

AES 09089043-3-1  
Revisión 1  
Septiembre del 2009

## **OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS ECUADOR S.A. (OCP) ANÁLISIS DE COSTOS DEL OLEODUCTO**

### **Informe Final**

APTECH Engineering (Alberta) Ltd.  
(Una subsidiaria en propiedad absoluta de Intertek)

Preparado por

Ray Masrouf  
Jim C. Towers

Preparado para

Oleoducto de Crudos Pesados Ecuador S.A. (OCP)  
Av. Amazonas 1014 y Naciones Unidas  
Edificio Banco La Previsora, Torre A – Piso 3  
Quito, Ecuador

Con atención a: Sr. Fabián Sánchez

Transmitido vía Email: [fsanchez@ocp-ec.com](mailto:fsanchez@ocp-ec.com)

## RESUMEN EJECUTIVO

APTECH Engineering (Alberta) Ltd (Intertek-APTECH) fue solicitado por Oleoducto de Crudos Pesados Ecuador S. A. (OCP) para la preparación de una propuesta de estimación de costos del proyecto de ingeniería, procura y construcción (IPC) para el oleoducto de OCP de 484.6 km e instalaciones relacionadas, usando costos de mano de obra y equipo de 2009.

Intertek-APTECH revisó la información de materiales y componentes que le puso a disposición OCP en un esfuerzo para establecer un panorama claro del sistema de oleoducto. La estimación de costos se presenta en dólares de 2009 y se considera que se encuentra con un rango de precisión de entre un 15 a un 20%.

La estimación final del Costo Total Instalado (CTI) en dólares de 2009, derivado del análisis de los costos de comparación de referencia del proyecto, incluyendo llenado de líneas e Impuestos al Valor Agregado, es de \$2,033,104,087. También se revisó una lista de costos cotizados por proveedores de varios componentes del oleoducto como fuente adicional.

La presente estimación preparada por Intertek-APTECH cumple con los requisitos de una estimación Clase 4 según se define en la internacionalmente reconocida Práctica Internacional Recomendada AACE No. 18R97 "Cost estimate Classification System – As applied in Engineering, Procurement, and Construction of the Process Industries". Aunque la amplitud relativa de la base de datos disponibles para el estudio, y que fue usada por Intertek-APTECH apoya la asignación del rango de precisión de 15 a 20% a la estimación, las variables y las circunstancias desconocidas como el clima, los retrasos aduanales, la falta de mano de obra o materiales, las condiciones ambientales o geotécnicas, y los requisitos reglamentarios pueden aumentar el costo aproximado final más allá del rango de precisión.

Intertek-APTECH examinó los datos de referencia disponibles relevantes al diseño y construcción de proyectos de sistemas de oleoducto construidos en varios países alrededor del mundo en un lapso de nueve años de 2001 a 2009. Los proyectos seleccionados, los cuales constituyen la base para la presente estimación, fueron similares al sistema de

oleoducto de OCP en tamaño general del proyecto, longitud y diámetro del oleoducto, número de instalaciones asociadas, y condiciones generales ambientales, del terreno, y de derecho de vías. Se consideró el grado de dificultad asociado con la construcción del proyecto de OCP, primero definiendo los elementos que impactan las actividades de construcción, por ejemplo, el número de cruces, lo accidentado del terreno, el tipo de suelo, etc. y luego adoptando un factor de mejora de costo aceptable para llegar al nivel de precisión requerido para la estimación.

Este informe se basa en muchas revisiones de documentos, incluyendo:

- Oil and Gas Journal. artículos concernientes a proyectos similares de oleoductos
- Datos comercializados por Penwell Publishing Incorporated concernientes al Costo de Construcción de Oleoductos a Nivel Mundial entre 2001 y 2009
- Las publicaciones por Gulf Publishing que contienen información sobre estimación de costos para sistemas de oleoductos e instalaciones marítimas.
- Cotizaciones de proveedores de 2009 para los componentes seleccionados

Las estimaciones proporcionadas en este informe asumen tendencias favorables en el mercado al momento de la compra del material y la construcción. Además, el trabajo de ingeniería y diseño apropiados; especificaciones detalladas de materiales, equipo y construcción; compras y entregas oportunas de equipo y materiales; y, la inspección estricta de la construcción conforme con las especificaciones del proyecto y los estándares, se consideran objetivos alcanzables del proyecto. Las estimaciones de Clase 4 se usan por lo general en el estudio y análisis de la viabilidad.

## Sección 1

### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COMPAÑÍA

APTECH Engineering (Alberta) Ltd. es una subsidiaria en propiedad absoluta de Intertek Caleb-Brett. Intertek fue establecida en 1885 y ha brindado servicio a la industria petroquímica por 124 años. Para propósitos de este informe, se hará referencia a APTECH Engineering (Alberta) Ltd. como Intertek-APTECH. La compañía es una empresa de consultoría de ingeniería especializada en el Manejo de la Integridad de Activos y el Manejo del Ciclo de Vida de infraestructura, instalaciones y equipo. El grupo petroquímico está ubicado en Houston, Texas y brinda un enfoque directo en soluciones de Manejo de Integridad de Activos para las industrias de petróleo y gas. Ofrecemos dichos servicios especializados usando tecnología avanzada y pericia de calidad internacionalmente reconocida y proporcionando especialistas y apoyo de ingeniería en todas las áreas del Manejo de Integridad de Activos, incluyendo diseño, corrosión y metalurgia, análisis de causas raíz en fallas, soluciones de Manejo de seguridad e integridad mecánica, y análisis de riesgos.

Además, nuestros servicios nos llevan a casi todos los campos imaginables, como el textil, la electrónica, la construcción, la calefacción, la farmacéutica, el petróleo, los materiales, los alimentos y el escaneo de carga. Operamos una red global de más de 1,000 laboratorios y oficinas y más de 23,000 personas en 110 países alrededor del mundo.

El Grupo petroquímico brinda servicios de Manejo de Integridad de Activos a las siguientes industrias:

- Costa afuera y Marítima
- Oleoductos
- Química y Petroquímica
- Refinerías y Procesamiento de Gas
- Gas Natural Licuado (LNG) y Gas Licuado de Petróleo (LPG)

- Manufactura

Ofrecemos los siguientes servicios clave:

- Servicios de Manejo de Integridad de Activos
- Diseño, Verificación de Diseño, Selección de Materiales.
- Inspección (Tecnologías Avanzadas)
- Estrategias de Mantenimiento y Inspección
- Análisis de Riesgos, Inspección en Base de Riesgos
- Software de Inspección en Base de Riesgos
- Servicios de Seguridad de Procesos e Integridad Mecánica
- Soporte en Corrosión y Metalurgia
- Modelos de Negocios y Finanzas
- Capacitación y Auditorías

Además, Intertek-APTECH ayuda a los clientes a evaluar sus productos y artículos en un amplio rango de estándares de seguridad, normativos, de calidad y de desempeño. Nuestros servicios incluyen pruebas, certificación, auditorías, seguridad, inspección, garantía de calidad, evaluación, servicios analíticos, asesoría, capacitación, contratación de terceros (*outsourcing*), manejo de riesgos y seguridad/protección.

Nuestros clientes incluyen algunas de las marcas líderes en el mundo, empresas importantes nacionales e internacionales, y gobiernos. Shell, Canon, Canadian Natural Resources, Ltd., McDonalds, BP, IKEA, Nestle, ExxonMobil, LG, GAP Inc., Valero, Panasonic, Tesco, Chevron Texaco, Marks & Spencer, y Levi Strauss son clientes de Intertek-APTECH. Más de 20 gobiernos, incluyendo los de Bangladesh, Mozambique, y Arabia Saudita, son también nuestros clientes.

Intertek-APTECH agrega valor a los productos y procesos de nuestros clientes, facilitando su éxito en el mercado global y proporcionando pericia que inspira confianza.

Los currículums de Ray Masrouf y Jim C. Towers aparecen como referencia en el Anexo A de este informe.

## Sección 2

### ANTECEDENTES

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUIDO

La siguiente información concerniente al sistema de oleoducto existente fue reunida y analizada para proporcionar una base general para una estimación en dólares de 2009, incluyendo los elementos de diseño y construcción utilizados en la finalización del sistema de oleoducto original de 2001.

El Sistema de Oleoducto de 484.6 km está enteramente ubicado dentro del país de Ecuador. La ruta del oleoducto inicia dentro de la región amazónica del Ecuador y se extiende por la Cordillera de los Andes hasta el área costera del Ecuador. Existen instalaciones de lanzamiento y/o recepción de la herramienta de Inspección en Línea (ILI) en cada una de las estaciones de bombeo o de reducción del Sistema del Oleoducto de la siguiente manera:

- Amazonas (PS-1-KmP 0.00)
- Cayagama (PS-2-KmP 67.4)
- Sardinias (PS-3-KmP 148.2)
- Paramo (PS-4-KmP 188.9)
- Chiquilpe (PRS-1-KmP 275.0)
- Puerto Quito (PRS-2- KmP 327.2)

Una terminal de descarga marítima (Terminal Marítima) está ubicada en KmP 484.6.

El oleoducto consta de 4 diferentes diámetros que oscilan de 24 a 36 NPS, 15 diferentes espesores de pared, y 32 combinaciones asociadas de diámetro/espesor de pared (consulte las Tablas 2-1, 2-2, y 2-3). La Tabla 2-2 específicamente refleja el diámetro, el espesor de pared, y la longitud de las secciones del oleoducto instaladas para el proyecto. El costo del acero del ducto es de \$202,000,000 y fue calculado con base a \$1922 por tonelada (valor actual). Este valor es estrictamente de los costos de material y manufactura y no incluye recubrimiento, transporte ni otros costos relacionados que dan un costo total en el acero del ducto de \$469,405,754.

Tabla 2-1

RESUMEN DE LA LONGITUD Y DIÁMETRO DE LAS SECCIONES DEL DUCTO

SECCIÓN NO.	SECCIÓN	DIÁMETRO OD DEL DUCTO (PULG)	LONGITUD (KM)
1	PS 1-PS2	32	67.4
2	PS2-PS3	34	80.8
3	PS3-PS4	34	37.7
4	PS4-PRS1	32	89.3
5	PRS 1-PRS2	24	52.1
6	PRS2-MT	36	157.3
<b>Longitud Total</b>			<b>484.6</b>

Tabla 2-2

SISTEMA DE OLEODUCTO: RESUMEN DE DIÁMETRO/ ESPESOR DE PARED/ INVENTARIO

DIA. OD [PULG]	ESPEJOR DE PARED [PULG]	LONGITUD INSTALADA [M]	INVENTARIO CALC. BARRILES	TONELADAS CORTAS DE TUBERIA	MILLAS DE TUBERIA	MILLAS/ PULG
24	0.312	5,435.20	9,470.51	704.79		
	0.375	8,046.07	13,869.06	1,250.68		
	0.500	6,872.75	11,593.21	1,416.87		
	0.562	5,070.97	8,461.91	1,171.95		
	0.625	5,444.34	8,985.15	1,395.52		
	0.688	5,006.64	8,171.51	1,408.88		
	0.750	8,798.56	14,203.45	2,691.88		
	0.812	7,514.43	11,997.16	2,482.42		
	<b>Subtotal</b>	<b>52,188.95</b>			32.41	777.82
32	0.344	12,355.09	38,626.45	1,764.03		
	0.375	3,922.82	12,215.63	609.76		
	0.438	9,626.67	29,736.11	1,743.10		
	0.469	9,760.06	30,028.15	1,889.85		
	0.500	4,453.52	13,647.22	918.13		
	0.562	33,552.63	101,996.66	7,754.33		
	0.625	46,500.28	140,204.88	11,919.22		
	0.750	9,652.93	28,633.61	2,953.28		
0.812	11,290.42	33,219.16	3,729.84			

DIA. OD [PULG]	ESPEJOR DE PARED [PULG]	LONGITUD INSTALADA [M]	INVENTARIO CALC. BARRILES	TONELADAS CORTAS DE TUBERIA	MILLAS DE TUBERI A	MILLAS/ PULG
	0.875	4,729.57	13,800.34	1,679.08		
	0.938	9,245.87	26,754.10	3,509.20		
	1.062	1,494.34	4,253.16	638.69		
	<b>Subtotal</b>	<b>156,584.21</b>			97.24	3111.6
34	0.344	12,773.68	45,199.62	1,823.80		
	0.375	22,519.93	79,390.34	3,500.51		
	0.469	24,781.73	86,378.80	4,798.50		
	0.500	9,108.00	31,627.74	1,877.68		
	0.562	30,012.15	103,436.16	6,936.09		
	0.625	7,236.14	24,748.39	1,854.81		
	0.688	12,034.23	40,842.29	3,386.47		
	<b>Subtotal</b>	<b>118,465.86</b>			73.57	2501.3
		<b>LONGITUD [M]</b>				
36	0.375	64,892.72	257,117.44	10,086.95		
	0.406	27,744.67	109,543.36	4,663.03		
	0.438	5,708.15	22,455.39	1,033.58		
	0.500	6,064.61	23,689.52	1,250.26		
	0.562	52,949.30	205,367.11	12,237.08		
	<b>Subtotal</b>	<b>157,359.44</b>			97.72	3517.9
	<b>Total</b>	<b>484,598.47</b>	<b>1,589,663.59</b>	<b>105,080.25</b>	<b>Total de millas/pul g</b>	<b>9908.7</b>
			Costos 2009	\$1,922	\$/ton	
			Tubería sola	\$202,000,000	Estimado de costo 2009 tubería sola	

**Tabla 2-3**

**SISTEMA DE OLEODUCTO: RESUMEN DE INFORMACIÓN CLAVE**

<b>PARAMETRO</b>	<b>DATOS</b>
<b>Año de construcción</b>	<b>2001-2003</b>
Material de la tubería	X-70
Presión de diseño (*)	3,200 psi (max) (Varía según la sección del ducto)
MAOP (*)	3,200 psi (max)
MOP (*)	2,900 psi (max)
Tipo de recubrimiento	Fusion Bonded Epoxy (FBE)
Acceso al derecho de vía	4x4, a pie
Frecuencia de limpieza	Mensual
Tipo de chanco de limpieza	Copas, discos y cepillos metálicos convencionales
Tipo de producto	Crudo pesado (19 API)
Contenido de cera	Insignificante
Temperatura de operación	Se puede controlar en no menos de 110°F (43°C) (176°F (80°C) max)
Contenido sedimentos básicos y agua	Menor a 0.5%
Velocidad del producto	Se puede controlar desde 0.25 m/s (36 pulg. en flujo mínimo) hasta 4.15 m/s (24 pulg. en flujo máximo)  Pueden presentarse condiciones de llenado parcial ( <i>slack flow</i> ) en algunas áreas
Instalaciones de almacenamiento	1.200.000 barriles en la Terminal Amazonas 3.750.000 barriles en la Terminal Marítima

La ruta generalmente sigue al oleoducto SOTE con ciertos ajustes y desviaciones para mantener la integridad de los sistemas de oleoductos, y se extiende desde las instalaciones de recepción en Amazonas en la Región Oriente de Ecuador hasta la terminal Marítima OCP cerca de Esmeraldas, Ecuador. La capacidad sustentable de transporte según las especificaciones es no menor a 410.000 barriles de crudo 18° API diariamente. Existe un punto de inyección aproximadamente 151 kilómetros aguas debajo de la Terminal Amazonas donde AGIP proporcionó todas las instalaciones necesarias para inyectar hasta 60.000 barriles por día en el flujo.

Tabla 3-2

**ESTIMACIÓN DE COSTOS DE REFERENCIA EN \$ DE 2009  
(SE CONSIDERA CON UN 15 AL 20% DE PRECISIÓN)**

<b>ELEMENTO</b>	<b>\$ DE 2009</b>
Terreno	\$7,031,408
Derechos de vía	\$36,759,467
Tubería	\$469,405,754
Accesorios	\$42,140,936
Construcción del ducto	\$575,083,042
Edificios	\$39,989,068
Equipo de bombeo	\$78,587,181
Herramientas, maquinaria	\$90,687
Otro equipo de estación	\$114,071,445
Tanques	\$83,344,942
Facilidades de entrega	\$26,259,183
Sistemas de comunicación	\$6,223,127
Mobiliario y equipo oficina	\$3,045,317
Vehículos y otro equipo de trabajo	\$7,000,088
Otros	\$4,487,521
<b>TOTAL</b>	<b>\$1,493,519,166</b>
Más impuestos Ecuador	\$399,584,920
Más llenado del ducto	\$140,000,000
<b>TOTAL GENERAL ESTIMADO PARA OCP</b>	<b>\$2,033,104,087</b>