Oleoducto de Crudos Pesados en Ecuador



OCP

Oleoducto de Crudos Pesados

en Ecuador





A mediados de septiembre de 2003 se logró cargar el primer buque tanque con el petróleo transportado por el Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), construido por Techint en Ecuador a lo largo de 500 kilómetros.

En marzo de 2001, luego de casi 7 años de negociaciones, el gobierno ecuatoriano adjudicó a un consorcio internacional (conformado por Alberta Energy de Canadá, Kerr-McGee y Occidental Petroleum de Estados Unidos, Repsol-YPF de España, y las argentinas Pérez Companc y Techint) la instalación de las más de 130.000 toneladas de tubos de un oleoducto que recorrería 500 kilómetros, desde Lago Agrio en la selva amazónica, hasta el Puerto de Esmeraldas, atravesando la cordillera de los Andes.

Techint fue seleccionado como constructor, con un contrato de Engineering, Procurement and Construction (EPC) bajo la modalidad “ajuste alzado”, por un monto final de US$ 970 millones; es decir, el más grande en su historia. El trabajo debía realizarse en un plazo de 20,5 meses, en el marco de un proyecto integral: la empresa era responsable de la ingeniería básica, la ingeniería de detalle, los suministros, la construcción, el *commisioning*, la puesta en marcha y la prueba de performance.

Con la construcción del oleoducto se aumentó la capacidad de transporte de crudos pesados, pasando de 350.000 a 517.000 barriles por día, lo cual significará exportaciones adicionales para Ecuador por US$ 2.600 millones al año.

Durante el pico del proyecto se emplearon más de 10.000 trabajadores, de los cuales más del 90% era personal de Ecuador. Llegaron a utilizarse más de 1.000 equipos pesados en el pico de la obra, en más de 25 millones de horas propias trabajadas para las distintas fases, sin incluir los subcontratos.



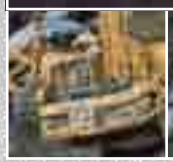


Campamento "La Sierra"
en las cercanías de Mindo.



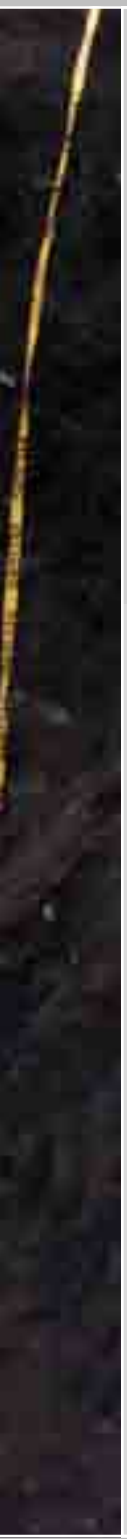
Trabajos en el tubo de acero cementado para realizar un cruce especial en la zona del "Reventador" en el Tramo I.

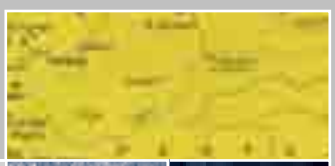




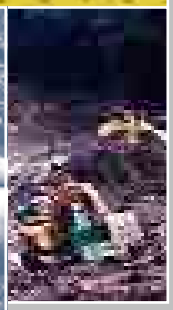


LA OBRA









El proyecto consistió en la ingeniería y construcción del sistema de transporte integrado por un ducto de 500 km de longitud con tubos de 24" a 56" (API-5L-X70 revestidos con polietileno tricapa) de alta presión provistos por TenarisConfab y TenarisSiat, para transportar 450.000 Bbl/día de crudo. Además, se diseñaron y construyeron 2 playas de tanques de recepción de petróleo, una en la cabecera de 1.200.000 barriles de capacidad operacional y otra en la terminal marítima de 3.750.000 barriles de capacidad; una estación de bombeo cabecera; 2 estaciones de reducción; una estación automática de control de presión (133 kg/cm^2); una terminal marítima con 2 boyas *off shore* para carga de buques (4 tuberías submarinas de 7 km cada una); y el sistema de telecomunicaciones y SCADA.

El Oleoducto contaba con 5 tramos de línea regular:

> El primero en la selva amazónica, desde Lago Agrio hasta la progresiva 112, en la región del Salado. En este tramo, a fines de 2002, se produjo la erupción del volcán Reventador, afectando fuertemente los trabajos. El tramo está constituido por una primera sección de suelos residuales, limos arenosos y arcillas con alta humedad, así como sectores pantanosos, donde se intercala un sector rocoso de aproximadamente 5 kilómetros. La pluviosidad promedio mensual de esta zona varía entre los 200 y 370 mm y la máxima registrada en la zona es de 657 mm/mes.

La otra sección de este tramo está constituida por el área de influencia del Volcán Reventador, cuya erupción en noviembre de 2002, así como las fuertes avalanchas de material rocoso que cambian la geografía del sector en los cauces de varios ríos, obligaron a optimizar los estudios y programas de construcción, definiéndose el tratamiento del área como cruce especial. La zona se caracteriza por lluvias muy intensas y continuas durante 12 a 24 horas, las cuales afectaron la estabilidad de materiales sueltos acumulados durante la erupción.



> El segundo tramo en el sector Oriente se extiende desde la región del Salado hasta la zona de la Virgen de Papallacta, donde se encontraba el punto más alto del proyecto, que superaba los 4.000 metros sobre el nivel del mar. En esta región se halla el Antisana, y el cruce de la Cordillera de los Andes. Se trata de una extensión de 88 km, de los cuales 9 consistieron en obras especiales, con pendientes, cruce de ríos angostos, quebradas y lluvias constantes. Estos sectores están constituidos por materiales coluviales y depósitos volcánicos como lavas y andesitas en matriz limosa, lo cual –sumado a la alta pluviosidad en ciertas épocas del año– llevó a la necesidad de crear diferentes medidas de estabilización.

> El tercer tramo corre a lo largo del valle central de Quito, entre el km 200 y el km 280. Los valles de Guayllabamba y Pomasqui son característicos de este sector, y están compuestos por cenizas volcánicas de alta peligrosidad, formadas por fases explosivas de volcanes de la zona. Se trata de materiales compactos, pero en presencia de agua pierden las propiedades geomecánicas. La topografía del sector es montañosa y consta de varias obras especiales en los cruces de los ríos Guambi, Guayllabamba, Monjas y Pichán.



Soldadura de tubos en la zanja, en el tramo II.



El proyecto brindó trabajo a más de 10.000 personas en Ecuador, prepárandolas además a través de escuelas de entrenamiento para tareas constructivas específicas.



Obra especial El Castillo en Mindo.
[Tubería 24"]





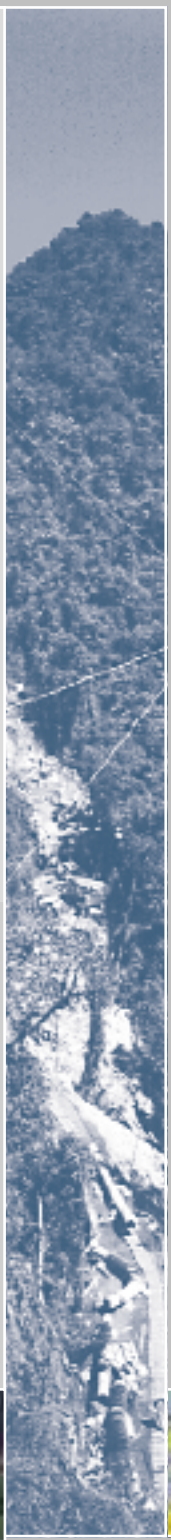
Obra especial El Castillo en Mindo.
[Tubería 24"]





> El cuarto tramo corre desde el valle hasta la costa en Esmeraldas, una región con una compleja situación socio-económica y graves problemas sociales. Esta sección puede ser dividida en dos partes. La primera se ubica entre el Km 298 y el Km 350 y está constituida por suelos en los cuales predominan los limos, arcillas limosas, arcillas arenosas y sustancias residuales. Son suelos de baja consistencia, que constituyen la zona de mayor pluviosidad durante el año: los registros muestran 400 mm de lluvias como promedio mensual, y 1400 mm como pluviosidad máxima para el mismo período. Una segunda sección importante de este tramo está conformada por el área de Quinindé y Esmeraldas, caracterizadas por las formaciones geológicas Viche y ONZOLE, compuestas por suelos residuales, lutitas, limolitas y areniscas. En cuanto a la topografía, el terreno es ondulado y se caracteriza por la cantidad de deslizamientos y procesos erosivos en el área. En este sector se instaló un importante cruce aéreo sobre el río Quinindé, y se desarrollaron varias obras especiales en otros ríos tales como el Viche y el Teaone. La pluviosidad en Esmeraldas es alta: desde diciembre a mayo se registra un máximo mensual de 492 mm/mes.

Una vez iniciados los trabajos de construcción, a estos cuatro tramos se sumó uno más, debido a la complejidad que los trabajos presentaban en esta región. Se trata del tramo de obra especial en la reserva del Mindo (única en el mundo), una zona ambientalmente muy sensible, a la cual el acceso no está permitido. De allí que toda la ingeniería y construcción en esta área tuvo que desarrollarse través de actividades que el personal pudiera hacer manualmente, debido a la prohibición gubernamental de utilización de maquinaria.







Cruce especial.





Por este motivo, se debió instalar un sistema de teleférico (cable aéreo) especialmente diseñado para trabajar en lugares de topografía difícil y cuchillas delgadas, en los cuales no podría operar un equipo convencional de construcción, tal como un *bulldozer,* una retroexcavadora o un *side-boom.* De esta manera pudo realizarse el transporte de materiales a lo largo del tramo. Cabe destacar que la tecnología utilizada en este caso es posiblemente la más avanzada en la actualidad, y permite efectuar curvas direccionales para acoplarse al terreno sin la necesidad de montajes pesados que conllevan un mayor tiempo. Por primera vez en la historia del montaje de un ducto, se usó un teleférico en una distancia continua tan extensa: 5,5 km en el sector de Mindo con curvas direccionales. La instalación del teleférico en el caso de OCP se realizó de forma totalmente manual, sin ayuda de maquinaria. A partir del éxito en su utilización, el futuro de este tipo de dispositivo en el montaje de oleoductos parece ser muy promisorio. La experiencia en bosques protectores como el de Mindo es un ejemplo para otros proyectos a nivel mundial, permitiendo construir oleoductos en áreas sensibles con espacios reducidos (de hasta 4 m de ancho de plataforma). La seguridad ofrecida para realizar el montaje, el poco lugar requerido para su operación y su capacidad de carga lo convierten en una herramienta eficaz para sortear las condiciones difíciles de una obra compleja.





En varios de los tramos los equipos y materiales debieron ser transportados a través de cablecarril .

Vista del campamento Mindo, reserva única en el mundo que constituyó uno de los mayores desafíos del proyecto OCP.







Por otra parte, hubo un tramo *off shore* de 4 líneas de 36" y 7 km de longitud cada una, instalado sobre el lecho marino a partir de los primeros 300 metros enterrados. Este trabajo fue subcontratado por Techint a la empresa Saipem, mientras que la provisión de dos boyas de 130 y 250 MBbl/h fue adjudicada a la firma FMC. A fin de instalar el primer tramo de cada una de las cuatro líneas (aproximadamente 1,5 km) se instaló un winche de 500 toneladas en la playa con un cable de acero de 10" de diámetro, conectado a un cabezal de arrastre soldado al primer tubo de la sección submarina, sobre la barcaza Castoro 10 de Saipem. En este caso, la maniobra es interesante: cada vez que un tubo de la línea (aproximadamente 12 m) es soldado al anterior, el winche en tierra tira la tubería en 12 m aproximadamente, hasta que el cabezal de arrastre llega a la playa. Luego el proceso de soldadura continúa, pero en este caso la barcaza empieza a alejarse 12 m cada vez que un tubo es soldado. Este procedimiento sigue hasta que la barcaza llega a la posición designada final para cada tramo de tubería de 36". Cuando las tuberías se encuentran instaladas, se procede a la instalación del PLEM (*mainfold* final de la tubería), que es depositado en el fondo marino con las grúas a bordo del Castoro 10. Posteriormente, se procede a la instalación del conjunto de seis anclas-cadenas para sostener la boya en posición. Después de esto, la boya se remolca desde el puerto al sitio de montaje y se conecta a las cadenas. Las mangueras submarinas se colocan en posición usando las grúas a bordo del Castoro 10 y con la ayuda de buzos se conectan al PLEM y a la boya con bridas. Cada uno de los cuatro subsistemas fue probado hidrostáticamente y para concluir se testeó todo el sistema en conjunto.







Trabajadores realizan la bajada de un tubo concretado en el Tramo I, "El Reventador".

Puede agregarse a su vez un tramo *on shore* con tubos de 56", que se extiende desde el patio de tanques en el *Marine Terminal* hasta la zona cercana a la playa, a una altura de 41,5 m.s.n.m. Las obras en este sector se desarrollaron dentro de la formación geológica Borbón, compuesta por areniscas calcáreas grisáceas con un conglomerado basal, intercaladas con arcillas limosas, rocas sedimentarias de estratificación horizontal y material superficial suelto, formado por coluviones y materia residual. Las obras del ducto se complementan con accesos, canales de drenaje importantes y obras de estabilización, además de los *mainfolds* para las válvulas de bloqueo y control.







Tramo II, "El Antisana". De los 88 km, 9 son obras especiales con pendientes pronunciadas y cruces de ríos.

Planta Sardinas





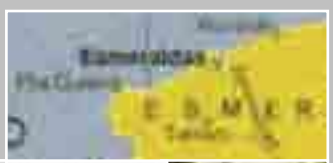


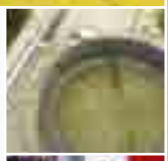


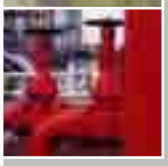
Tanques en la estación de bombeo cabecera y sobre la costa del Pacífico

OCP: también una importante obra industrial











A diferencia de otros pipelines, el Oleoducto de Crudos Pesados involucró instalaciones, plantas y tanques de dimensiones y complejidad inusuales:

> 4 estaciones de bombeo, en Amazonas, Cayagama, Sardinas y Páramo. Entre todas implicaron la instalación de 22 bombas de 3.370 Kw y 5.000 Bbl/h cada una, 10 hornos de calentamiento indirecto (16.000 Kw cada uno), y 4 tanques de almacenamiento de crudo en Amazonas, de 300.000 Bbl cada uno. Todas estas estaciones cuentan con un grado de automatización tal que permite la operación local en cada una o en forma centralizada desde la sala de control de Quito a través del sistema SCADA.

> 2 estaciones reductoras de presión, equipadas con válvulas reductoras con accionamientos electro-hidráulicos de alta sensibilidad, que permiten reaccionar. La operación de las reductoras también puede ser local o remota.

> Una terminal de almacenamiento para carga de buques, que implicó un movimiento de suelos de más de 2.000.000 m^3. Posee 5 tanques de almacenamiento de crudo con una capacidad de 750.000 Bbl, de 25 metros de alto y 92 metros de diámetro cada uno.

A su vez, para apoyar los trabajos en todas estas instalaciones, se creó un taller de prefabricado y pintura de cañerías ubicado en los alrededores de Quito, que produjo 3.000 ton de prefabricado en 9 meses (con una capacidad de producción máxima de 400 ton/mes), desde donde se distribuyeron las cañerías y prefabricados hacia el oriente (Amazonas) y el occidente (Esmeraldas), cubriendo los ocho puntos de trabajo.

A lo largo del *pipeline* se instalaron además 25 válvulas de bloqueo, ubicadas en las cercanías de los ríos que atraviesan el oleoducto. Las mismas cuentan con accionamientos electro-hidráulicos y comando local y remoto a través del sistema SCADA, que permiten un monitoreo continuo. También se construyeron 20 válvulas de retención.




TECHINT