Facilita y promueve la consistencia entre WBS de diferentes proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere encasillar el proyecto dentro de un estándar • Puede generar inclusión de entregables no necesarios para el proyecto, o dejar por fuera entregables necesarios para el proyecto • No todos los proyectos encajan en WBS estándar

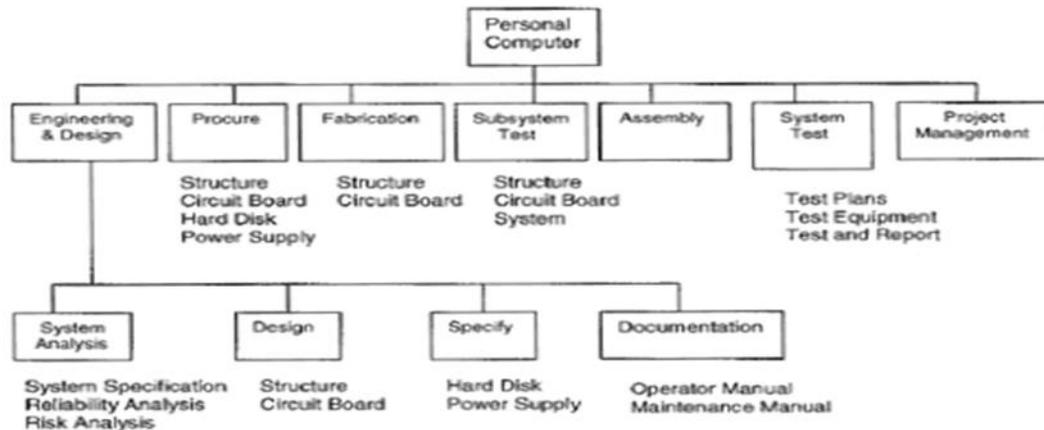
Fuente: Practice Standard for Work Breakdown Structures, 2nd Ed, p-29.

Es claro que el gerente de proyecto es el responsable de definir cuál será el acercamiento que le dará para la generación de la WBS y poder de la mejor forma comunicar a su grupo de trabajo el alcance y desarrollo del proyecto.

Figura 5. Modelos de WBS para el mismo proyecto



WBS basada en producto



WBS basada en el proceso

Fuente: Buchtik, Liliana. Secrets to Mastering the WBS in real-world projects. The most practical approach to WBS. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2010.

Buchtik (2010) desarrolla más detalladamente el proceso, en su sistema patentado²³, así:

- Obtener información.
 - *Project scope statement.*
 - Documentación de requerimientos.
 - Activos de los Procesos de la Organización.
- Definir el equipo para la creación de la WBS.

²³ Bg copyright Steps to Create a Valuable WBS

- *Stakeholders*, miembros del equipo, expertos, colegas, jefe, patrocinador, etc.
 - Analizar el alcance de trabajo / proceso iterativo.
 - Con el equipo definido anteriormente identificar y analizar el trabajo requerido para completar el proyecto.
- Determinar si usará una plantilla para la WBS.
- Definir cómo se estructurará y organizará el trabajo, no importa cómo se agrupe en los niveles superiores, los niveles inferiores siempre serán los mismos:
 - Entregables.
 - Fases del proyecto.
 - Sub proyectos.
 - Localización geográfica.
 - Áreas funcionales.
 - Otros.
- Determinar qué tipo de representación será usada.
 - Estructura de árbol.
 - Tabular.
 - Identada.

FIGURA 6 Características del esquema WBS utilizado.

	Estructura de árbol	Indentada	Tabular
SOFWARE REQUERIDO	WBS Chart Pro MindView Microsoft Visio	Procesador de texto	Excel
Velocidad para su creación	Depende de software usado	Rápido	Muy rápido
Facilidad de comunicación visual	Alta	Regular	Regular, puede mejorar con uso de colores
Facilidad para dar formato y hacer presentaciones	Alta	Regular	Buena
Impresiones en copia dura	Depende del software	Buena	Muy buena
Integración con el diccionario de la WBS	Se requiere un documento de soporte, generalmente requiere el uso de otro software	Fácil, adicionar texto debajo de cada entrada	Fácil, adicionar columnas

Fuente: Buchtik (2010)

- Determinar que software se utilizará en la creación de la WBS.
 - WBS *Chart Pro*²⁴.
 - Facilita añadir nuevos componentes.
 - Facilita la edición para mejorar la visualización de la WBS.
 - ID automático.
 - Puede generar el diccionario.
 - Amplía, expande, colapsa para facilitar la visualización de la WBS.
 - Facilita la inclusión de atributos.
 - Permite reorganizar componentes.
 - Puede integrar costos/duraciones de los componentes de nivel inferior en el superior.
 - Se sincroniza con MS Project.
 - Facilita la impresión de la WBS.
 - No requiere software adicional.
 - Puede guardarse en diferentes tipos de archivos.
 - Permite crear plantillas.
 - MindView^{25,26}

Comparte las siguientes características con Chart Pro:

 - Amplía, expande, colapsa para facilitar la visualización de la WBS.
 - Facilita la inclusión de atributos.
 - Puede integrar costos/duraciones de los componentes de nivel inferior en el superior.
 - Puede generar el diccionario.
 - Puede guardarse en diferentes tipos de archivos.
 - Facilita la edición para mejorar la visualización de la WBS.
 - Se sincroniza con MS Project.
 - Permite crear plantillas.

Se diferencia de Chart Pro en:

 - No indica automáticamente el identificador del primer nivel de la WBS.
 - Permite crear diferentes tipos de estructuras gráficas.

²⁴ Para mas información visitar www.criticaltools.com

²⁵ Para más información visitar www.matchware.com

²⁶ Para más software disponible visitar http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_mind_mapping_software y www.fremind.sourceforge.net

- Vinculación directa con MS Word.
- Permite adjuntar archivos como fotos, documentos, etc.
- Crea filtros para buscar información, permitiendo ver solo aquellas ramas de la WBS que contienen el elemento buscado.
- Permite añadir comentarios.
- Usuarios que no tengan la licencia pueden instalar el viewer.

- *MindManager*²⁷

Software similar a *mindview* con las siguientes capacidades propias:

- Vista de multimapas, que permite relacionar varios mapas mentales.
- Cambia entre estructura de árbol e indentada.
- Permite insertar *hiperlinks*.

- Microsoft Office Visio and WBS *modeler*

Buchtik (2010) recomienda el uso de este software con el *add-in* gratuito de MS llamado "Microsoft Office Visio 2007 *modeler*" que permite facilitar la edición de la WBS creada en Visio. A diferencia de Chart Pro, con los dos software instalados es posible:

- Comparar una WBS elaborada en Visio con el cronograma desarrollado en MS Project. Se evidenciarán en una ventana las diferencias entre los dos archivos, permitiendo hacer una verificación del alcance.
- *Spreadsheet Software*: Cualquier software que permita la creación de listados indentados, como MS Excel u OpenOffice. Buchtik (2010) recomienda usarlo como un primer paso en la creación de la WBS antes de definir el tipo de representación que se implementará. Además es más fácil la modificación del texto y tiene la facilidad de manejar nombres extensos.
- *Microsoft Office Project and WBS director*: Permite la generación de listados indentados.
- *WBS director*²⁸: Interface gráfica para la generación de WBS en formato de árbol y la generación del diccionario de la WBS. Permite seguir

²⁷ Para más información visitar www.mindjet.com

²⁸ Para más información visitar www.qpmusa.com/WBS-Director.html

trabajando en *Project* con nuevas ventanas, y manejarla integradamente.

- Primavera P6²⁹

Primavera crea automáticamente la WBS cuando se genera el archivo para el cronograma del proyecto. Permite además:

- Asignar atributos con los cuales se puede posteriormente realizar filtros.
 - Se puede relacionar con la OBS y mostrar el trabajo asignado a cada una de las personas del grupo de trabajo.
 - Se puede sumar atributos a varios niveles de la WBS.
 - Cambiar entre estructura tabular y de árbol.
 - Expandir, contraer, resaltar, secciones de la WBS.
 - Manejo de programas.
 - Integración de costo y cronograma.
 - Uso de plantillas.
- Aplicar la técnica de desglose.

Haugan (2002), recomienda que para proyectos cuyo objeto es un servicio, se utilice un proceso de abajo hacia arriba, ya que para estos proyectos es más simple definir una serie de características que el servicio debe tener y después ir agrupándolas asegurándose de tener todo lo que se espera del servicio:

- Aplicar la regla del 100%.
- Verificar el nivel de desglose.
- Asignar identificador de la WBS a cada componente (automático si se usa un software especializado).
- Identificar los niveles de la WBS.
- Verificar los nombres de los componentes.
- Añadir atributos.
- Responsable.
- Costo.
- Tiempo.
- Obtener comentarios de los stakeholders.
- Crear el diccionario de la WBS. El software usado para la generación de la WBS puede ayudar a generar la plantilla del diccionario de la WBS, por ejemplo:

²⁹ Para más información visitar www.oracle.com

- *MindView*: permite exportar a MS Word.
 - *WBS Chart Pro*: suministra un archivo ejemplo con un diccionario de WBS que puede ser usado para la generación del diccionario de la WBS del proyecto.
- Obtener aprobación de la WBS.
 - Comunicar el alcance.
 - Hacer relaciones entre la WBS, el cronograma y el presupuesto.
 - Generar una línea base de alcance.
 - *Project scope statement*.
 - WBS.
 - Diccionario de la WBS.

Haugan (2002) indica que la WBS es una “herramienta útil en cada una de las nueve áreas del conocimiento de la Gerencia de Proyectos del PMBOK. Suministra el esquema de trabajo para interrelacionar todas las funciones gerenciales con las áreas específicas de trabajo del proyecto”.

El uso de plantillas no debe definir el alcance de los proyectos, es la línea base usada como la primera lista de chequeo por el gerente de proyecto para verificar que nada del alcance pueda quedar por fuera; una vez realizado este chequeo, el gerente de proyecto empieza su gestión con el grupo de trabajo. El uso de plantillas es altamente recomendado por Buchtik (2010) y enfatiza en la dificultad que enfrenta la organización para encontrar una que se ajuste a sus necesidades la primera vez que la realiza.

El trabajo realizado en esta disertación, pretende ser de gran valor al aplicar a un trabajo específico dentro de la organización la metodología de la WBS que puede ser replicada como base en el desarrollo de otros proyectos.

Uso de la WBS en control de alcance, tiempo y costos: La definición del alcance se realiza durante las fases de Iniciación y Planeación del proyecto. En la primera se define globalmente, y en la segunda se da una descripción total. El proceso debe incluir:

- Definir requerimientos.
- Definir alcance.
- Crear la WBS.

La línea base del proyecto está definida por:

- Declaración de alcance (*Scope statement*).
- WBS.

- Diccionario de la WBS.

Es importante para la creación de la WBS tener presente la recolección y definición de los requerimientos del producto. Una WBS debe estar orientada a cumplir todos los requerimientos del (proyecto) producto.³⁰

De igual forma es muy importante generar un documento que defina lo que NO está dentro del proyecto, para claridad de las personas que lean la WBS. Este documento puede ser tan sencillo como un listado.

En (MODEL PLANNING AND CONTROLLING SYSTEM FOR EPC OF INDUSTRIAL PROJECTS 1987), documento emitido por la CII, indica que la mejor práctica para el control de un proyecto es el uso de la WBS y CBS, la primera para el alcance y la segunda para el costo. Igualmente indica que la WBS es usada para construir el sistema de control de cronograma. En el documento se ratifica que el control debe hacerse a nivel de paquetes de trabajo con entregables medibles. (WORK PACKAGING FOR PROJECT CONTROL 1988) Desarrolla este concepto definiendo que la programación general se hace a nivel de paquetes de trabajo, y que el cronograma se realiza posteriormente para el desarrollo de las actividades por cada uno de los ejecutores particulares para cumplir las metas definidas al nivel superior.

Tiempo: La WBS y el cronograma deben estar integrados asegurando así que todos los aspectos del alcance del proyecto hayan sido adecuadamente definidos e incluidos en el cronograma³¹. Buchtik (2010) recomienda incluir en el cronograma una columna con el ID de su WBS, esto permite:

- Asegurar que todo el trabajo definido en la WBS tiene su plan de trabajo asociado.
- Asegurar que solo el trabajo que esté aprobado por la WBS sea ejecutado

Costo: La WBS puede ser útil en las primeras definiciones del costo del proyecto, al segmentar el proyecto en entregables medibles, que fácilmente pueden ser identificados por los miembros del proyecto y así se puede mediante la Agregación de Costos, dar un mejor estimativo.

Comunicaciones: La WBS no solo ayuda a mejorar la comunicación del alcance, sino que también ayuda a la generación del plan de comunicaciones del proyecto.

El uso de colores:

³⁰ Practice Standard for WBS – Edición 2. Pag 20.

³¹ Practice Standard for Scheduling – Edición 2. Pag 15.

- Para cada nivel de la WBS permite una visualización más rápida y mejor entendimiento, especialmente cuando su impresión viene en varias hojas.
- También se puede usar el color para identificar diferentes etapas en la entrega de un proyecto.
- Puede identificar el estado de progreso (a tiempo, sin empezar, completado, en riesgo).
- Diferenciación del trabajo que se realizará dentro de la organización y fuera de ella. Estos paquetes de trabajo son gestionados por el equipo de trabajo o por un subcontratista, cuya responsabilidad queda definida por el mismo paquete.

Importante incluir todos los requerimientos del cliente en cuanto a reportes y comunicaciones como parte de la WBS para así identificar el tiempo que se empleará en su realización.

Gerencia de Riesgos: Analizando el proyecto por cada paquete de trabajo, es más probable identificar los riesgos asociados con cada uno, mejorando así la identificación de riesgos del proyecto. De igual forma, se generan planes de respuesta asociados a cada paquete de trabajo y las contingencias para los riesgos serán manejadas concretamente en la realización de cada uno de los entregables del proyecto y no como un global para cubrir las deficiencias en planeación.

Adquisiciones: Kerzner (2009) indica que en las subcontrataciones es recomendable incluir una WBS en tres niveles para que el contratista desarrolle a partir de ella su WBS detallada. Esta puede diferir de la WBS enviada, pero debe garantizar que los entregables estén igualmente identificados.

Recursos Humanos: Permite identificar responsables para cada uno de los entregables del proyecto. Es recomendable asignar directamente nombres como responsables, en vez de grupos para asegurar responsabilidad del entregable.

La OBS puede tener en su parte horizontal identificados los paquetes de trabajo de la WBS y así identificar el rol (*RACI*: Responsible Accountable Consult and Inform) de diferentes personas de la organización en el desarrollo de los entregables.

3.8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

3.8.1. EL ANÁLISIS DE LOS COSTOS

El concepto de costo, tiene sus orígenes en el desarrollo de la Teoría del Valor, Precio y Costo; tratada por los economistas clásicos y atribuible principalmente a Adam Smith quien reflexionó acerca del “Precio Justo” de los bienes y el concepto de usura³².

Dentro de este análisis, se pretendió vislumbrar el valor de las cosas y cómo el ser humano definía su precio, aun cuando dichos valores fueran radicalmente distintos. Mientras que el precio mantenía implícito el valor de uso del bien, el valor de cambio se justificaba por la cantidad de unidades que estaba dispuesto a sacrificar por dicho bien. En ambos conceptos existe un valor asociado al esfuerzo requerido (trabajo), que se debe realizar para adquirir dicho bien, esto inicialmente fue definido como el costo.

Posteriormente, en la época de la industrialización, la teoría se encaminó a determinar los factores de producción involucrados en la realización de un bien. A estos factores Tierra, Trabajo y Capital se les atribuía un precio y un valor de uso, en otras palabras, un costo. Es en ese momento, cuando se establece el costo, como el efecto de los precios de los insumos de todo producto, que con el concepto de Plusvalía, conforman el precio de un nuevo bien.

Luego de la industrialización, se desarrollaron grandes compañías, que luego se convirtieron en corporaciones, estas a su vez comenzaron a basar su progreso en las teorías administrativas y de generación de valor. Dentro de estas teorías de generación de valor, se encontró la necesidad de identificar todas aquellas acciones que implicaban una salida de recursos (dinero) y por tanto un costo. Todas aquellas actividades e insumos que se requerían para desarrollar un producto o entregar un servicio, implican una erogación de dinero, es decir un costo.

Hacia el año de 1987, Jhonson H. R. y Kaplan R. S, en su libro “La relevancia perdida. Auge y caída de la Contabilidad de Gestión”, anuncian los inconvenientes de gerenciar negocios, bajo los supuestos de la contabilidad de costos. Era necesario entonces definir el análisis de costos, integrando supuestos financieros y económicos. Este consistió en el primer acercamiento a un análisis de los costos basados en actividades, y su comportamiento en el tiempo.

³² CACHANOSKY, Juan. “*Historias de las Teorías del valor y del precio*”. Revista Libertas 20. Mayo de 1994. Instituto Educativo ESEADE.

La economía por otro lado, mediante la rama de la microeconomía, permitió realizar un estudio de los costos, pensando en el futuro de la organización y en cómo debían distribuirse y asignarse los escasos recursos. Se conoció esto como Costo Económico³³. Esta visión se orienta principalmente hacia la maximización de la utilidad, la optimización de todos los recursos y a la reducción de las erogaciones de dinero que la compañía debiera realizar. Además, la microeconomía aporta el concepto de Costo de oportunidad, que consiste en el valor de las oportunidades que se pierden o el valor de las oportunidades a las que se renuncia, por asignar dichos recursos a un determinado fin³⁴.

Las finanzas contribuyeron aportando una nueva visión para los recursos, en la cual el efecto monetario en el tiempo implica un costo.

3.8.2. EL ANÁLISIS DE LOS COSTOS EN EL MARCO DE LOS PROYECTOS

El proceso de analizar los costos, consiste en identificar la totalidad de recursos humanos y materiales que exige la fase operacional del proyecto, tanto en cantidad como en valor monetario. Esta identificación de los costos establece un orden adecuado de los valores monetarios, con el fin de poder conocer su magnitud en el horizonte del proyecto³⁵.

Germán Arboleda (2001), resalta la importancia de tener en claro que los costos de operación se reúnen en dos grupos principalmente:

Costos producción³⁶: Definidos en inglés como *Capex*, implican todas aquellas inversiones de capital que se deben realizar al principio del proyecto. Puede presentarse el caso, que durante el horizonte del proyecto, se requieran hacer inversiones adicionales. Estos están subdivididos en:

- Materiales e insumos (costos variables):
 - Materias primas (no elaboradas o semielaboradas).
 - Materiales y componentes industriales elaborados.
 - Materiales auxiliares y suministros de fábrica.
 - Servicios (agua, luz, gas, etc.).

³³ PINDYCK, Robert y RUBINFELD, Daniel. "Microeconomía". Prentice Hall, 5ta edición. 2001. Cap. 7: El coste de Producción. Pag. 208.

³⁴ *Ibíd.*

³⁵ ARBOLEDA, Germán. "Proyectos: Formulación, Evaluación y Control". Ac Editores. 4ta Edición 2001. Cap. 10: Costos de Operación y Financiación. Pag. 278

³⁶ *Ibíd.*

- Mano de obra directa (en general, costos variables). Debe incluir la remuneración, las prestaciones sociales, las indemnizaciones, bonificaciones y otros desembolsos relacionados con un sueldo o salario.
- Gastos generales de fabricación (en general, costos fijos)
 - Mano de obra indirecta.
 - Material auxiliar: combustibles y lubricantes, útiles de aseo, etc.
 - Suministros de oficina.
 - Servicios: energía, comunicaciones.
 - Repuestos.
 - Reparación y mantenimiento.
 - Seguros.
 - Arriendos.
 - Eliminación de efluentes.
- Depreciación:
 - De edificios.
 - De maquinaria y equipos.
 - De vehículos.
 - De herramientas.
 - De muebles y enseres.

Gastos Operativos³⁷: Definidos en inglés como *Opex*, implican todas aquellas salidas de dinero, que se deben realizar durante la realización del proyecto. Estos están subdivididos en:

- Gastos generales de administración.
 - Sueldos y salarios.
 - Suministros de oficina.
 - Servicios.
 - Comunicaciones.
 - Gastos de ingeniería.
 - Alquileres.
 - Seguros (inmobiliarios).
 - Impuestos (inmobiliarios)

³⁷ *Ibíd.*

- Gastos generales de ventas
 - Capacitación de vendedores y comerciantes.
 - Publicidad.
 - Gastos de viajes.
 - Servicios postventas.

- Gastos generales de distribución.
 - Contenedores y embalajes.
 - Fletes y transporte.
 - Comisiones.

- Amortización de diferidos. Estos gastos corresponden a la amortización de los gastos pre-operativos o inversiones amortizables.

3.8.3. LOS COSTOS A CORTO PLAZO³⁸

Para la evaluación de los costos en el corto plazo, se debe diferenciar el concepto de los costos fijos y variables: Los costos fijos, son aquellos que no varían cuando varía la cantidad producida,³⁹ y los costos variables, son aquellos que varían cuando varía la cantidad producida⁴⁰.

En el horizonte del corto plazo, surge el concepto de costo marginal, que indica el aumento que experimenta el costo, cuando se produce una unidad más⁴¹. Esto se entiende, porque el costo fijo no varía al aumentar la producción, en tanto que el costo variable, impacta directamente los costos totales y el costo promedio, que se utiliza para definir el precio de venta. El cálculo del costo total promedio, se obtiene dividiendo los costos totales entre el nivel de producción actual⁴².

³⁸ PINDYCK, Robert y RUBINFELD, Daniel. “*Microeconomía*”. Prentice Hall, 5ta edición. 2001. Cap. 7: El coste de Producción. Pag. 213.

³⁹ MANKIW, Gregory. “*Principios de Economía*”. Mc Graw Hill. 3ra Edición. 2004. Cap. 13. Los Costes de Producción. Pag. 170.

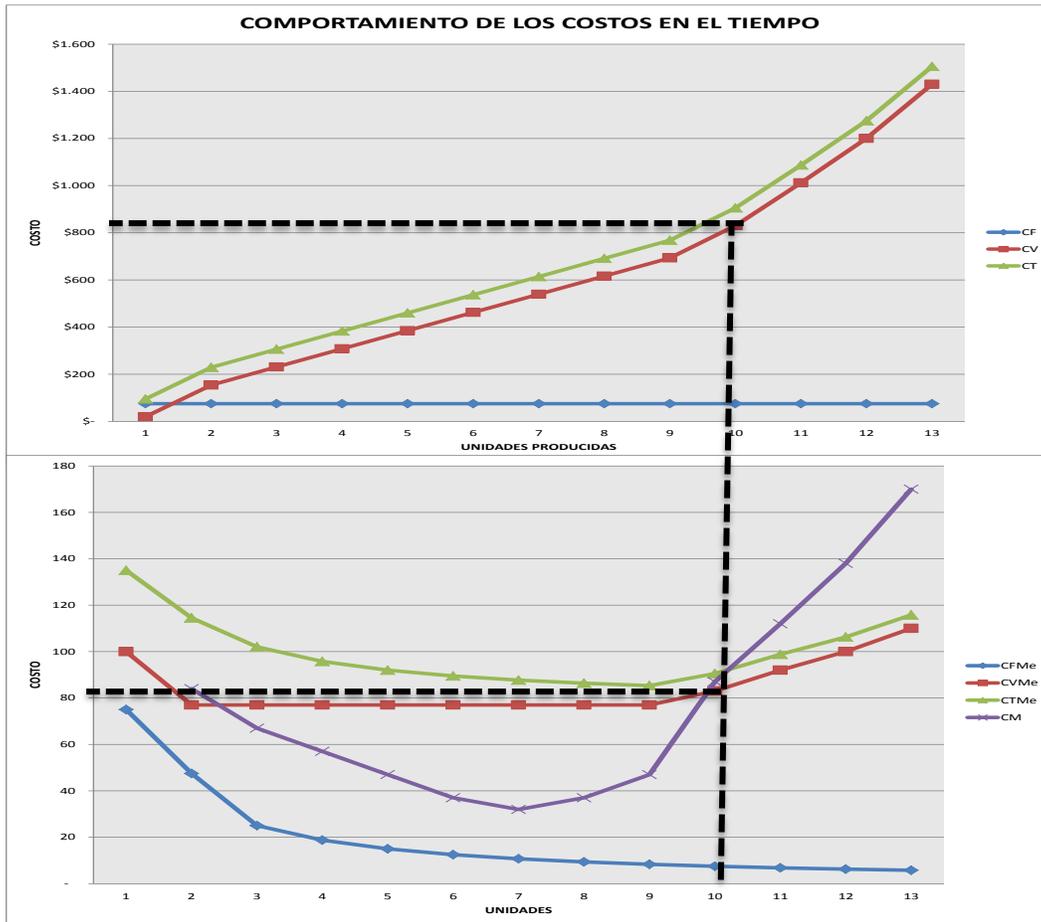
⁴⁰ *Ibíd.*

⁴¹ PINDYCK, Robert y RUBINFELD, Daniel. “*Microeconomía*”. Prentice Hall, 5ta edición. 2001. Cap. 7: El coste de Producción. Pag. 213.

⁴² *Ibíd.*

Teniendo en cuenta dichos supuestos, se pueden graficar las curvas de los costos que mencionados y de esta manera, obtener un análisis gráfico del comportamiento de los costos en el corto plazo:

FIGURA 7 Curvas de costos de una empresa.



Fuente: Los Autores basados en Pyndick (2001)

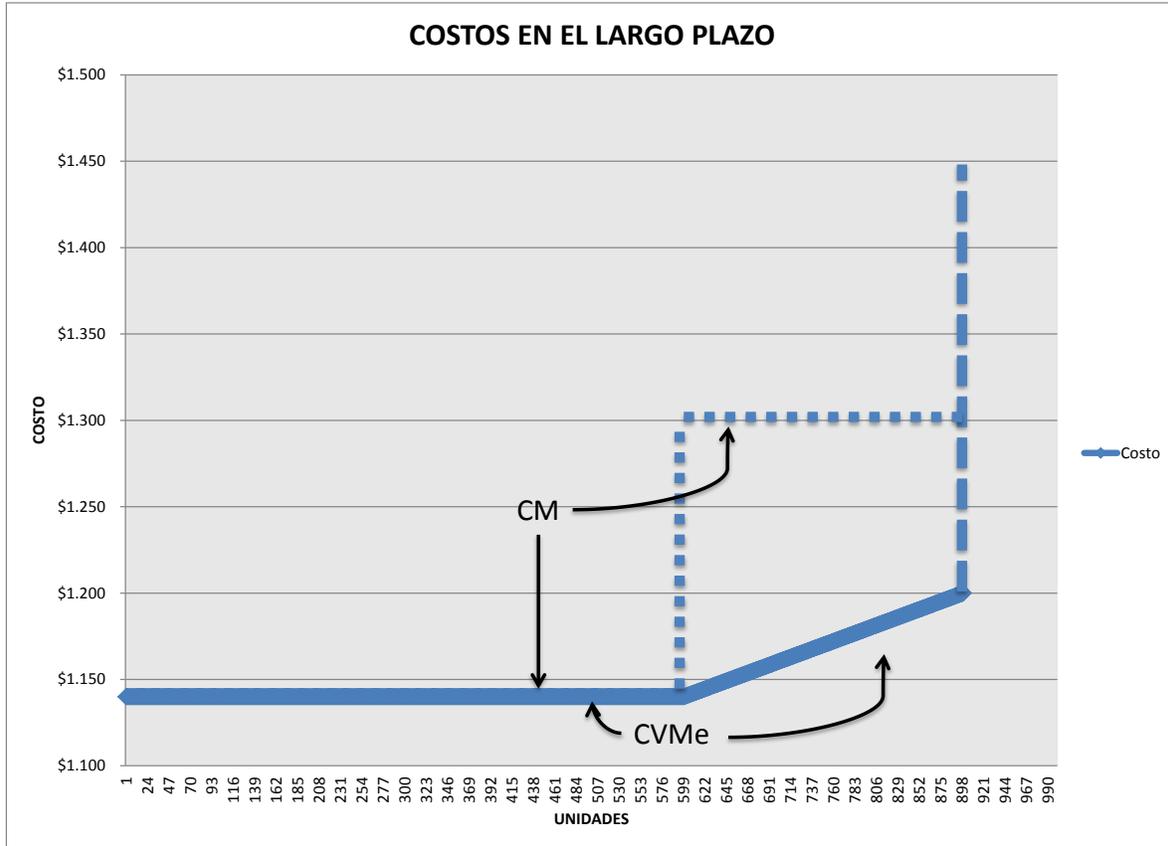
“En la imagen superior, el Costo Total CT es la suma vertical del Costo Fijo CF y el Costo Variable CV. En la segunda gráfica, El Costo Total Medio (CTMe) es la suma del Costo Variable Medio, y el Costo Fijo Medio, CFMe. El Costo Marginal CM, corta las curvas CVMe y CTMe en sus puntos mínimos”⁴³.

⁴³ Ibíd.

3.8.4. LOS COSTOS A LARGO PLAZO⁴⁴

En el largo plazo, muchos de los costos que se consideraban fijos, se tornan variables, particularmente por las inversiones adicionales que se debe realizar para ampliar la capacidad de producción. La siguiente imagen muestra dicho comportamiento:

FIGURA 8 Los costos variables a largo plazo



Fuente: Los Autores basados en Pyndick (2001)

El Costo Variable Medio CVMe, es constante hasta que se debe aumentar la capacidad, lo que genera un incremento en el Costo Marginal CM y en el mismo CVMe.

⁴⁴ Ibid.

3.9. IMPORTANCIA DE LA WBS EN LA REALIZACIÓN DE UN CORRECTO ANALISIS COSTO BENEFICIO

En el presente capítulo los autores muestran como encuentran apropiado el uso de la WBS como herramienta para la correcta captura de la información requerida para el análisis costo beneficio.

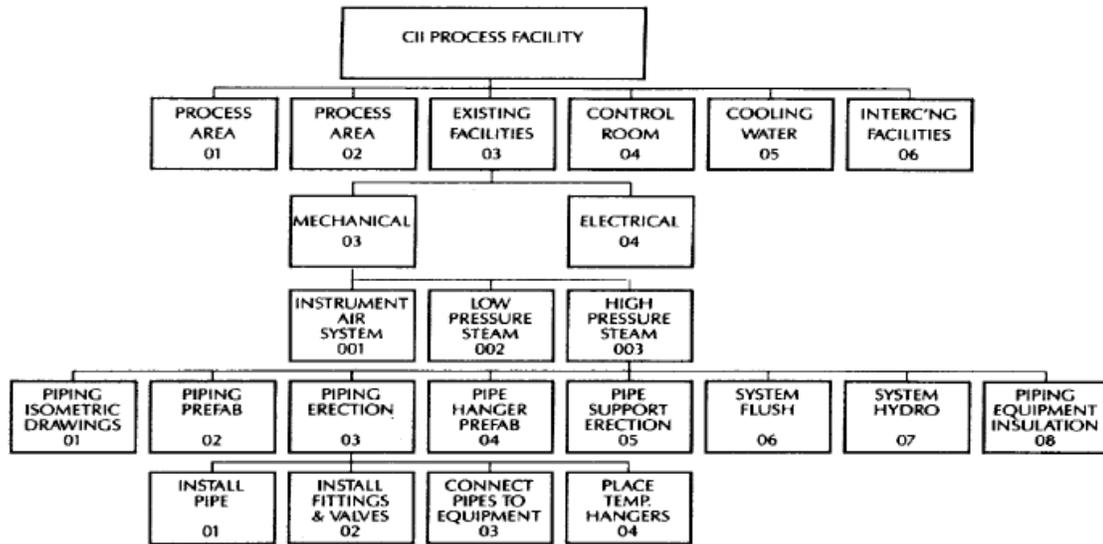
(Casas 2012) indica que un aspecto clave dentro del desarrollo de los proyectos es la definición de su alcance, y que la WBS es un valioso procedimiento para facilitar el trabajo de la evaluación financiera del proyecto; tanto así que en el documento se plantea desarrollar una WBS para la evaluación financiera, entendida como un proyecto particular que tiene como entregable el informe final de la evaluación financiera incluyendo: Hallazgos, Conclusiones y Recomendaciones.

La WBS evidentemente permite al evaluador un apropiado entendimiento del alcance del proyecto para poder así evitar la consideración de aspectos relativos al proyecto en el análisis de costos/beneficios. De igual forma permite ver las particularidades del proyecto, las inter-relaciones que pueda tener con otros proyectos que se estén adelantando o evaluando simultáneamente al interior de la empresa, y la relación con el entorno económico, social y político.

La CII en (WORK PACKAGING FOR PROJECT CONTROL 1988) define una estructura para proyectos EPC⁴⁵, la cual en su nivel superior divide el alcance del proyecto en las fases de su ejecución (ingeniería, compras, construcción, etc) y posteriormente descompone el elemento Construcción por áreas geográficas y sistemas comunes (vías, utilidades, etc). Recomienda igualmente hacer la subdivisión de los elementos de ingeniería compatibles con la descomposición realizada para construcción, lo cual es esencial si el proyecto se está desarrollando en *Fast-Track*, ya que la ingeniería se está desarrollando en paralelo con la compra y la construcción.

⁴⁵ EPC: Engineering Procurement and Construction: Tipo de contrato en el cual se asigna la ejecución a una empresa de: Ingeniería Conceptual, Ingeniería Detallada, Compras, Construcción, Arranque de una facilidad industrial.

FIGURA 9 WBS para una facilidad



Fuente: CII en (WORK PACKAGING FOR PROJECT CONTROL 1988) Figura 7 pag 23

Es importante notar, que en este documento se señala que la WBS no estará completa si no hay un responsable para el desarrollo de la planeación y ejecución de cada uno de los paquetes de trabajo y por esto lo deja claramente indicado dentro del sistema de codificación que se plantea.

La WBS se codifica y de igual forma se codifican los elementos de costo adicionales para conformar la CBS⁴⁶. En (WORK PACKAGING FOR PROJECT CONTROL 1988) se plantea un esquema de numeración para permitir el control de todos los entregables, tanto de ingeniería, compra y construcción que forman los paquetes de trabajo y llevar un seguimiento controlado de la ejecución del proyecto durante sus diferentes fases.

⁴⁶ Cost Breakdown Structure

FIGURA 10 CBS desarrollada a partir de WBS.

XX	XX	XX	X	XXX	XX	XX
Project	Area	Discipline	Responsibility	System/Component	Activity	Process
Project		01 = CII Project				
Area		01 = Process Area 01				
		02 = Process Area 02				
		03 = Existing Facilities				
		04 = Control Room				
		05 = Cooling Water				
		06 = Interconnecting Facilities				
Discipline		01 = Earthwork				
		02 = Structural				
		03 = Mechanical				
		04 = Electrical				
		05 = Instrumentation				
		06 = Materials Control				
		07 = Quality Assurance				
		08 = Project Management				
		09 = Training				
		10 = Miscellaneous				
Responsibility		A = Civil Superintendent				
		B = Mechanical Superintendent etc.				
System		001 = Instrument Air				
		002 = Low Pressure Steam				
		003 = High Pressure Steam				
		004 = Power, 13.8 kva				
		005 = Cooling Water				
		006 = Lube Oil				
		007 = Condensate				
		008 = Depropanizing				
		009 = Fire Control etc.				

Fuente CII en (WORK PACKAGING FOR PROJECT CONTROL 1988) Tabla 2 pag 22

4. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA WBS Y EL MODELO DE ESTIMACIÓN COSTO BENEFICIO PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CEPCOLSA

En el presente capítulo se ofrece una explicación desde lo general a lo particular del negocio de la exploración y producción de hidrocarburos en Colombia, la posición de CEPCOLSA en este mercado y el alcance de los proyectos de infraestructura que desarrolla la compañía para la obtención del crudo.

La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ha establecido los escenarios propicios para la exploración y producción de crudo. El 2012 marcó un récord en materia de inversiones en minería y petróleo, que a diciembre alcanzaban los 13.122 millones de dólares⁴⁷.

La producción petrolera en 2012, superó el millón de barriles por día hacia final de año⁴⁸. Para el 2013 las metas trazadas por el Ministerio de Minas y Energía son ambiciosas en este sector. Se espera sostener la producción arriba del millón de

⁴⁷ *Proyecciones minero-energéticas para 2012*. Revista Dinero.com. Available on World Wide Web: <http://m.dinero.com/negocios/articulo/proyecciones-minero-energeticas-para-2012/142566>. Fecha y Hora de la consulta: 25/02/2012.

⁴⁸ Ibid.

barriles diarios y en la proyección a 2020 la meta es lograr extraer 1,45 millones de barriles diarios.

Dentro del contexto mencionado anteriormente la Compañía Española de Petróleos, S.A.U. (CEPSA) decide constituir una filial en Colombia -Compañía Española de Petróleos en Colombia SA. (CEPCOLSA)- con el fin de atacar las oportunidades de crecimiento que brinda el país. Es así como La ANH mediante un contrato de exploración y producción, le concedió a CEPCOLSA los derechos para desarrollar dichas labores en el Bloque Llanos 22 ubicado en el Departamento del Casanare, municipio de Aguazul.

Una vez realizado por parte de CEPCOLSA el proceso de adquisición de datos mediante sísmica, la información proveniente del estudio del bloque proporciona datos acerca de unas reservas considerablemente viables para su perforación y producción. En este estudio se establece el espacio óptimo para la ubicación del pozo, el cual se nombra RQI.

Considerando lo anterior y los compromisos adquiridos con Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) se cuentan con 2 años a partir de Diciembre de 2011 con el objeto de desarrollar y poner en producción el Campo RAMIRIQUI, para lo cual se plantea el proyecto con el objeto de establecer las alternativas tecnológicas, los requerimientos técnicos y el grado de inversión con el fin de desarrollar la infraestructura requerida para garantizar la operación y puesta en producción del campo.

Con la entrada del Campo RQI dentro del programa de perforación, se estima que los pronósticos de producción de los pozos exploratorios en etapa de pruebas extensas (LTT) de 2012 y 2013 serán de 5 KBOPD.

Este panorama requiere de un cambio en la gestión de proyectos que se viene adelantando al interior de la organización CEPCOLSA, con el fin de apuntar a los objetivos estratégicos de la empresa referidos al incremento en la producción, mayor participación en el sector del *oil & gas* en Colombia, el crecimiento organizacional y el beneficio en las zonas de influencia donde opera la compañía.

4.1. DESARROLLO DE LA WBS GENERAL PARA LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL ÁREA DE DESARROLLO DE CEPCOLSA

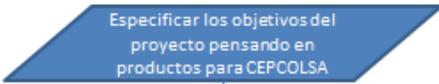
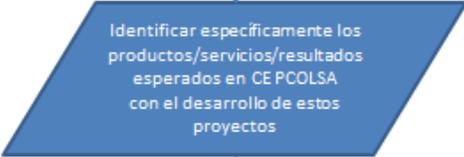
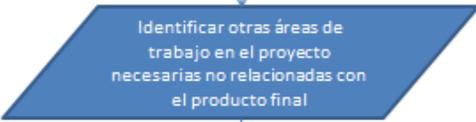
El presente capítulo se enfocará en el producto del proyecto, sus entregables, declaración de alcance, WBS y evaluación de costos / beneficios y la relación entre cada uno de ellos.

Basado en las definiciones estudiadas, Haughan (2002), ver capítulo “Creación de una WBS de valor”, los autores siguieron el proceso descrito en la figura adjunta para generar el formato de la WBS que requería CEPCOLSA.

En la figura se indica el método seguido por los autores para adelantar cada uno de los procesos definidos por Haughan, los objetivos que se acordaron con CEPCOLSA y el resultado final obtenido por los autores.

FIGURA 11 Proceso de creación de la plantilla de la WBS.

Proceso adelantado para la definición de la plantilla WBS
Para los proyectos de infraestructura de CEPCOLSA

Proceso adelantado	Método	Objetivo	Resultado
 <p>Especificar los objetivos del proyecto pensando en productos para CEPCOLSA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reuniones con CEPCOLSA - Análisis de los proyectos anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> - Moderar reunión - Concertar con las directivas los objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de objetivos de los proyectos de inversión
 <p>Identificar específicamente los productos/servicios/resultados esperados en CEPCOLSA con el desarrollo de estos proyectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de proyectos anteriores - Estudio de ingeniería de las facilidades requeridas - Alineación de los objetivos del proyecto con los objetivos de CEPCOLSA 	<ul style="list-style-type: none"> - Listar los productos principales del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Primera aproximación a la definición del primer nivel de desglose del proyecto - Listado de entregables relevantes para el proyecto
 <p>Identificar otras áreas de trabajo en el proyecto necesarias no relacionadas con el producto final</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del entorno en el cual se ejecuta el proyecto - Reuniones con especialistas - Reuniones con CEPCOLSA 	<ul style="list-style-type: none"> - Completar el alcance del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de entregables requeridos para la realización del proyecto
 <p>Proceso de desglose</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizará el método patentado por Buchtik. Bg copyright Steps to Create a Valuable WBS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de la plantilla de WBS para los proyectos de CEPCOLSA - Descomponer en forma jerárquica los entregables y el trabajo del proyecto para la realización del análisis de C/B. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plantilla de la WBS - Diccionario de la WBS

Fuente: Los autores

Una vez adelantados los primeros tres procesos, en los cuales se busca la identificación y caracterización del objeto de la WBS y el entorno en el cual será

utilizada, se procedió a realizar el proceso de desglose del proyecto, creando así la plantilla de la WBS y su diccionario.

A continuación se describirán los tres primeros procesos de identificación del proyecto para la definición de su WBS

4.1.1. PROCESOS REALIZADOS EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

El proceso de planeación del proyecto “*Diseño de la WBS para la estimación de costos y beneficios de los proyectos de hidrocarburos del área de desarrollo de nuevos campos de CEPCOLSA*” está direccionado por solicitud del patrocinador del proyecto CEPESA COLOMBIA S.A específicamente al proyecto de construcción de la facilidad temprana de producción (EPF) del pozo RQI, ubicado en el municipio de Aguazul Casanare, proyecto en ejecución actualmente.

En el proceso que se muestra a continuación, se puede observar que el sponsor del proyecto es el Gerente de CEPCOLSA. Las siglas PM y PG se refieren al gerente y al equipo del proyecto del trabajo de grado, es decir los autores.

Los *stakeholders* son los gerentes de proyecto y los contratistas de diseño y construcción de CEPCOLSA, identificados como usuarios finales dentro del proceso, que formaron un staff vinculado con el proyecto.

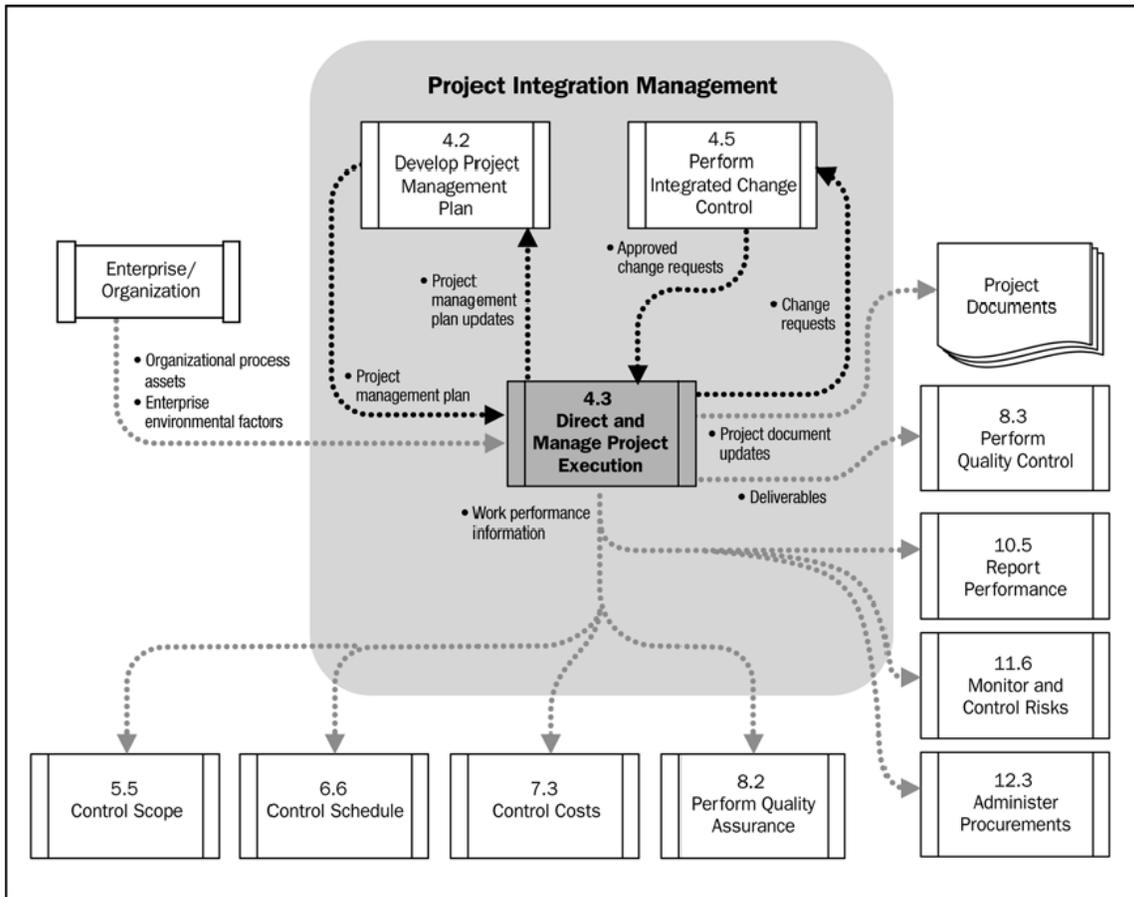
FIGURA 12 Procesos adelantados por los autores para la identificación.

IDENTIFICACIÓN		En esta tabla se listan las actividades relacionadas con la adquisición de información y preparación para la realización de la WBS		
Entrada	Actividad	Registro	RACI	
Declaración del Alcance del Proyecto	Obtener Información Definición macro del proyecto	Mapa del nivel 1 de la WBS y Procesos principales para el desarrollo del proyecto	PM	A
			Sponsor	C
			PG	I
			Stakeholders	I
Activos de los Procesos de la Organización	Definición del equipo de trabajo para la creación de la WBS		PM	R
			Sponsor	A
			PG	I
			Stakeholders	I
Documentación de Requerimientos	Definir el uso de una plantilla		PM	A
			Sponsor	I
			PG	C
			Stakeholders	I
	Definir organización de la WBS		PM	A
			Sponsor	
			PG	I
			PG-L	R
	Definir representación de la WBS		PM	A
			Sponsor	
			PG	I
			PG-L	R
	Definir Software		PM	A
			Sponsor	
			PG	I
			PG-L	R

Fuente: Los autores

La planeación del proyecto se orienta a establecer los entregables, su proceso de producción, la WBS, el cronograma y el presupuesto para satisfacer los requerimientos como lo describe la figura a continuación:

FIGURA 13 Etapa de planeación



Fuente: “*Administración de proyectos I*”. Introducción a la Administración de Proyectos. Wordpress. Available on world wide web: <https://serchlg.wordpress.com/2013/03/>. Fecha y hora de consulta: 02/04/2015.

Previo a la elaboración de la declaración de alcance del proyecto se alineó el mismo con los objetivos estratégicos de la organización, la cual se muestra a continuación⁴⁹:

⁴⁹ CEPSA. Responsabilidad Corporativa. La Responsabilidad Corporativa en CEPSA. “*Nuestro entendimiento – Nuestro compromiso*”. Available on World Wide Web: http://www.cepsa.com/cepsa/Quienes_somos/Responsabilidad_corporativa/La_Responsabilidad_Corporativa_en_CEPSA/Nuestro_entendimiento/ Fecha y hora de consulta: 3 de febrero de 2012, 6:15 pm.

FIGURA 14 Alineación estratégica del proyecto

OBJETIVO INSTITUCIONAL	OBJETIVO ESTRATEGICO	APORTE DEL PROYECTO
La creación de valor y la salvaguarda de los intereses de los accionistas	Incrementar las reservas probadas de los pozos exploratorios del Casanare	Brindar una alternativa desde las buenas practicas en gerencia de proyectos que permitan hacer una evaluaciona eficiente de los proyectos, un seguimiento eficaz a la ejecución de proyectos y a la inversión de recursos requerida.
	Incrementar la producción diaria de los pozos exploratorios del Casanare	Generar una referencia grafica del alcance del proyecto asociado al trabajo requerido para su ejecucion en todas sus etapas, sus responsables y recursos a cargo, permitiendo realizar un costeo mas eficiente y asi realizar una evaluacion financiera acertada.
El Fortalecimiento del compromiso de toda la organización con la Responsabilidad Integral y las Buenas prácticas corporativas en todas las actividades	Asegurar el cumplimiento de las políticas y estándares de CEPCOLSA en términos ambientales, de calidad, de responsabilidad Integral y aspectos legales en cada uno de los proyectos de Exploración y Producción de Pozos exploratorios del Casanare	Familiarizar a CEPCOLSA con las buenas practicas en la gerencia de proyectos que le permitan alcanzar los resultados esperados dentro del alcance, tiempo, presupuesto, calidad, y administrando los riesgos inherentes de cada proyecto.

Fuente: CEPCOLSA – los autores.

A continuación se describen los resultados generales de la ingeniería conceptual realizada con el objeto de cumplir los lineamientos de la gerencia de CEPCOLSA, la cual establece los requerimientos *Input* a los siguientes procesos básicos de planeación.

4.1.2. REQUERIMIENTOS CORPORATIVOS EN TÉRMINOS DE CAPACIDAD Y PERFILES DE PRODUCCIÓN

El esquema de proceso propuesto para el desarrollo de la prueba extensa de producción contempla la capacidad de 3 KBFPD y 5 MMSCFD. Será un diseño que permita el crecimiento modular y la implementación de las diferentes fases del proyecto (Fases 1 (LTT) y Fase 2 (EPF)).

técnicos definidos por el área de desarrollo de CEPCOLSA en la ingeniería conceptual del proyecto.

4.1.5. REQUERIMIENTOS EN SISTEMAS DE PROCESO, AUXILIARES E INDUSTRIALES

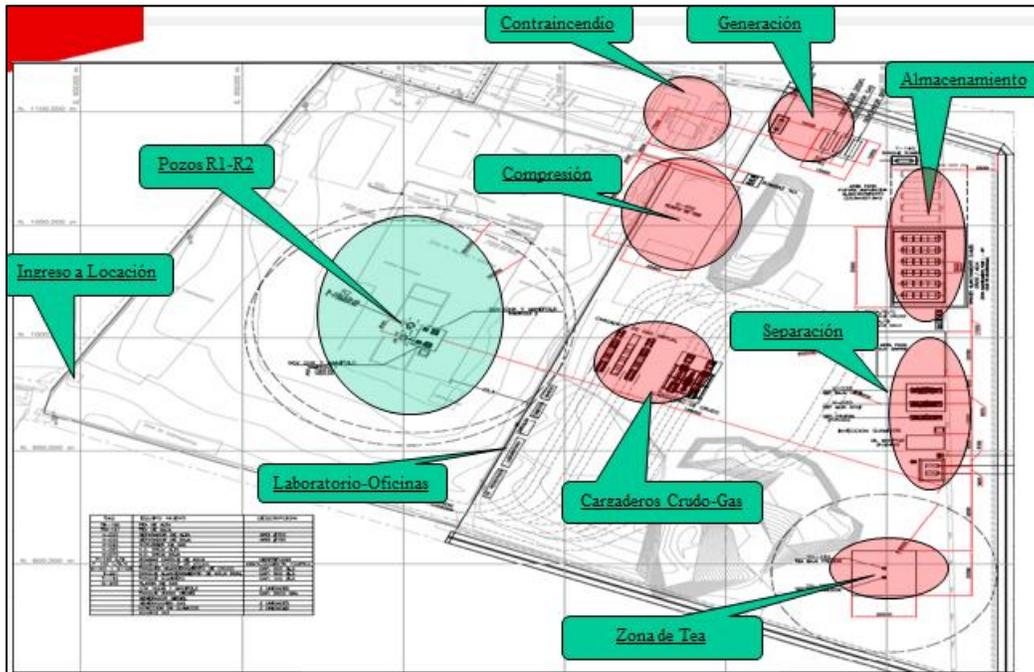
- Contempla los sistemas y equipos necesarios para la producción, tratamiento, almacenamiento del crudo tratado, disposición del agua, aprovechamiento del gas para generación eléctrica.
 - Sistema de Separación.
 - Sistema de Almacenamiento y Despacho (Crudo y Agua).
 - Sistema de Medición (Estática-Dinámica).
 - Sistema de Químico.
 - Sistema de Aire de Instrumentos.
 - Sistema de Venteo y TEA.
 - Sistema de Drenaje Aguas Lluvias y Aceitosas.
 - Sistema de Combustible Diesel, Planta de Fuel Gas.
 - Sistema Contra-Incendio.
 - Sistema de Generación, Transformación, Distribución e Iluminación (Dependiendo del Área y Los Equipos).
 - Sistema de Puesta a Tierra y Pararrayos.
 - Kit de Contingencia.
 - Sistema de Compresión y cargue de Gas.

El transporte del crudo se realizará mediante tracto camiones y se transportará hacia las estaciones de descargue en las cuales CEPCOLSA cuenta con nominación aceptada para el sistema de oleoductos.

Se contempla la utilización de parte del gas de producción para generación de la energía eléctrica necesaria para los equipos de las facilidades, del campamento y del sistema de iluminación de la locación. Las facilidades de producción de pruebas extensas (LTT) y de producción temprana (EPF) para pozos de alto riesgo ambiental y social, y Presencia de Gas y altas presiones, requieren ser construidas y operadas con alto estándar HSEQ.

Se presenta a continuación El PLOT PLAN preliminar de la locación incluyendo la ubicación preliminar de las obras civiles y de los equipos principales de proceso y almacenamiento:

FIGURA 16 Distribución de planta del EPF - RQI



Fuente: CEPCOLSA

4.1.6. REQUERIMIENTOS EN OBRAS CIVILES

El alcance de las obras civiles consiste en la ejecución de trabajos que permitan el desarrollo de las facilidades de producción y despacho del crudo producido. Para lo cual se tienen las siguientes premisas:

- Utilizar parte del área de la plataforma y las placas existentes. Sin interferir con el radio de operación del taladro.
- Los equipos deberán ser montados sobre skids.
- Las plataformas de equipos deberán ser en suelo – cemento.
- Los diques deberán ser construidos con Geo-Membrana cumpliendo lineamientos mínimos de HSEQ de CEPCOLSA.
- El cargadero de la locación deberá cumplir con todos los estándares HSEQ de CEPCOLSA, cargue elevado, huellas, pasarelas, líneas de vida certificadas, etc.

4.1.7. REQUERIMIENTOS EN MONTAJES ELECTROMECA'NICOS

El alcance de las obras electromec'nicas contempla la interconexi3n mec'nica y el'ctrica de cada uno de los equipos principales y utilitarios que comprenden la facilidad. Para lo cual se tienen las siguientes premisas:

- Tubería soldada en las fases del proceso de alta presi3n, especificadas para el manejo de gas.
- Tubería de golpe/acople r'pido para la fases de proceso de baja presi3n, interconexi3n entre separadores trif'asicos, e interconexi3n de tanques de almacenamiento y bombas del cargadero (crudo y agua), tubería especificada para el manejo de gas.
- Iluminaci3n a prueba de explosi3n, malla a tierra, sistema para-rayos.
- Las l'neas el'ctricas deber'n ser instaladas sobre bandejas porta-cables cumpliendo lineamientos t'cnicos y HSEQ de CEPCOLSA.
- El sistema puesta tierra y para-rayos deber' cumplir con los lineamientos t'cnicos y HSEQ de CEPCOLSA.

4.1.8. REQUERIMIENTOS EN EQUIPOS/V'LVULAS PRINCIPALES

- Choke Manifold en cabeza de pozo.
- V'lvula de cierre de emergencia (SDV) en cabeza de pozo.
- Separador trif'asico de media presi3n ANSI # 300, equipado con v'lvulas de control de presi3n, de seguridad y dem'as instrumentos que garanticen la integridad del proceso y los equipos.
- Separador trif'asico de baja presi3n ANSI #150, equipado con v'lvulas de control de presi3n, de seguridad y dem'as instrumentos que garanticen la integridad del proceso y los equipos.
- Tanques de almacenamiento/fiscalizaci3n de crudo horizontales de 500 BBLs se'nalizados, estampe ASME, con pasarelas entre s' y barandas.
- Bombas del cargadero (Crudo-Agua).
- K.O Drum (ANSI #150).
- Bomba Neum'tica K.O. Drum.
- TEA Vertical.
- Scrubber de Gas combustible (ANSI #150).
- Generadores a gas para la facilidad.
- Generador diesel de respaldo y tanque de diesel de respaldo.

4.1.9. REQUERIMIENTOS EN CAMPAMENTO Y CASINO (MÍNIMO)

El campamento se limitará a contenedores para: oficina, laboratorio, comedor, enfermería. Se contempla que el personal de la operación se hospedará en el municipio de Aguazul.

4.1.10. REQUERIMIENTOS EN INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL (MÍNIMO)

Los equipos deberán contar con un sistema de instrumentación que garantice la supervisión y el control de las variables de proceso, la seguridad de los equipos y de las facilidades en general. Lo anterior estará sujeto al análisis de riesgo que se desarrolle en la etapa de ingeniería del proyecto. La filosofía de control de la estación estará limitada al control:

- Visualización y control de las variables de proceso en los separadores trifásicos, medición de flujo (Crudo-Agua-Gas).
- Control de actuadores de la válvula SDV.
- Control del medidor de flujo para cargue de carro-tanques, el cual deberá contar con computador de flujo e impresora de tickets. (Opcional).
- Los tanques de almacenamiento y Gun Barrel deberán contar con alarmas de alto nivel, visualizadores de nivel y facilidades para instalar transmisores de nivel en caso que se requiera.

4.1.11. REQUERIMIENTOS EN BIENES Y SERVICIOS

El área de desarrollo de CEPCOLSA inició el plan de contratación de servicios necesarios para la ejecución del proyecto de construcción (WBS) y para la operación de las facilidades (Evaluación de costo beneficio). Entre estos se destacan los siguientes:

- Servicio de ingeniería básica y de detalle.
- Compra de equipos.
- Compra de materiales.
- Servicio de construcción de obras civiles y montajes electromecánicos.
- Servicio de interventoría (Operaciones).
- Servicio de seguridad y logística (Operaciones).
- Servicio de operación y mantenimiento de las instalaciones (Operaciones).
- Tratamiento químico de crudo y agua (Operaciones).

4.1.12. REQUERIMIENTOS EN GASTOS DE VENTAS

- Transporte de gas en cabeza de pozo (Operaciones).
- Transporte de crudo (Operaciones).

4.2. CREACIÓN DE LA WBS (PROYECTO DE INVERSIÓN – CAPEX)

4.2.1. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PRODUCTO

Los requerimientos del proyecto “*Diseño de la WBS para la estimación de costos y beneficios de los proyectos de hidrocarburos del área de desarrollo de nuevos campos de CEPCOLSA*”, están ligados directamente al alcance de la construcción de la facilidad temprana de producción (EPF) del pozo RQI, los cuales son el *input* de la WBS y de la estimación de costos y beneficios. Estos fueron establecidos por la gerencia del área de desarrollo de nuevos activos de CEPCOLSA.

4.2.2. DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL PRODUCTO

Las estructuras de desglose de trabajo (WBS), deben cumplir con los requisitos solicitados por la gerencia del área de desarrollo de nuevos activos de CEPCOLSA a nivel técnico; y a su vez abarcar la planeación de todos los requerimientos legales, sociales, ambientales y de contratación requeridos para cada tipo de proyecto. Dentro del trabajo de grado esta WBS se diseña como producto del proyecto contemplando los requisitos mencionados anteriormente para la construcción de la facilidad temprana de producción (EPF) del pozo RQI. Dentro del alcance del producto se contempla:

- Diseño de la WBS para la estimación de costos de inversión del proyecto de construcción de la facilidad temprana de producción (EPF) del pozo RQI.
- La evaluación de costos y beneficios de la operación de las instalaciones de producción temprana de hidrocarburos del pozo RQI.

4.2.3. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO

- El modelo de estimación de costos y beneficios deberá permitir la realización de análisis de sensibilidad de cada una de las variables contempladas.
- El proyecto incluye dentro de su alcance la capacitación a los gerentes de proyectos del área de desarrollo sobre el modelo y la estructura de desglose de trabajo de cada escenario de producción.
- Contemplar los términos de referencia técnicos, legales y de responsabilidad integral de la compañía.

4.2.4. ESPECIFICACIONES

- La estructura de desglose de trabajo (WBS) deberá estar diseñada jerárquicamente y orientada a los entregables del proyecto de construcción de facilidades de producción de hidrocarburos del pozo RQI.
- Las actividades deberán estar lógicamente estructuradas, los paquetes de trabajo deben ser claramente identificables y fácilmente asignables.
- Deberán describir claramente las actividades de cada una de las áreas funcionales y de soporte de la compañía que estén involucradas directamente con el desarrollo de los proyectos de construcción.

4.2.5. EXCLUSIONES

- No se contemplará dentro de los entregables procedimientos para la operación de las facilidades de producción.
- No se contempla dentro de los entregables procedimientos de comercialización de crudo o gas de producción.
- No se entregará un modelo de evaluación financiera de los proyectos, únicamente estimación de costos y beneficios.

4.2.6. RESTRICCIONES

El tiempo máximo de entrega a CEPCOLSA estará en línea con el establecido por la Escuela Colombiana de Ingeniería dentro del cronograma de la Especialización en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos.

4.2.7. SUPUESTOS

- A pesar de que los entregables del proyecto aplican a escenarios reales de la industria *Oil & Gas* y en específico de CEPCOLSA, el proyecto será inicialmente académico.
- El área de desarrollo cuenta con la libertad de escoger para la realización de sus proyectos los procesos o la metodología, que la compañía considere conduzcan a la finalización exitosa de los mismos.
- Se utilizará información de contratos vigentes necesarios para cada una de las fases de inversión en este tipo de proyectos de producción de hidrocarburos (desarrollo de especificaciones, diseño del producto, construcción, prueba, integración y entrega).
- Los cambios de fases de producción serán responsabilidad del área de desarrollo, por tanto no intervendrá el área de proyectos.

4.2.8. CREACIÓN DE LA WBS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA FACILIDAD TEMPRANA DE PRODUCCIÓN (EPF) DEL POZO RQI.

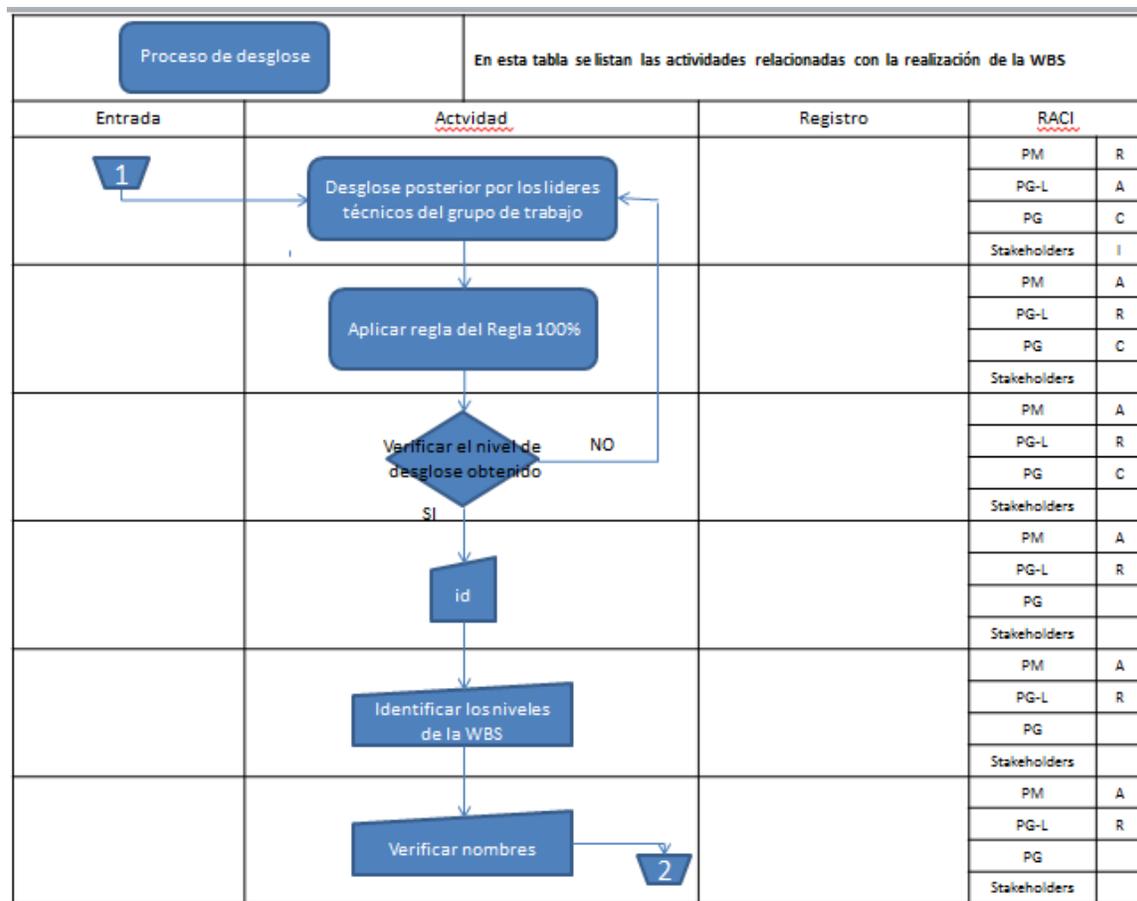
Para la creación de la WBS del proyecto de construcción se definió en su totalidad el alcance de la ejecución de la ingeniería conceptual, a través de la evaluación de alternativas tecnológicas, técnicas y de inversión, de manera que se lograra viabilizar el desarrollo del pozo RQI. Se estableció la más factible en términos técnicos, ambientales, sociales y económicos.

Con base en la alternativa seleccionada se realizó la selección de los contratistas, el diseño, la construcción, las pruebas de arranque y la puesta en marcha de las

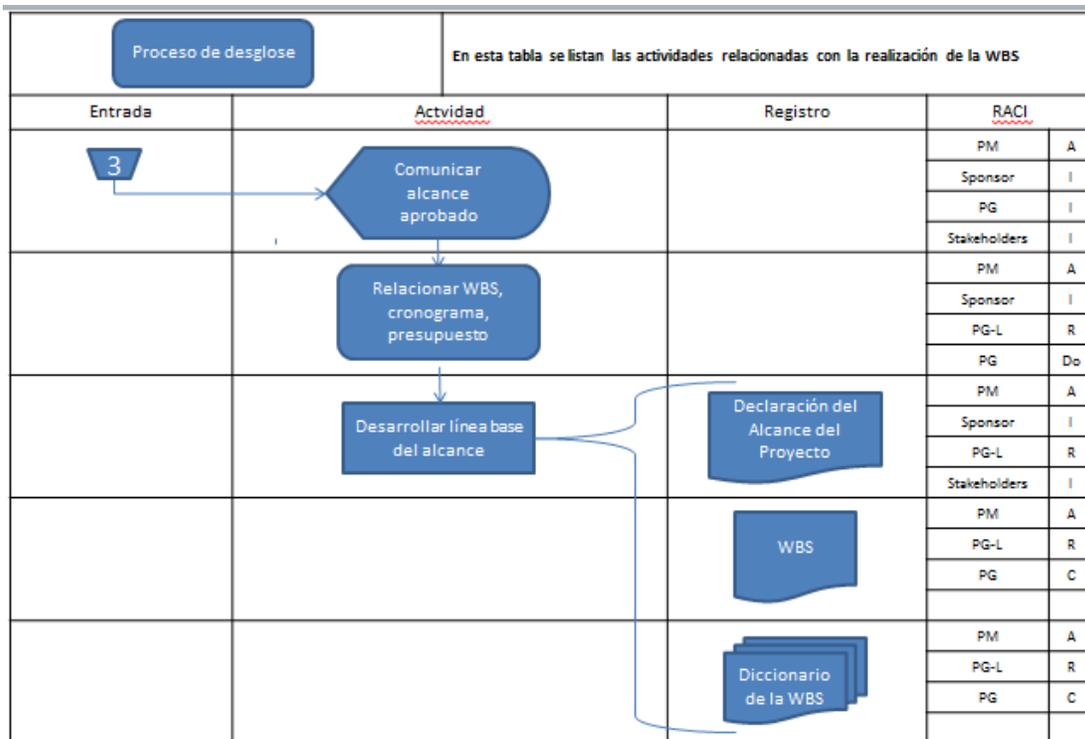
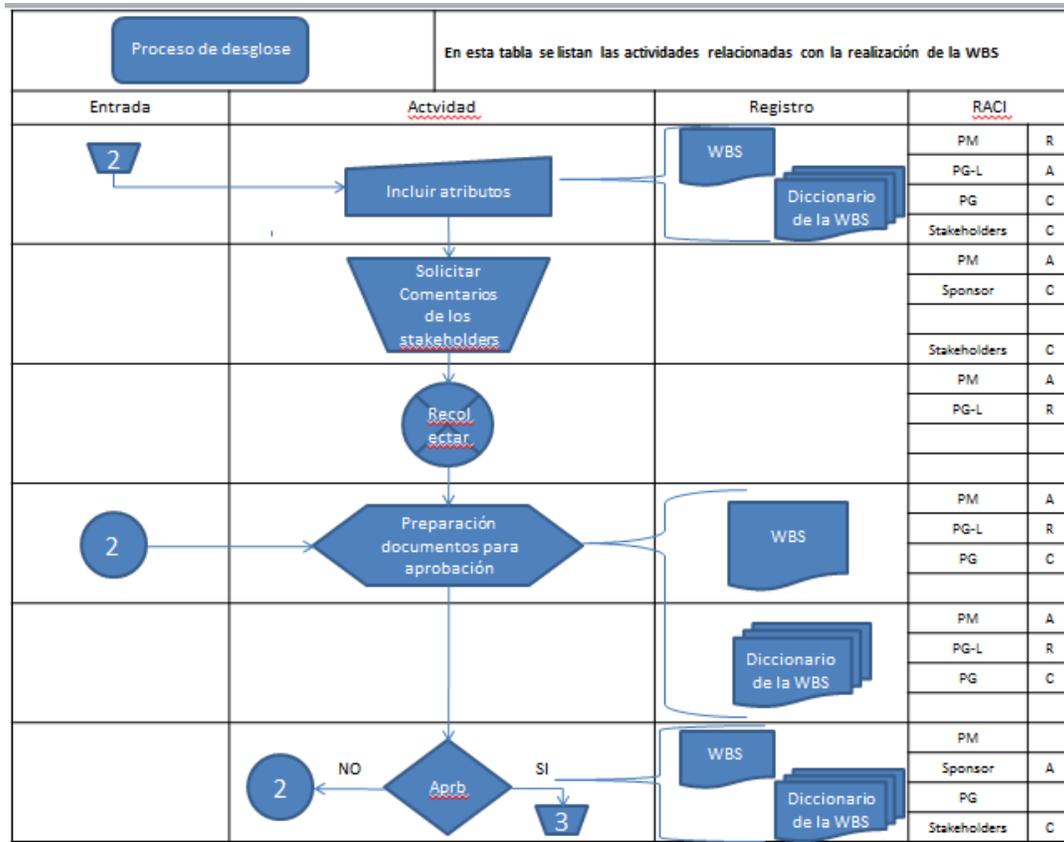
facilidades tempranas de producción, garantizando el transporte y la comercialización del crudo producido durante las pruebas de este pozo.

Una vez se acordó con CEPSCOLSA el alcance del proyecto al cual se le realizaría la WBS y se procedió a implementar el proceso definido por Buchtik (2010), en su sistema patentado⁵⁰:

Figura 17 Diagrama de flujo acordado con CEPSCOLSA.



⁵⁰ Buchtik, Liliana. *Secrets to Mastering the WBS in real-world projects. The most practical approach to WBS*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2010



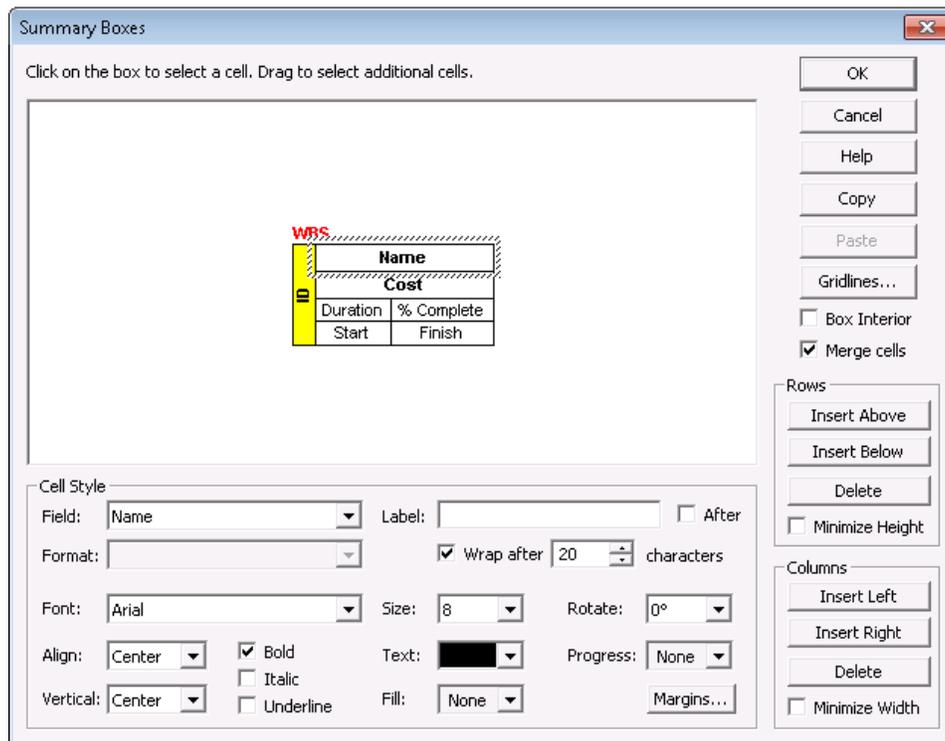
Fuente: Los autores

A continuación se presentará para una fácil lectura, la WBS en secciones con explicaciones sobre los motivos que llevaron a los autores a escoger la misma, la cual como se ha visto puede ser susceptible de diferentes interpretaciones por el lector. Se encontró esta WBS como la más conveniente y por ende fue definida como la mejor opción para el modelo requerido. Se presenta en un momento intermedio del proyecto para observar la importancia de la WBS en la planeación, en el seguimiento y en el control del proyecto.

4.2.8.1. Visualización de la WBS

Para el trabajo se utilizó el software *WBS Chart Pro*. Este programa puede comunicarse directamente con *MS Project* y así importar la información de seguimiento realizada en este último. Todos los campos definidos en *MS Project* pueden ser visualizados y solo se requiere configurar la vista de los mismos. En la figura 17 se muestra la utilizada por los autores:

FIGURA 18 Parametrización de la visualización del programa.



Fuente: *WBS Chart Pro*

4.2.8.2. Descripción de la WBS

Para la descripción de la WBS, es necesario remitirse al Anexo 1, donde se aprecia gráficamente cada uno de los niveles explicados a continuación:

- En primer nivel de la WBS se especificaron dos entregables principales, la definición de la mejor alternativa y la construcción en el sitio del proyecto, haciendo una relación directa con el objeto del mismo que consiste en la entrega de los equipos, los sistemas de interconexión, control y monitoreo, requeridos para que el operador pueda recibir los fluidos del pozo y despachar el crudo.
- Para el segundo nivel de gerencia de proyectos se identificaron elementos “servicios” y elementos “resultados”, ambos enfocados en el desarrollo actual de los proyectos dentro de la empresa. Cabe resaltar que el objeto del trabajo realizado no es alinear los procesos de la empresa con la metodología definida dentro del marco teórico, sino proveer a CEPCOLSA de una herramienta de análisis dentro del proceso.
- En el segundo nivel del proyecto de infraestructura se desglosó el proyecto en sus principales entregables, como debían ser recibidos por la operación de la planta. No se hace distinción en la secuencia de actividades o en las relaciones entre los entregables.
- Para el tercer nivel del proyecto de infraestructura y con el fin de llegar a las cuentas de control o paquetes de trabajo, fue necesario continuar con la evaluación elemento por elemento en conjunto con los especialistas de cada área, como se indicó en el diagrama de flujo desarrollado. Esto fue necesario para la definición de los presupuestos de costos y tiempos, que serán usados en el análisis de costo / beneficio. Si bien la estimación se hace a nivel de paquetes de trabajo, para el análisis de costo beneficio del proyecto se llevan los valores a nivel de cuenta de control.

4.2.9. DESARROLLO DEL CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

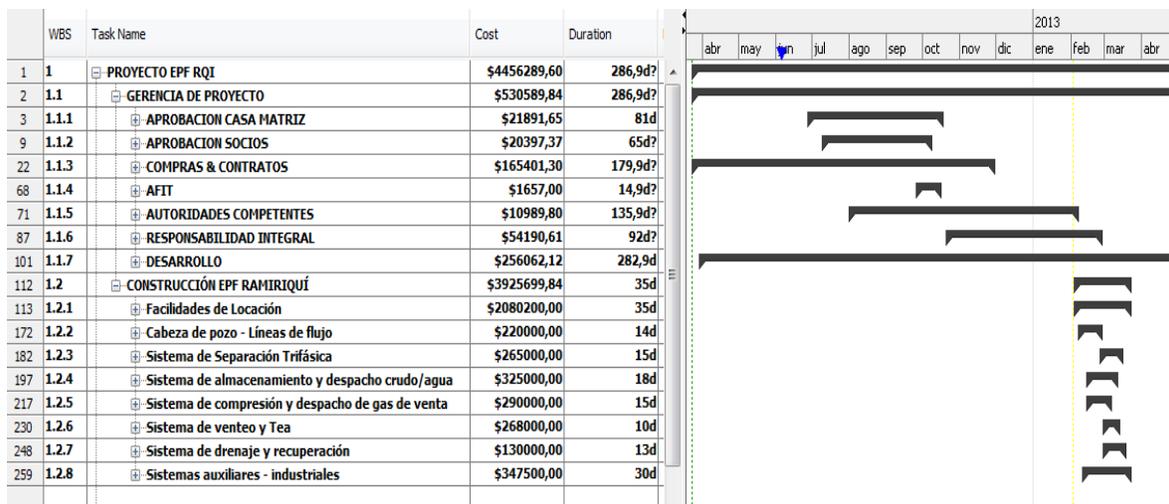
Una vez definido el alcance y la WBS del proyecto de construcción de la facilidad temprana de producción (EPF) del pozo RQI, se establecieron:

- Definición de actividades.

- Estimación de recursos.
- Estimación de duración y esfuerzo.
- Estimación de costos.
- Establecer secuencia de las actividades.

Posteriormente se desarrolló el cronograma y se estableció el presupuesto para la fase de construcción. Por políticas de confidencialidad CEPCOLSA no permitió la descripción de costos y tiempos de la gerencia del proyecto. En la figura a continuación se muestra la línea base de costos (presupuesto) y cronograma del proyecto:

Figura 19 PDT desarrollado a partir del modelo de la WBS diseñada para CEPCOLSA.



Fuente: Los autores

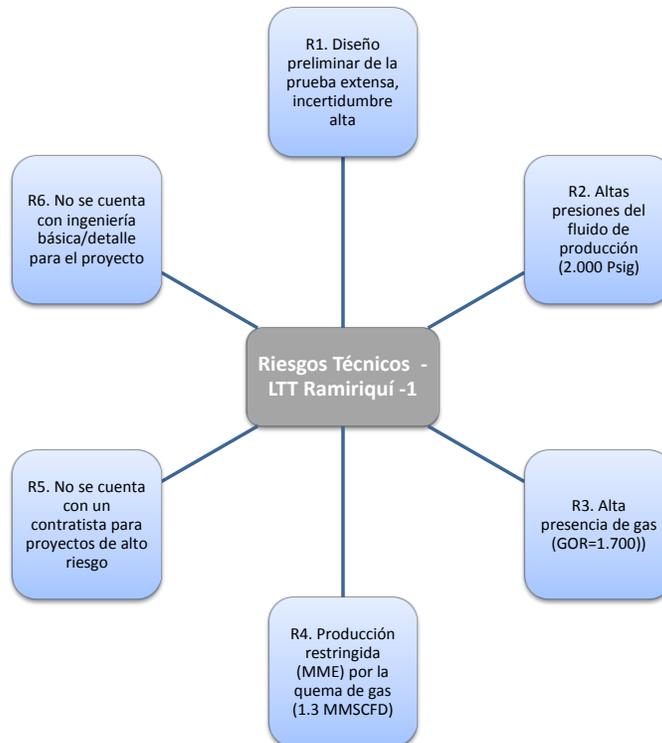
Para complementar los procesos de desarrollo del cronograma y el presupuesto se realizó una identificación de riesgos del proyecto acorde al concepto técnico emitido por el grupo de HSE y el área de desarrollo de CEPCOLSA, cuya conclusión fue que el proyecto RQI es de alto riesgo:

FIGURA 20 Riesgos HSE - LTT RQI



Fuente: HSE CEPSCOLSA

Figura 21 RIESGOS TÉCNICOS LTT – RQI.



Fuente: Área desarrollo CEPSCOLSA

De la identificación de riesgos se priorizaron los riesgos R1, R5, R7 relacionados con la comunidad de influencia del proyecto. Se procedió a realizar el análisis de riesgos que se puede observar en el Anexo 2 – Registro e identificación de riesgos. El resultado del análisis trajo consigo la inclusión dentro de las actividades y el presupuesto la compra y construcción de una nueva vía de acceso para el proyecto.

4.3. DESARROLLO DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS

Esta sección describe en detalle los resultados del modelo de evaluación de costos y beneficios diseñado por el grupo de proyecto a CEPCOLSA para la valoración de proyectos de facilidades tempranas de producción y en particular para el proyecto de producción temprana del pozo RQI. El proceso adelantado se presenta en la siguiente figura:

FIGURA 22 Diagrama de flujo de los procesos desarrollados para el análisis costo beneficio de los proyectos de CEPCOLSA

Proceso adelantado para la definición de la ejecución del análisis Costo/Beneficio a partir de la plantilla WBS para los proyectos de infraestructura de CEPCOLSA

Proceso adelantado	Método	Objetivo	Resultado
Identificar las Cuentas de Control de la WBS y el momento en que se causan de acuerdo al cronograma	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura de los documentos WBS y PDT del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de los momentos del flujo de caja del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura del análisis de costos del proyecto
Estimación de costos de las Cuentas de Control	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de proyectos anteriores, Estimación paramétrica - Estimación de costos de expertos 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de las partidas requeridas para las actividades relacionadas con cada una de las cuentas de control 	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto de costos del proyecto
Definición de los parámetros económicos a ser utilizados para los cálculos de flujo de costos	<ul style="list-style-type: none"> - Debe solicitar a yacimientos confirmación de la producción esperada y declinación - Estimativos económicos para ejecutar la evaluación tales como WACC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definir los parámetros bajo los cuales se realizará la evaluación del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de supuestos de la evaluación
Realización del análisis costo beneficio	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis costo beneficio 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar si el proyecto es rentable o no 	<ul style="list-style-type: none"> - Informe de la evaluación - Recomendaciones - Alternativas a tener en cuenta para mejorar la rentabilidad del proyecto

Fuente: Los autores.

4.3.1. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE ENTRADA

Cada una de estas variables presentadas a continuación hace parte de la estrategia corporativa de CEPCOLSA para la evaluación de proyectos de producción de hidrocarburos, y pueden variar dependiendo de las características del yacimiento a evaluar, el contrato E&P de referencia, y las estadísticas comerciales internacionales. A continuación se complementa el modelo con los valores del proyecto RQI:

FIGURA 23 Definición de parámetros de entrada para la evaluación de costo beneficio.

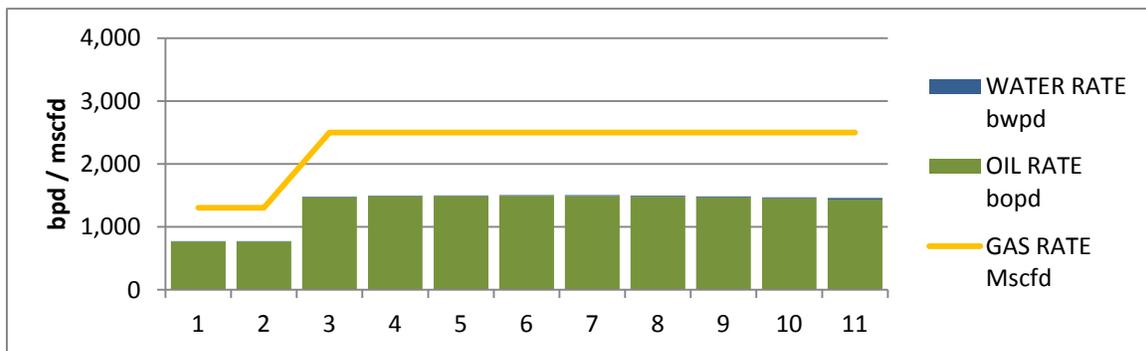
Parámetros de Entrada		
TRM	\$ 1,800	COP/USD
Datos de Producción		
Gravedad API	25	° API
BSW Venta	0.5%	%
GOR	1700	SCFD/BOPD
Poder Calorífico Neto	1120	BTU/Ft ³
Contenido de Azufre	0.727%	%/Wt
Contenido de Sal	12	PTB
Regalías		
% de Regalías Crudo	8%	%
ANH	1%	%
Factor después de Regalías Crudo	91%	%
% de Regalías Gas	8%	%
Factor después de Regalías Gas	92%	%
Costo Regalías Gas	\$ 5	USD/MMBTU
Premisas Generales		
Factor, Impuesto al Valor Agregado (IVA)	1.16	
Capacidad / Carrotanque	180	BBL / Viaje
Incremento en el Precio BBL de Crudo		% / Año
Incremento en el Precio MMBTU de Gas		% / Año
IPC	3.8%	% / Año
WACC (Cepcolsa)	11%	EA
WACC (Cepcolsa)	0.9%	Mensual
Impuesto de Renta		%
Premisas - Ventas - Transporte		
Precio / BBL de Crudo (BRENT)	\$ 85.0	USD/BBL
Precio / MMBTU de Gas fuera de Especificaciones	\$ 0.35	USD/MMBTU
Diferencial Vasconia	\$ (4.0)	USD/BBL
Efecto por Compensación de Calidad (CVC)	\$ (3.7)	USD/BBL
Precio / BBL de Crudo Ramiriquí	\$ 77.3	USD/BBL

Fuente: Los autores

4.3.2. DEFINICIÓN DE INGRESOS DE VENTAS

Con base en los precios de venta de crudo y gas establecidos en los parámetros de entrada del modelo de evaluación de costos y beneficios, los perfiles de producción estimados para el proyecto dentro del horizonte de evaluación, y el porcentaje de regalías del contrato de la referencia, se procede a realizar la estimación de ingresos brutos del proyecto:

FIGURA 24 Perfiles de producción del pozo RQI.



Fuente: Los autores

FIGURA 25 Estimación de ingresos de ventas crudo y gas pozo RQI

	2013											
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Total 2013
Producción Diaria (BOPD)	765	765	1,471	1,482	1,489	1,494	1,489	1,479	1,467	1,452	1,435	449,790
Producción Neta (BOPD) Después de Regalías	696	696	1,338	1,349	1,355	1,360	1,355	1,346	1,335	1,322	1,306	
Producción Neta Estimada / Mes (BBL)	21,166	21,166	40,705	41,032	41,222	41,355	41,222	40,933	40,597	40,197	39,713	409,309 BBL
Precio de Venta Crudo (USD/BBL)	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	\$ 77	
Ingresos Operacionales Diarios Crudo (USD/Día)	\$ 53,778	\$ 53,778	\$ 103,419	\$ 104,249	\$ 104,734	\$ 105,072	\$ 104,732	\$ 103,999	\$ 103,145	\$ 102,130	\$ 100,900	
Ingresos Operacionales Mensuales Crudo (USD/Mes)	\$ 1,635,741	\$ 1,635,741	\$ 3,145,656	\$ 3,170,918	\$ 3,185,653	\$ 3,195,942	\$ 3,185,610	\$ 3,163,318	\$ 3,137,332	\$ 3,106,444	\$ 3,069,027	\$ 31,631,381 USD
Producción Diaria (MSCFD)	1,300	1,300	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	
Producción Diaria (MMBTU/Día)	1,456	1,456	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	
Producción Mensual (MMBTU / Mes)	44,287	44,287	85,167	85,167	85,167	85,167	85,167	85,167	85,167	85,167	85,167	855,073 BBL
Precio de Venta Gas (USD/MMBTU)	\$ -	\$ -	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	\$ 0.35	
Ingresos Operacionales Diarios Gas (USD/Día)	\$ -	\$ -	\$ 980	\$ 980	\$ 980	\$ 980	\$ 980	\$ 980	\$ 980	\$ 980	\$ 980	
Ingresos Operacionales Mensuales Gas (USD/Mes)	\$ -	\$ -	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 29,808	\$ 268,275 USD
% Regalías Gas (MMBTU/Día)	116	116	224	224	224	224	224	224	224	224	224	
% Regalías Gas (MMBTU/Mes)	3,543	3,543	6,813	6,813	6,813	6,813	6,813	6,813	6,813	6,813	6,813	68,406 BBL
Precio de MMC Gas (USD/MMBTU)	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	\$ 5	
Pago de Regalías Diario Gas (USD/Día)	\$ 582	\$ 582	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	\$ 1,120	
Pago de Regalías Mensual (USD/Mes)	\$ 17,715	\$ 17,715	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 342,029 USD
Ingresos Netos de Ventas Crudo-Gas (USD/Día)	\$ 53,195	\$ 53,195	\$ 103,279	\$ 104,109	\$ 104,594	\$ 104,932	\$ 104,592	\$ 103,859	\$ 103,005	\$ 101,990	\$ 100,760	
Ingresos Netos de Ventas Crudo-Gas (USD/Mes)	\$ 1,618,026	\$ 1,618,026	\$ 3,141,398	\$ 3,166,660	\$ 3,181,394	\$ 3,191,683	\$ 3,181,352	\$ 3,159,059	\$ 3,133,074	\$ 3,102,185	\$ 3,064,769	\$ 31,557,627 USD
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Total 2012-2013
Producción Total	23,260	23,260	44,730	45,090	45,299	45,445	45,299	44,982	44,612	44,173	43,641	449,790 BBL
Producción Neta Total	21,166	21,166	40,705	41,032	41,222	41,355	41,222	40,933	40,597	40,197	39,713	409,309 BBL
Pago de Regalías Gas Total	\$ 17,715	\$ 17,715	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 34,067	\$ 342,029 USD
Ingresos Netos de Ventas Crudo-Gas Total	\$ 1,618,026	\$ 1,618,026	\$ 3,141,398	\$ 3,166,660	\$ 3,181,394	\$ 3,191,683	\$ 3,181,352	\$ 3,159,059	\$ 3,133,074	\$ 3,102,185	\$ 3,064,769	\$ 31,557,627 USD

Fuente: Los autores

4.3.3. DEFINICIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL (CAPEX)

Como se definió en el numeral 4.2 Creación de la WBS (proyecto de inversión – capex), la inversión inicial parte de la WBS diseñada para el proyecto de construcción de las facilidades de producción, y será el valor negativo del periodo cero del flujo de caja con el cual debemos calcular las razones financieras de interés para CEPCOLSA entre estas el VPN, TIR, EBITDA, etc.

Se establecen como valores dentro de la inversión inicial cada uno de los entregables identificados en la WBS del proyecto, contemplando las particularidades de cada proyecto y las actividades que lo conforman, teniendo presente que cada proyecto es único, pero que los proyectos de producción de hidrocarburos guardan una estructura general que es compartida entre ellos según su especialidad mecánica, obras civiles, montajes eléctricos, instrumentación, etc. A continuación se muestra el resumen de costos de inversión del proyecto RQI por especialidad:

FIGURA 26 Resumen de costos de inversión proyecto RQI.

	TOTAL	COMENTARIOS
CAPEX PRUEBAS LTT	4,456,290	
GERENCIA PROYECTO	\$ 530,589.00	Inicio, planeación, seguimiento, control y cierre
OBRAS CIVILES	\$ 1,912,000.00	Adecuación de la Locación, plataformas de equipos, cargadero, movimiento de tierras, sistema de drenajes, etc.
MONTAJES ELÉCTRICOS FACILIDADES	\$ 333,200.00	Interconexión eléctrica de equipos de proceso, equipos de generación, iluminación perimetral.
MONTAJES MECÁNICOS FACILIDADES	\$ 1,680,501.00	Interconexión mecánica de equipos de proceso, equipos de sistemas auxiliares y utilitarios, cargadero.

Fuente: Los autores

4.3.4. DEFINICIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN (OPEX)

Es necesario retomar lo establecido en la definición del alcance del proyecto, mencionado en el numeral 4.2.1 Definición del alcance del producto, donde según los resultados de la ingeniería conceptual CEPCOLSA identifica el alcance técnico, legal, social, ambiental etc., que permitió definir la estrategia de contratación y las tarifas para cada uno de los servicios necesarios para la

operación de la facilidad de producción de hidrocarburos. La estimación de costos operacionales mensuales del proyecto para un horizonte de evaluación de un año según la indicación de CEPOLSA:

Figura 27 Definición de los costos de operación (opex)

DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CIERRE
Gastos Producción/Operación LTT													
OPERACIONES DE PRODUCCIÓN													
TOTAL GASTOS DE PERSONAL													\$ -
II. MATERIALES Y SUMINISTROS													\$ -
A. Combustibles	\$ 32.106			\$ 32.106			\$ 32.106			\$ 32.106			\$ 128,426
TOTAL MATERIALES Y SUMINISTROS	\$ 32.106			\$ 32.106			\$ 32.106			\$ 32.106			\$ 128,426
III. SERVICIOS CONTRATADOS													\$ -
A. Supervisión de campo		\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 39,204	\$ 431,241
B. Tratamiento de Crudo		\$ 10,467	\$ 10,467	\$ 20,129	\$ 20,290	\$ 20,385	\$ 20,450	\$ 20,384	\$ 20,242	\$ 20,075	\$ 19,878	\$ 19,638	\$ 202,405
C. Manejo Aguas de Producción		\$ 645	\$ 645	\$ 1,247	\$ 1,401	\$ 1,456	\$ 1,518	\$ 1,602	\$ 1,724	\$ 1,911	\$ 2,264	\$ 2,892	\$ 17,304
D. Well Testing		\$ 279,751	\$ 279,751	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 393,808	\$ 4,103,770
E. Casino y Alimentación		\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 49,005	\$ 539,051
F. Transporte Carga líquida		\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 25,944	\$ 285,387
G. Movilización	\$ 139,200												\$ 139,200
TOTAL SERVICIOS CONTRATADOS	\$ 139,200	\$ 405,015	\$ 405,015	\$ 529,336	\$ 529,651	\$ 529,800	\$ 529,929	\$ 529,947	\$ 529,926	\$ 529,947	\$ 530,102	\$ 530,490	\$ 5,718,359
IV. GASTOS GENERALES													\$ -
A. Fondo de Becas Ictes- MinMinas							\$ 507						\$ 507
B. Pagos a la Agencia Nacional de Hidrocarburos							\$ 15,208						\$ 15,208
C. Educación y Capacitación Personal							\$ 3,042						\$ 3,042
D - Varios (Telecomunicaciones- Consultorias - Generales)		\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 146,347
TOTAL GASTOS GENERALES	\$ -	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 32,061	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 13,304	\$ 165,104
MANTENIMIENTO DE SUPERFICIE													\$ -
I. GASTOS DE PERSONAL													\$ -
II. MATERIALES Y SUMINISTROS													\$ -
III. SERVICIOS CONTRATADOS													\$ -
A. Mantenimiento de Vía		\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 18,776	\$ 206,533
B. Riego de Vía		\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 29,572	\$ 325,289
IV. GASTOS GENERALES													\$ -
TOTAL MANTENIMIENTO DE SUPERFICIE	\$ -	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 48,347	\$ 531,822
MANEJO SOCIAL Y AMBIENTAL RI													\$ -
I. GASTOS DE PERSONAL													\$ -
II. MATERIALES Y SUMINISTROS													\$ -
III. SERVICIOS CONTRATADOS													\$ -
A. Inventoría Ambiental	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 25,417	\$ 305,000
B. Manejo Ambiental	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 24,283	\$ 291,400
C. Servicio vigilancia - Security	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 20,612	\$ 247,348
D. Seguridad Industrial y medio - Bomberos	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 33,292	\$ 399,500
TOTAL SERVICIOS CONTRATADOS	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 103,604	\$ 1,243,248
IV. GASTOS GENERALES													\$ -
A. Transporte Aéreo (Avioneta)	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 9,642	\$ 115,701
B. Gastos Ambientales (Licencias)													\$ -
C. Gestión Social	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 13,229	\$ 158,744
TOTAL GASTOS GENERALES	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 22,870	\$ 274,445
SERVICIO A POZO													\$ -
I. GASTOS DE PERSONAL													\$ -
II. MATERIALES Y SUMINISTROS													\$ -
III. SERVICIOS CONTRATADOS													\$ -
A. Intervención a Pozos													\$ -
B. Monitoreo a Pozos. (PLTS, memorias de fondo)		\$ 84,000		\$ 84,000		\$ 84,000							\$ 252,000
IV. GASTOS GENERALES													\$ -
TOTAL SERVICIO A POZO	\$ -	\$ 84,000	\$ -	\$ 84,000	\$ -	\$ 84,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 252,000
SUBTOTAL GASTOS	\$ 297,781	\$ 677,141	\$ 593,141	\$ 833,569	\$ 717,777	\$ 801,926	\$ 768,919	\$ 718,073	\$ 718,052	\$ 750,179	\$ 718,228	\$ 718,616	\$ 8,313,403
VI. IVA (Informativo)													\$ -
VI. COSTOS PERSONAL TÉCNICO		\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 17,248	\$ 189,724
RESUMEN OPEX LTT													
TOTAL COSTOS (USD)	\$ 297,781	\$ 694,389	\$ 610,389	\$ 850,816	\$ 735,025	\$ 819,174	\$ 786,166	\$ 735,321	\$ 735,300	\$ 767,427	\$ 735,475	\$ 735,864	\$ 8,503,127
TOTAL COSTOS ACUMULADOS (USD)	\$ 297,781	\$ 992,170	\$ 1,602,559	\$ 2,453,375	\$ 3,188,400	\$ 4,007,574	\$ 4,793,740	\$ 5,529,061	\$ 6,264,361	\$ 7,031,788	\$ 7,767,263	\$ 8,503,127	\$ 8,503,127
PRODUCCIÓN (BBL)	0	23,260	23,260	44,730	45,090	45,299	45,445	45,299	44,982	44,612	44,173	43,641	\$ 449,790
Lifting Cost (USD/BBL)	NA	\$ 29,85	\$ 26,24	\$ 19,02	\$ 16,30	\$ 18,08	\$ 17,30	\$ 16,23	\$ 16,35	\$ 17,20	\$ 16,65	\$ 16,86	\$ 18,90

Fuente: Los autores

Entre estos servicios se encuentran costos operacionales, no operacionales, gastos administrativos, como se describe en el numeral 3.8.1 El análisis de los costos. A continuación se muestra el resumen de la estimación de costos del proyecto para el horizonte de evaluación solicitado por CEPOLSA y la gráfica donde se evidencia el porcentaje de peso de cada uno de los servicios sobre el costo total del OPEX:

Figura 28 Estimación de opex proyecto RQI.

RESUMEN OPEX	AÑO		
	PRODUCCIÓN		
Combustible	\$ 128,426	2%	\$ 0
Supervisión de campo (Operaciones - Transporte)	\$ 716,628	8%	\$ 2
Tratamiento de Crudo	\$ 202,405	2%	\$ 0
Manejo Aguas de Producción	\$ 17,304	0%	\$ 0
Well Testing	\$ 4,103,770	48%	\$ 9
Casino y Alimentacion	\$ 539,051	6%	\$ 1
Movilización	\$ 139,200	2%	\$ 0
Mantenimiento de Vía	\$ 531,822	6%	\$ 1
Manejo Social y Ambiental (RI)	\$ 1,243,248	15%	\$ 3
Servicio a Pozo	\$ 252,000	3%	\$ 1
Gastos Generales	\$ 439,548	5%	\$ 1
Costos Personal Técnico	\$ 189,724	2%	\$ 0
TOTAL OPEX (USD)	\$ 8,503,127	100%	\$ 18.90
LIFTING COST (USD/BBL)			18.90
OPEX ACUMULADO (USD)			8,503,127



Fuente: Los autores

4.3.5. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS DE VENTAS (TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN).

Para la estimación de gastos de ventas se contempló lo establecido en la definición de requerimientos del capítulo anterior numeral 4.1.12 Gastos de venta, donde se estableció que el transporte de crudo desde el pozo RQI se debía realizar por carro-tanque hasta las estaciones de recibo con las cuales CEPCOLSA cuenta con contratos de descargue y comercialización. Las tarifas de transporte hasta puerto son las que se describen a continuación:

FIGURA 29 Estimación de costos de venta de crudo.

Descripción Transporte Origen - Destino	Costo USD/BBL
Ramiriquí - Guaduas - Coveñas (OCENSA)	\$ 14.45
Ramiriquí - Cusiana - Coveñas (OCENSA)	\$ 11.59
Ramiriquí - Monterrey - Coveñas (OCENSA)	\$ 10.36

Fuente: Área de desarrollo de CEPCOLSA.

Dependiendo de la estrategia de transporte, los costos y del cupo en cada una de las estaciones de descargue, CEPCOLSA tomará la decisión de transportar el crudo de RQI. En adelante, el modelo de evaluación de costos y beneficios contemplará el transporte de crudo por la ruta CUSIANA con la cual CEPCOLSA cuenta con un contrato a largo plazo:

FIGURA 30 Estimación de costo de ventas de crudo en el tiempo

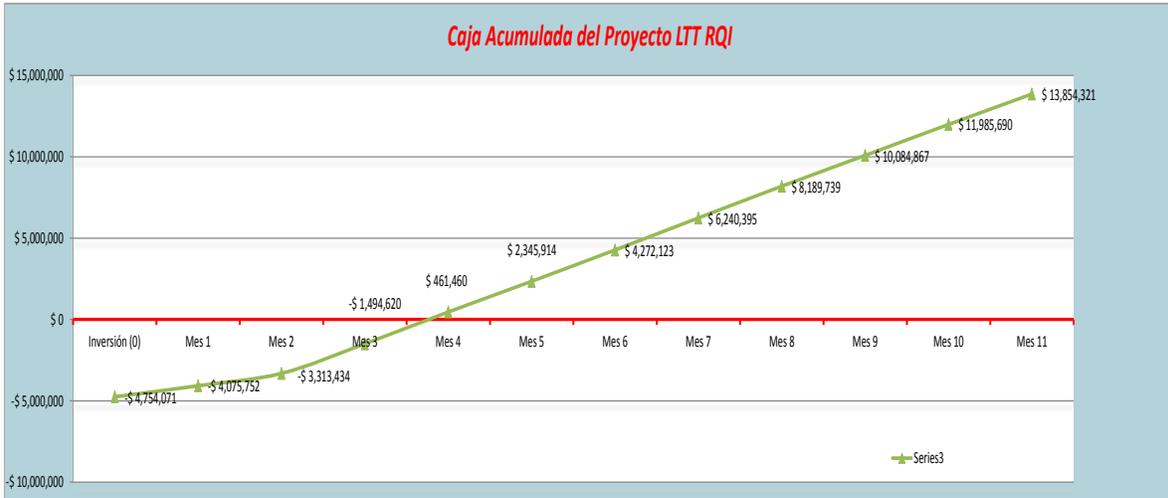
	2013											Total Año
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	
<i>Producción Diaria Neta Después de Regalías (BOPD)</i>	696	696	1,338	1,349	1,355	1,360	1,355	1,346	1,335	1,322	1,306	
GUADUAS												
Transporte de Crudo de Ventas (USD/Día)	10,055	10,055	19,336	19,492	19,582	19,645	19,582	19,445	19,285	19,095	18,865	
<i>Gastos de Ventas (Transporte) (Mes/Día)</i>	305,836	305,836	588,146	592,869	595,624	597,548	595,616	591,448	586,589	580,814	573,818	\$ 5,914,143
<i>Producción Diaria Neta Después de Regalías (BOPD)</i>	696	696	1,338	1,349	1,355	1,360	1,355	1,346	1,335	1,322	1,306	
CUSIANA												
Transporte de Crudo de Ventas (USD/Día)	8,065	8,065	15,510	15,635	15,707	15,758	15,707	15,597	15,469	15,317	15,132	
<i>Gastos de Ventas (Transporte) (Mes/Día)</i>	245,319	245,319	471,767	475,556	477,765	479,309	477,759	474,416	470,519	465,886	460,275	\$ 4,743,889
<i>Producción Diaria Neta Después de Regalías (BOPD)</i>	696	696	1,338	1,349	1,355	1,360	1,355	1,346	1,335	1,322	1,306	
MONTERREY												
Transporte de Crudo de Ventas (USD/Día)	7,209	7,209	13,864	13,975	14,040	14,086	14,040	13,942	13,827	13,691	13,526	
<i>Gastos de Ventas (Transporte) (Mes/Día)</i>	219,284	219,284	421,700	425,087	427,062	428,441	427,056	424,068	420,584	416,444	411,428	\$ 4,240,439

Fuente: Los autores

4.4. RELACIÓN ENTRE LA WBS Y EL MODELO DE EVALUACIÓN DE COSTO BENEFICIO

A continuación se muestra el flujo de caja acumulado del proyecto partiendo del valor negativo de la inversión inicial del proyecto establecido con la WBS del mismo y descrito en el numeral 4.2 creación de la WBS (proyecto de inversión – capex). Para este proyecto en particular la inversión inicial se recupera aproximadamente al cuarto mes de operación, pero esta puede variar según el proyecto en evaluación:

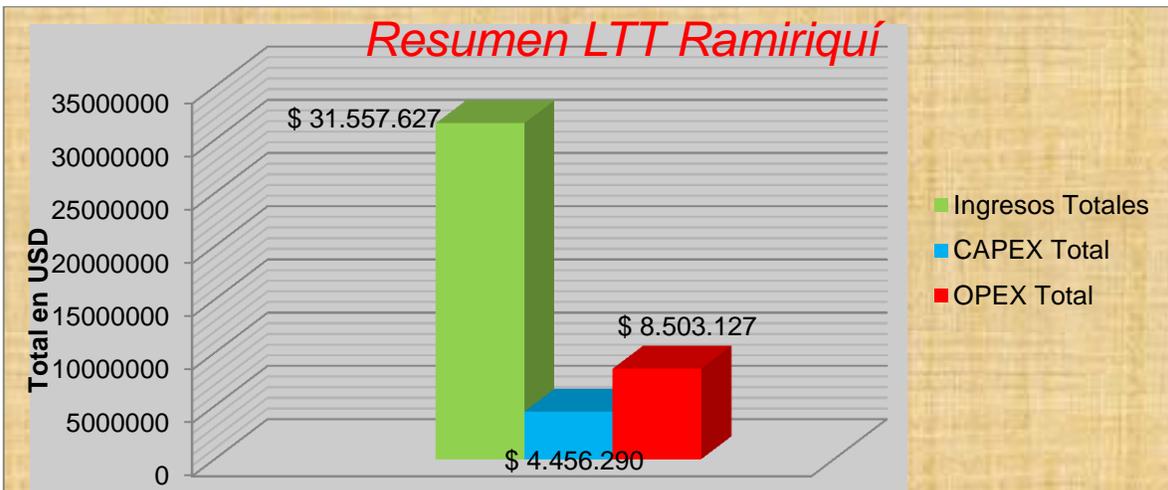
FIGURA 31 Flujo de caja acumulado



Fuente: Los Autores

En adelante se describirá el resumen de la evaluación de costo beneficio del proyecto de producción de hidrocarburos del pozo RQI, modelo diseñado por el grupo del proyecto de forma genérica para cualquier proyecto de producción de hidrocarburos y aprobado por CEPCOLSA para la evaluación de proyectos de inversión.

FIGURA 32 Resumen de costos de inversión vs evaluación costo beneficio



Fuente: Los autores

4.4.1. RESUMEN DE INDICADORES DE INTERÉS

Estos son los indicadores solicitados por CEPCOLSA para el seguimiento de sus proyectos, el modelo es parametrizable de manera que cualquier variable se puede modificar, según lo establecido en la definición de requerimientos en el alcance y está directamente relacionado con el cálculo de la inversión inicial proveniente de la WBS del proyecto.

FIGURA 33 Indicadores financieros resultantes

Gastos/BBL Transporte LTT Ramiriquí 1		
<i>Costos/BBL LTT Ramiriquí - Guaduas</i>	\$ 14.45	USD/BBL
<i>Costos/BBL LTT Ramiriquí - Cusiana</i>	\$ 11.59	USD/BBL
<i>Costos/BBL LTT Ramiriquí - Monterrey</i>	\$ 10.36	USD/BBL

Net Back Price LTT Ramiriquí 1		
<i>LTT Ramiriquí - Guaduas</i>	\$ 43.93	USD/BBL
<i>LTT Ramiriquí - Cusiana</i>	\$ 46.79	USD/BBL
<i>LTT Ramiriquí - Monterrey</i>	\$ 48.02	USD/BBL

Indicadores Pruebas LTT Ramiriquí 1		
<i>Lifting Cost LTT Ramiriquí</i>	\$ 18.9	USD/BBL
<i>Project Cost LTT Ramiriquí</i>	\$ 28.81	USD/BBL
<i>Costo / Día LTT Ramiriquí</i>	\$ 25,414.08	USD/Día
<i>Limite de Producción LTT Ramiriquí - Guaduas</i>	882	BBL
<i>Limite de Producción LTT Ramiriquí - Cusiana</i>	828	BBL
<i>Limite de Producción LTT Ramiriquí - Monterrey</i>	807	BBL

Indicadores Financieros LTT Ramiriquí 1 (Antes de Impuestos)		
<i>Valor Presente Neto (NPV)</i>	\$ 12,824,735	USD
<i>Margen Operacional (EBITDA)</i>	57.7%	

Fuente: Los autores

5. HALLAZGOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. HALLAZGOS

- Kerzner (1998) indica que la industria del petróleo y gas se encuentra en un nivel medio de entrenamiento en Gerencia de Proyectos. Sin embargo, indica que es una de las industrias que más rápido está cambiando en su Gerenciamiento de Proyectos y las identifica como una de las líderes del futuro.
- El entendimiento de las bases de la WBS es sencillo por todos los miembros del proyecto, pero en la aplicación a su trabajo se presentan problemas para distinguir actividades de entregables, y una dificultad mayor el dejar de pensar en la secuencia de actividades cuando se le pregunta que debe contener el proyecto.
- Si bien el concepto de alcance es uno de las restricciones principales para el control de proyecto y fundamental en el entendimiento del desarrollo de los mismos, son pocas las herramientas que se implementan y la profundidad que se le da al tema en la literatura no es suficiente.

5.2. CONCLUSIONES

- Se encontró que diversos enfoques de la gerencia de proyectos coinciden en la importancia de la definición del alcance del proyecto como piedra fundamental del éxito del mismo. Si bien el PMI en el PMBoK no enfatiza su importancia, dedica un estándar adicional a su uso. Por otra parte PRINCE2 presenta el uso de la WBS como primer paso para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- La WBS tiene tal importancia que el Departamento de Defensa de los estados unidos, tiene para la contratación de servicios de desarrollo de nuevos productos un estándar que los contratistas debe seguir en la oferta y ejecución del proyecto, lo cual indica el camino que deben seguir otras industrias para mejorar sus esquemas de contratación.
- Por medio del trabajo realizado se verificó la efectividad de la WBS como herramienta para asegurar al Gerente del Proyecto asegurar la completa definición del alcance, facilitar la recolección de la información necesaria de

costos, duraciones y trabajo necesario, y para poder dar una mejor y completa comunicación del proyecto a todos los interesados.

- La WBS permite mantener identificado los costos del proyecto de forma tal que el evaluador del proyecto puede usar esta información de una mejor forma.
- Como producto del presente proyecto, CEPCOLSA cuenta con una base de datos y una WBS genérica para la planeación de proyectos de construcción de facilidades tempranas de producción, modelo que ha sido adoptado por el área de desarrollo de nuevos activos para la ejecución de los nuevos proyectos de construcción de facilidades tempranas para sus pozos exploratorios.

5.3. RECOMENDACIONES

- La simplicidad del concepto de la WBS no debe ser subestimada por los Gerentes de Proyecto en su implementación, ya que desperdiciarán sus beneficios, como se acostumbra en la práctica.
- Se pueden crear bases de datos para cada uno de las Cuentas de Control que permitan generar WBS de proyectos en sus etapas tempranas facilitando la estimación de costos, en miras de su evaluación financiera
- Recomendaciones a CEPCOLSA:
 - Desarrollar a partir de la plantilla de la WBS presentada una curva de aprendizaje que le permita mejorar y adaptar a futuros proyectos, de forma ordenada.
 - Implementar una estructura de control de costos, basados en la plantilla de WBS presentada, para que la ejecución de la obra sea valorada por cada paquete de trabajo y permita mejorar los estimativos de costos para futuros proyectos.
 - Una vez se haya evaluado el impacto positivo de la implementación de la plantilla de la WBS, es importante continuar con la adopción de otras herramientas gerenciales importantes para la planeación, evaluación, seguimiento y control, y cierre de proyectos.
- Contribuciones a la especialización

- Con el estudio de la literatura disponible se ha recopilado aspectos interesantes de la WBS no solo por la línea de trabajo del PMI pero por otras vertientes del conocimiento disponibles y el trabajo adelantado por organizaciones gubernamentales
- Se evidencia los beneficios de aplicar la teoría gerencial de proyectos en la industria, confirmado por la gerencia y gerentes de proyecto de Cepcolsa, que encontraron en la herramienta desarrollada un gran beneficio para la organización.

BIBLIOGRAFÍA

Buchtik, Liliana. *Secrets to Mastering the WBS in real-world projects. The most practical approach to WBS*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2010.

Casas, Gabriel H. Pulido. "Notas sobre evaluación financiera de proyectos relativas a su alcance, elaboración de la WBS y aspectos afines." 2012.

Department of Defense. *Handbook Work Breakdown Structure MIL-HDBK-881C*. Washington DC: Office of the Assistant Secretary of Defense for Acquisition, Performance Assessments and Root Cause Analysis (OASD(A))/PARCA. 2011.

Dolan, Kenn. "Addressing Project Failure through PRINCE2™." Agosto 2010. www.Best-Management-Practice.com (accessed 12 12, 2012).

Kerzner, Harold. *Project Management - A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 10th. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2009.

Kerzner, Harold. *Project Management - Case Studies*. 3rd. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2009.

Haugan, Gregory T. *Effective Work Breakdown Structures*. Vienna, VA, Estados Unidos: ManagementConcepts, 2002.

Office of Government Commerce. *Managing Successful Projects with PRINCE2*. 5th. TSO (The Stationery Office), 2009.

Portman, Henny. *PRINCE2 in Practice, A practical approach to creating project management documents. English translation*. 1ed. Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2009.

Project Management Institute. *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. 2nd Ed. Newton Square, Pennsylvania 19073-3299: Project Management Institute, Inc., 2006.

The Construction Industry Institute Cost/Schedule Control Task Force. *WORK PACKAGING FOR PROJECT CONTROL*. 1st. Edited by CII Construction Industry Institute. Austin, Texas: The University of Texas at Austin, 1988.

The Construction Industry Institute Cost/Schedule Controls Task Force. *MODEL PLANNING AND CONTROLLING SYSTEM FOR EPC OF INDUSTRIAL PROJECTS*. 2nd. Edited by The University of Texas at Austin. Austin, Texas: Construction Industry Institute, 1987.

ANEXO 1. WBS PROYECTO EPF RQI

ANEXO 2 REGISTRO E IDENTIFICACION DE RIESGOS

Registro de Riesgos - Vía de Acceso Ramiriquí						07/11/2012
OPCIONES DE VÍA	ID RIESGO	CAUSA	EVENTO	CONSECUENCIA	RESPUESTAS POTENCIALES	ESTIMACIÓN DE COSTOS
Vía Actual (Finqueros)	R01	Si no se llega a un acuerdo con los propietarios: Ampliación y pavimentación, Nueva servidumbre, Arriendo y peaje para la etapa de producción.	No se podrán ingresar equipos para la adecuación de la plataforma y el montaje de la facilidad. No se permitirá el paso de los carrotanques para el transporte de crudo y gas del pozo y vehículos de la operación.	Retrasaría el inicio de la prueba extensa. Pérdidas de producción inicio estimado 01 Diciembre. Incumplimiento ante el MME y la ANH. Incumplimiento de los objetivos del área ante casa matriz. Incumplimiento a los socios del bloque llanos 22. Retrasos en el inicio del contrato de comercialización de gas. Bloqueo de la operación. Se Incrementaría el OPEX del proyecto.	Solicitar presupuesto para pavimentar la vía. Dar aviso a los interesados del proyecto (ANH, MME, casa matriz, socios, etc) del tiempo estimado para arrancar normalmente la prueba. Realizar una nueva negociación con los propietarios. Hacer pagos adicionales a los propietarios. Demandar a los propietarios por incumplimiento a los acuerdos de servidumbre petrolera negociado con el área legal.	1.5 MMUSD
	R02	Si la operación de transporte de crudo y gas se desarrolla normalmente por esta vía (Logrando los dos acuerdos anteriores).	Alto nivel de vibración Alto nivel de ruido Alto riesgo de accidentes Restricción de tránsito (18h - 06h) Mayor expectativa de la comunidad frente al proyecto. Mayor venta de predios.	Posibles bloqueos de la operación. Quejas de los propietarios acusando que la operación les afecta su salud, sus predios, su tranquilidad. Se generarían nuevas peticiones económicas por parte de los propietarios. Pérdidas de producción Incremento de la población, lo que se traduce en incremento proporcional de los problemas sociales.	Monitoreos continuos de vibración y ruido. Mayor control, supervisión y logística vial, lo que implica mayor costo. Reforzar el Plan de contingencias para mitigar el riesgo de accidentes. Plan de mitigación de material particulado, mayor costo de la operación. Revisar con el área legal el alcance de la servidumbre actual, debido a que éstos desacuerdos están afectando el desarrollo de las pruebas extensas en tiempo y presupuesto. Censo de la población actual, y comparación con su incremento. Evaluar la Compra de predios estrategicos de la zona de influencia.	0.3 MMUSD
Vía Nueva (Los Aponte)	R03	Sí se logra el acuerdo de servidumbre con los Aponte	Cepcolsa contará con una vía con un único propietario en la zona de influencia	El inicio de la prueba extensa se viabilizaría.	Compra de predios, pagar una nueva servidumbre por el derecho de vía.	0.5 MMUSD
			Se permitirá el paso de los carrotanques para el transporte de fluidos de producción del pozo.	No tendríamos restricciones de Tránsito, ni condiciones y peticiones por parte de los finqueros. Mayor seguridad de la operación, se elimina el contacto de la operación con la población de los finqueros. (Esto ha sido petición de la comunidad)	Construir una nueva vía de acceso que garantice el tránsito de los vehículos. Esta vía debe estar lo más alejada posible de los predios de los finqueros para mitigar la vibración, el ruido, el polvo, la luz, etc.	3 MMUSD
			Se podrá construir la línea de flujo hacia el segmento 0 de OCENSA.	Se adelantará el PDD del campo Ramiriquí. Disminuyendo los costos de transporte crudo por carrotanque. Viabilidad a la Perforación del pozo Ramiriquí 2.	Cerrar los acuerdos con EQUION Ingeniería básica y detalle de la estación de fiscalización y bombeo de fluidos a OCENSA. Modificaciones a la licencia ambiental que contemple este escenario	
	Se podrán recibir a futuro lo crudo producidos por los otros campos exploratorios (Jilguero, Curara, etc) en la facilidad de Ramiriquí para inyectar al segmento 0.	Reducción de costos de transporte de crudo por carrotanque. Centralización de la operación de transporte y comercialización desde Ramiriquí.	Direccionamiento del crudo producido en los otros campos de CEPOLSA. Cerrar los acuerdos con EQUION Ingeniería básica y detalle de la estación de recibo y almacenamiento de nuevos crudos.			

ANEXO 3 DICCIONARIO DE LA WBS