

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Este capítulo del EIA, contiene el estudio de alternativas consideradas por OCP Ecuador S.A. en lo referente al diseño, construcción y operación de las diferentes instalaciones y facilidades del Proyecto Oleoducto para Crudos Pesados (OCP). El capítulo está dividido en secciones que examinan las alternativas estudiadas, las mismas que están organizadas en las siguientes categorías:

- Selección de la ruta del oleoducto;
- Selección del sitio para la implantación de las Facilidades;
- Diseño;
- Construcción; y
- Operación.

Dentro de cada subsección se discuten y analizan los diferentes criterios utilizados para descartar alguna alternativa propuesta y seleccionar la alternativa de preferencia u óptima. Los criterios de selección utilizados, se basan en consideraciones técnicas, ambientales y económicas. Las variables ambientales tuvieron una injerencia importante durante el diseño del Proyecto y en la preparación de esta sección. La información fue proporcionada a medida que los trabajos de campo se iban desarrollando, de tal forma que la información fuera oportuna para la toma de decisiones.

4.1 Selección de la Ruta del OCP

En una primera instancia, fue recorrida la ruta del derecho de vía del SOTE a fin de evaluar su aptitud para la instalación del nuevo OCP, y para identificar rutas alternas o variantes donde el derecho de vía del SOTE no es capaz de dar acomodo a este nuevo oleoducto.

Esta evaluación dio como resultado una serie de recomendaciones para la ruta, con el objeto de que cumpla con las siguientes metas y criterios:

- Proveer la máxima estabilidad, seguridad y confiabilidad del sistema evitando la conformación de pendientes laterales y terrenos pronunciados que no provean un apoyo y estabilidad suficientes a la tubería;
- Reducir al mínimo los impactos sociales, culturales y ambientales evitando hasta donde sea posible las áreas habitadas, las especies vegetales y animales ambientalmente sensibles y los sitios con un alto potencial arqueológico;
- Reducir al mínimo la intervención de bosques primarios o remanentes seleccionando una ruta que cruce áreas con mayor intervención en lugar de áreas boscosas, donde sea posible;

- Donde sea posible, minimizar el cruce por centros poblados, áreas urbanas o de expansión urbana futura.
- Reducir al mínimo los costos y tiempo incurridos en la construcción, y el área total impactada, minimizando en la medida posible la longitud total del oleoducto que va a ser instalado; y
- Reducir al mínimo el número de cruces de corrientes de agua y los impactos potenciales a los cuerpos de agua en general.

Con la finalidad de alcanzar estos objetivos, se evaluaron varias alternativas cuyos análisis y consideraciones se exponen en esta sección. En base a la información recopilada a través de la caracterización ambiental (e.g. física, biótica, arqueológica, socioeconómica, análisis técnicos y económicos adicionales), en esta sección se ejecuta un análisis de las alternativas consideradas para establecer la ruta final del OCP.

En el análisis se evaluaron los aspectos ambientales relacionados con la parte física del proyecto, indicando como incide cada componente en la viabilidad de la ruta considerada. Las áreas ambientales donde este concepto aplica, incluyen: hidrogeología, geomorfología, suelos, recursos hídricos superficiales, recursos marinos, volcanología, riesgo sísmico, áreas o zonas protegidas por su valor ecológico, aspectos socioeconómicos y etno culturales. El grado de incidencia sobre la viabilidad de las distintas alternativas del OCP se clasificaron como alta, media y baja, considerando la posibilidad de alteración o daños al oleoducto y/o de las actividades de construcción propuestas al medio.

Esta evaluación se divide en 3 niveles:

1. Una evaluación de 4 rutas principales denominadas macro rutas (Nivel 1) consideradas para el planteamiento inicial del OCP y denominadas como: ruta SOTE, Frontera Norte, Oyacachi y Ruta Guayas;
2. Una evaluación de las distintas variantes a la macro ruta seleccionada (Nivel 2) y denominadas en este análisis: Variante Norte, SOTE Equivalente (segmento comparable de la ruta SOTE con la variante Norte) y la variante Reventador;
3. En el Nivel 3 de análisis se realiza un análisis a mayor detalle de potenciales sub-variantes de la variantes consideradas en el Nivel 2, así se tiene: para la variante norte, las denominadas como Nono, Tandayapa y Río Blanco. Para la variante SOTE equivalente se tiene: Quito Sur y la sub-variante Yumbos. El análisis de las alternativas incorpora la incidencia de cada componente sobre las diferentes rutas y una comparación en cuanto a la viabilidad de cada una de ellas para el proyecto.

Es necesario aclarar que no todas las rutas fueron estudiadas en el campo. En estos casos se realizó un estudio de gabinete considerando todos los componentes ambientales. Estudios completos de campo fueron realizados para la Ruta del SOTE (ENTRIX, Nov. 1999), Variante Norte (ENTRIX, Marzo 2000), Sub-Variantes (ENTRIX, Oct. 2000), Reventador (ENTRIX, Feb. 2001).

4.1.1 Análisis Ambiental de las Alternativas Principales (macro rutas)

Las alternativas principales o macro - rutas que fueron consideradas para la ruta final del OCP cubren la mayoría de las regiones morfológicas del Ecuador. El trazado preliminar de estas rutas se realizó considerando todos los componentes ambientales al igual que las dificultades que cada una de ellas presenta en términos de riesgos, construcción y presupuesto. Con este fin, se escogieron 4 alternativas las que se describen a continuación y cuya localización se presenta en la Figura 4.1-1.

4.1.1.1 Ruta Paralela al SOTE (Nueva Loja – Balao)

El actual oleoducto del SOTE tiene un recorrido de 500 Km., aproximadamente, desde Nueva Loja (Lago Agrio, provincia de Sucumbíos) hasta Balao (Provincia de Esmeraldas), cruzando en su ruta los tres grandes ecosistemas del país, la amazonía, sierra y costa dentro de los cuales se incluyen una serie de micro ambientes locales.

El tendido del OCP sale de Nueva Loja (Lago Agrio) hacia el Oeste, hasta Lumbaqui, atravesando una franja de 50 Km. de llanura amazónica, entre 300 y 600 m. de altura sobre el nivel del mar. De Lumbaqui, el oleoducto enfila hacia el Suroeste tomando el valle del río Quijos, hasta Baeza (1500 m. altura), en las estribaciones orientales de los Andes (*selva alta*).

De Baeza, la ruta del OCP gira hacia el Oeste, y atraviesa la cordillera por el paso del Guamaní (4000 m. altura), a la altura de Papallacta, hasta llegar al pie de la cordillera, en el valle de Los Chillos. Este tramo es de topografía mas bien abrupta, ecológicamente, este tramo, es muy variado, ya que el OCP atraviesa la ceja de selva, el páramo y el bosque montano (para mayor referencia ver sección 3.3) que da al Valle de Los Chillos.

En la base de la cordillera, el área de influencia del OCP atraviesa el valle mencionado a la altura del cerro Ilaló, zona donde existen numerosos centros urbanos. En el sur de Quito, el área de estudio entra a la cordillera Occidental por el sector de Lloa (3280 m.), otro paso natural de uso inveterado desde tiempos precolombinos.

Al descender la Cordillera Occidental, el OCP llega a Santo Domingo de Los Colorados donde comienza la llanura costera, a apenas 300 m.s.n.m. Su tendido, en dirección Noroeste, continúa hasta la vecindad del Puerto Balao.

En el último tramo hasta proximidad del Puerto Balao, el OCP atraviesa una zona de colinas bajas incluyendo el cruce del río Teaone y en las inmediaciones de Esmeraldas y su río homónimo. El área de influencia del OCP termina 7 Km. aproximadamente mar afuera, en recorrido corto sobre la plataforma continental.

4.1.1.2 La Ruta de la Frontera Norte o La Bonita (Nueva Loja – Vainillita)

La ruta se inicia en Nueva Loja (Lago Agrio) continuando al oeste siguiendo el trazado del SOTE hasta llegar a Lumbaqui a la altura del Km. 50, donde se desvía hacia La Bonita siguiendo la carretera que conduce hacia la frontera a una altura de 1500 m.s.n.m. Desde La Bonita continúa hacia el norte a lo largo de la frontera con Colombia, desde donde gira hacia

el oeste siguiendo la carretera que conduce a Santa Bárbara. Desde este punto la ruta cruza la Cordillera Oriental y baja hasta San Gabriel en las estribaciones de los Andes.

Desde San Gabriel esta ruta continúa hacia el suroeste a través de las estribaciones de los Andes y el valle interandino pasando por los Andes donde gira hacia el oeste en dirección a Salinas. Desde Salinas sigue rumbo oeste cruzando la Cordillera Occidental a lo largo de la vía férrea y bajando por las estribaciones de la Cordillera hacia Lita. En este punto la ruta entra en la llanura Costera a una altitud de 300 m.s.n.m.

Desde Lita continúa hacia el oeste entre 5 de Junio y Concepción pasando por Borbón y alcanzando finalmente la población de Vainillita en la zona costera, al noreste de Las Peñas. Al igual que la ruta del SOTE el área de influencia de esta ruta se extiende 7 Km. hacia el mar.

4.1.1.3 Ruta Oyacachi (Nueva Loja – Oyacachi – La Vainillita)

El tendido de la ruta denominada Oyacachi es idéntica a la ruta denominada SOTE en sus primeros segmentos. El recorrido parte de Nueva Loja (Lago Agrio) y se extiende hacia el oeste hasta Lumbaqui, atravesando la llanura amazónica, (300 y 600 m.s.n.m). De Lumbaqui, enfila hacia el Suroeste tomando el valle del río Quijos, donde continua hasta El Chaco a una altura de 1500 m.s.n.m. En este punto la ruta gira hacia el oeste separándose del actual SOTE y comienza a subir las estribaciones de la Cordillera Oriental a lo largo del valle del Río Oyacachi. Es importante mencionar también, en este punto la ruta entra en la Reserva Ecológica de Cayambe. La ruta cruza en Oyacachi a una altura de aproximadamente 4000 m.s.n.m.

Desde Oyacachi la ruta continua hacia el norte cruzando a través de Cangahua, Ayora, Olmedo, Suarez, Angochagua, La Esperanza, San Antonio, Imaba y Salinas. En este segmento la ruta sale de la Cordillera Oriental y atraviesa el valle interandino. Cabe mencionar que esta alternativa sigue la ruta principal que va de Quito hacia Ibarra y bordea varios centros volcánicos incluyendo Cayambe e Imbabura.

Desde Salinas, la ruta continúa en un rumbo noroeste - oeste siguiendo el mismo paso de la ruta de la Frontera que cruza la Cordillera Occidental a lo largo de la vía férrea y baja por las estribaciones hasta alcanzar Lita. Desde Lita continúa hacia el oeste entre 5 de Junio y Concepción pasando por Borbón y alcanzando finalmente la población de Vainillita en la zona costera, al noreste de Las Peñas. Al igual que la ruta del SOTE el área de influencia de esta ruta se extiende 5 Km. hacia el mar.

4.1.1.4 Ruta Guayas

La ruta parte desde el sector de Huamayacu – Provincia de Orellana, se extiende hacia el sur - oeste bordeando al Parque Nacional Sumaco, continúa su desarrollo hacia el sur y luego al Oeste en donde le atraviesa al Parque Nacional Llanganates en una extensión aproximada de 45 Km. Posteriormente se orienta hacia el sur - oeste en donde cruza a la Reserva Faunística Chimborazo con una longitud de 26 Km. aproximadamente. Continua luego su desarrollo

hacia el sur - oeste para terminar en un sector cercano a la refinería de La Libertad en la Provincia del Guayas.

La extensión total de la ruta propuesta es de 630 Km., generando en su desarrollo una gran afectación a ciudades de la Sierra (Ambato Guaranda) y de la Costa (Babahoyo y norte de Guayaquil), debido a que cruza cercanamente por zonas densamente pobladas. Además presenta dificultades de acceso en las regiones Oriental y Andina. En las zonas Central y Litoral la ruta requeriría adquirir más de 500 Km. de derecho de vía y que afectaría una gran concentración de viviendas y propietarios, por lo que se tendría un mayor número de kilómetros de intervención en propiedades privadas.¹

Esta alternativa no cuenta con facilidades de la industria petrolera tanto al inicio, como en el terminal del trazado. En lo referente a las condiciones del puerto para facilidades de costa afuera, en el sitio se tiene una profundidad menor a 20 metros y no admite barcos de 250 DWT (toneladas de peso muerto).

En el análisis social, esta ruta involucra mayores afectaciones en comunidades indígenas de las provincias de Napo, Tungurahua y Bolívar.

Desde el punto económico, esta alternativa es la de mayor costo y se diferencia de las demás en importantes valores tanto en los costos de construcción, como en los de operación y mantenimiento.

Por las características anotadas anteriormente y en base al análisis global efectuado sobre esta macro – ruta, fue descartada la alternativa, y por tanto, en adelante no es considerada para los análisis específicos.

4.1.2 Sensibilidad Ambiental de las Alternativas Principales

Como se mencionara previamente, cada una de las rutas principales ha sido evaluada de acuerdo a su caracterización ambiental (i.e. física), biótica, arqueológica, socioeconómica, y en base a otros aspectos técnicos y económicos, para poder establecer la ruta final del OCP. De la siguiente Tabla 4.1-1, se desprende que la ruta del SOTE es la ruta preferida y que presenta las mejores condiciones generales. No obstante es importante señalar que esta ruta tiene sus propias características particulares y sensibilidades ambientales, a saber:

1. Riesgo volcánico y sísmico
2. Areas bajo riesgo de importantes procesos geomorfodinámicos.
3. Sensibilidad arqueológica importante en algunas secciones.
4. Atraviesa importantes áreas habitadas, la mayor de las cuales es la ciudad de Quito.
5. Dificultad de construcción de algunas secciones (e.g. Lumbaqui, Baeza, Cuyuja, San Juan de Chillogallo – Chiriboga).

¹ El Oleoducto Ecuatoriano de Crudos Pesados .- Universidad de Especialidades Espíritu Santo - Centro de Investigaciones.- Guayaquil 2000.

6. Presencia de infraestructura petrolera ya existente (SOTE, Poliducto Esmeraldas - Quito y Poliducto Shushufindi Quito) y que representa un limitante importante para el trazado del nuevo ducto y la seguridad de los existentes.

Los aspectos arriba mencionados hacen necesario entonces, realizar el estudio de alternativas (variantes) para la búsqueda de rutas o trazados. La Sección 4.1.3 proveerá ese análisis.

En base al análisis integral efectuado, se destaca nuevamente que la ruta del SOTE es la que presenta las mejores condiciones generales. Sin embargo es importante considerar las características particulares de esta ruta y su sensibilidad ambiental.

El criterio utilizado para la evaluación, se realizó a través de un sistema de puntuación que basa en el grado de sensibilidad y riesgo de cada componente. El sistema es equivalente al correspondiente de evaluación utilizada para las evaluaciones individuales de la sensibilidad y riesgo de los componente ambientales donde: 1 - es Bajo, 2 - es Moderado, y 3 es Alto.

Tabla 4.1-1			
Resumen – Alternativas Principales			
Componentes	Calificación General		
	SOTE	Frontera	Oyacachi
Físicos	3	3	3
Bióticos	0	3	3
Arqueológicos	3	3	2
Socioeconómicos	2	2	2
Técnicos	2	3	2
Económicos	1	3	3
Total	11	17	15

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

4.1.2.1 Sensibilidad Física de las Alternativas

HIDROGEOLOGÍA

Para el análisis de la sensibilidad hidrogeológica, las formaciones geológicas y los acuíferos que se encuentran a lo largo de las rutas propuestas del OCP fueron analizadas en términos de los siguientes parámetros: permeabilidad y porosidad, niveles piezométricos (o nivel freático) y el tipo de roca (continuidad de la formación y espesor).

Luego de obtener la información pertinente sobre las diferentes formaciones y acuíferos que atraviesan las diferentes rutas propuestas, se comparó el grado de sensibilidad general de cada ruta en cuanto a la sensibilidad de este parámetro.

En la Tabla 4.1-2 se presentan todas las zonas geomorfológicas identificadas, las rutas que cruzan dichas zonas y la sensibilidad de las unidades.

Tabla 4.1-2					
Sensibilidad Hidrogeológica de las Rutas Alternas Propuestas del OCP					
Unidad Litológica	Alternativas del OCP	Tipo de Roca	Permeabilidad	Nivel Freático	Grado de Sensibilidad
Depósitos y terrazas aluviales (ríos Aguarico, Quijos, Esmeraldas, Blanco, Quinindé, Toachi y Cayapas)	SOTE, Frontera, Oyacachi	Sedimentos no consolidados, arenas, y conglomerados	Generalmente alta	2-5 m	Alta
Formación Mera	SOTE, Frontera, Oyacachi	Arenas y arcillas	Media	2 m	Media
Formación San Tadeo	SOTE	Piroclásticos	Media	--	Media
Formación Baba	SOTE	Conglomerados, sedimentos volcánicos	Media	10-20 m	Baja
Formación Borbón	SOTE	Areniscas volcánicas	Media	5-20 m	Baja
Formación Angostura	SOTE	Areniscas grano grueso/medio	Media	10-20 m	Baja
Formación Arajuno	SOTE	Areniscas grano fino/mediano	Media	10-20 m	Baja
Formación Hollín	SOTE	Areniscas Cuarzosas	Media	--	Media
Depósitos Cancagua	SOTE, Frontera	Ceniza volcánica	Media a baja	5-20 m	Baja
Lahares, lavas y aglomerados del Reventador	SOTE, Oyacachi	Lavas, lahares y aglomerados	Media a baja	--	Media a baja
Formación Silante	Frontera	Conglomerados, tobaceas y lutitas	Media a baja	--	Baja
Formación Napo	SOTE, Oyacachi	Lutitas, areniscas y carbonatos	Media a baja	--	Media a baja
Derrumbes Depósitos de pie de monte	SOTE, Frontera, Oyacachi	Mezcla de rocas volcánicas y sedimentarias	Baja	--	Baja
Depósitos coluviales	SOTE, Frontera, Oyacachi	Arcillas, limos	Baja	--	Baja
Lahares	SOTE, Frontera	Lodo y ceniza volcánica	Baja	--	Baja
Onzole superior	SOTE, Frontera	Areniscas y lodolitas	Baja	10-20 m	Baja

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

Como se puede observar en el cuadro la mayoría de las unidades o formaciones hidrogeológicas que las alternativas principales cruzan tienen una sensibilidad media o baja. La única excepción es la unidad de depósitos y terrazas aluviales de los ríos de mayor tamaño la que se ha clasificado con una sensibilidad alta ya que posee una alta permeabilidad y un nivel freático entre 2 y 5 m.

La ruta de la Frontera Norte cruza este tipo de formación 2 veces: 1) en el Río Aguarico, y 2) en el Río Cayapas. La sensibilidad de estos ríos en cuanto a este factor es muy alta ya que por ejemplo en el caso del Aguarico la ruta se encuentra a lo largo del valle de inundación del río, desde Lumbaqui hasta San Pedro de los Cofanes (Puerto Libre), es decir la ruta recae sobre este tipo de formación a lo largo de los 65 Km. En el caso del río Cayapas el cruce cubre unos 5 Km. de este tipo de formación, pero en una zona aguas arriba, se encuentra cerca de manglares lo que aumenta la sensibilidad.

La ruta Oyacachi cruza este tipo de formación en el Aguarico y en el Quijos, y al igual que la ruta de la Frontera cubre varios kms. del Aguarico (aproximadamente 40 km.) En el Quijos el cruce es muy puntual (< 1 Km.). En este sentido, esta ruta tiene la menor exposición a este tipo de formación para este parámetro.

En el caso de la ruta del SOTE, esta presenta la mayor cantidad de cruces con un total de 5 cruces en los ríos Aguarico (40 km.), Quijos (<1 Km.) San Pedro (< 1 Km.), Blanco (50 Km.), Quinindé (1-2 Km.) y Esmeraldas (25 Km.). La mayoría de estos cruces son bien puntuales, excepto para el Blanco y el Esmeraldas. En el análisis también se consideró que para esta ruta el acceso a estos cruces es mucho más fácil debido a que ya existe una vía principal. En este sentido para la hidrogeología se concluye que las rutas más sensibles son la de Frontera Norte, y la del SOTE y la más adecuada es la de Oyacachi.

GEOMORFOLOGÍA

El análisis de la sensibilidad geomorfológica de las rutas alternas del OCP se realizó considerando las unidades geomorfológicas principales descritas en la sección de línea base (sección 3.1.5.5). Para el análisis se tomaron en cuenta los procesos que pudieran afectar los diferentes terrenos morfoestructurales que atraviesan las diferentes rutas propuestas. Entre estos se consideraron los siguientes procesos: procesos deluviales, procesos fluviales, movimientos de masas por gravedad, erosión cárstica y erosión eólica.

Al igual que para la hidrología, en la Tabla 4.1-3 se presentan las zonas geomorfológicas identificadas, las rutas que cruzan dichas zonas y el análisis de la sensibilidad de cada proceso para la zona.

Es importante aclarar que el número de zonas geomorfológicas que han sido identificadas en este estudio para las diferentes rutas es considerable por lo que en este análisis solo se tomaron en cuenta aquellas unidades de alto riesgo, es decir aquellas donde una o más de uno de los procesos tiene una alta sensibilidad.

Tabla 4.1-3						
Sensibilidad Geomorfológica de las Alternativas del OCP						
Zonas Geomorfológicas de las Alternativas	Alternativas del OCP	P. Deluviales	P. Fluviales	P. de Gravedad	Erosión Cárstica	Erosión Eólica
Cuenca Amazónica	SOTE, Frontera, Oyacachi	Media	Alta	Media	Baja	Baja

Tabla 4.1-3						
Sensibilidad Geomorfológica de las Alternativas del OCP						
Zonas Geomorfológicas de las Alternativas	Alternativas del OCP	P. Deluviales	P. Fluviales	P. de Gravedad	Erosión Cárstica	Erosión Eólica
	Oyacachi					
Vertiente Subandina	SOTE, Frontera, Oyacachi	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Vertiente Andina Oriental (Cordillera Real y Montaña Alta)	SOTE, Frontera, Oyacachi	Alta	Media	Alta	Baja	Baja
Loma de Puengasi	SOTE	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja
Vertiente Andina de la Cordillera Occidental	SOTE, Frontera	Media	Alta	Alta	Baja	Baja
Altiplanicie Aluviales Antiguas	SOTE, Frontera	Alta	Baja	Media	Baja	Baja
Llanura Aluvial de los ríos Toachi, Blanco, y Quinindé	SOTE	Baja	Alta	Media	Baja	Baja
Cordillera Costera	SOTE	Alta	Baja	Media Alta	Baja	Baja
Colinas Costeras	SOTE	Media-Alta	Media	Media-Alta	Baja	Baja
Llanura Aluvial del Río Esmeraldas	SOTE	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

Al considerar las diferentes rutas, las zonas más sensibles incluyen la Zona Subandina, las Vertientes Subandina y Oriental (Cordillera Real y Montaña Alta), la Loma de Puengasí, la vertiente Andina de la Cordillera Occidental y la Llanura aluvial del Río Esmeraldas. Los eventos geomorfológicos de mayor riesgo son la acción de los torrentes, deslizamientos y disección vertical de los cauces de agua.

La Zona Subandina y la Vertiente Oriental son muy sensibles en cuanto a los procesos fluviales y de gravedad (deslizamientos) dada las altas pendientes y áreas de coluviones y de terrenos inestables. Las rutas que cruzan esta zona son la paralela al SOTE, y Oyacachi.

En el caso del SOTE y de Oyacachi el tramo más sensible es el que se encuentra en la zona del Volcán Reventador (Río Dué - Reventador, aproximadamente 20 Km.) está principalmente relacionado con procesos fluviales de disección vertical. El tramo afectado por el volcán Reventador es una zona con procesos geomorfológicos muy activos, es realmente un sector muy frágil, debido a procesos deluviales y aquellos debido a la acción de la gravedad. Estos terrenos son susceptibles a moverse sobre pendientes agrestes, zona que incluye la población del Reventador y se extiende hasta el valle del río Malo.

En el caso de la Frontera el área específica que presenta alta sensibilidad es el tramo entre La Bonita y Santa Bárbara (20 Km. aproximadamente) donde se observa un incremento en altitud (aproximadamente entre 600 hasta 1500 msnm). La topografía de esta zona incluye altas pendientes lo que presenta riesgo en cuanto a procesos de gravedad.

En la Vertiente Oriental (Alta Montaña y Cordillera Real) también se han identificado algunas áreas que presentan un alto riesgo en cuanto a los procesos de gravedad como derrumbes y deslizamientos. La ruta paralela al SOTE tiene un segmento entre Baeza y Papallacta (aproximadamente 30 Km.) donde se describieron zonas de derrumbes y coluviones inestables que pueden afectar las quebradas de la zona y los valles principales. La zona es muy propensa a deslizamientos por lo que su sensibilidad se clasificó como alta en cuanto a los procesos de gravedad (ENTRIX, Estudios Ambientales, Línea Base Nov. 1999).

En la ruta de Oyacachi existe otro tramo (aproximadamente 25 Km.) que presenta una alta sensibilidad en cuanto a los procesos de gravedad. El segmento se localiza entre Quijos y Oyacachi y se caracteriza por un rápido y considerable incremento en altitud, y fuertes pendientes (aproximadamente entre 1000 y 4000 msnm).

En esta misma zona al norte, la ruta de la Frontera, bordea y cruza en algunas partes una región de montañas altas entre Santa Bárbara y San Gabriel (aproximadamente 35 Km.) lo que presenta nuevamente una alta sensibilidad en cuanto a pendientes y procesos de gravedad.

La zona de la Loma de Puengasí es el sector más vulnerable del valle interandino y tiene una alta sensibilidad debido a los procesos deluviales y de gravedad. Estos procesos se asocian con los escarpes de línea de falla, las vertientes erosivas e inestables y a la topografía aguda. La única ruta que cruza esta zona es la del SOTE en un tramo de 10 Km., aproximadamente.

La zona de la vertiente Andina Occidental tiene algunos segmentos donde los procesos de disección fluvial vertical y de gravedad afectados por las altas pendientes. En la ruta del SOTE el área más sensible se encuentra entre San Juan, Chiriboga y El Tránsito (aproximadamente 15 Km.) debido a los procesos de disección fluvial vertical que ya se observa en la zona, y a los procesos de gravedad afectados por las pendientes altas y la reptación del suelo.

Hacia el norte, el área donde la ruta de la Frontera cruza esta zona no presenta un riesgo muy alto ya que la topografía del terreno es menos accidentado y las pendientes son más suaves, por lo que el potencial de deslizamiento disminuye. La sensibilidad de esta ruta en la zona de la vertiente occidental se considera moderada a baja.

Zona de la Llanura Aluvial del Río Esmeraldas tiene una alta sensibilidad debido a un alto potencial de deslizamientos, los procesos deluviales de torrentes y el potencial de inundación. El potencial de deslizamiento en esta zona se asocia con una zona de colinas donde la estratificación se encuentra a favor de la pendiente. La alternativa que cruza esta zona es la paralela al SOTE.

En resumen, todas las alternativas presentan en algún punto un alto riesgo en cuanto a los procesos geomorfológicos. Para la categorización se consideró cuales alternativas presentan el mayor número de riesgos; la ruta paralela al SOTE presenta el mayor número de riesgos y la sensibilidad más alta. A esta la sigue la ruta de la Frontera y la de Oyacachi las cuales tienen el mismo nivel de sensibilidad.

SUELOS Y GEOTÉCNIA

El análisis de sensibilidad de suelos y geotécnia se hizo considerando los diferentes paisajes y los grupos de suelos que se encuentran dentro de las regiones geográficas principales que cruzan las diferentes alternativas. Los suelos de estas regiones se agrupan en la siguiente manera:

- Suelos de la Costa (SC)
- Suelos de la Cordillera Occidental (SCO)
- Suelos del Graben de Quito y del valle interandino (SG)
- Suelos de la Cordillera Real (SCR)
- Suelos del Oriente (SO)

Cabe señalar que para este análisis se consideró la información recopilada en los inventarios de suelos preparados para el proyecto y los aspectos de ingeniería que fueron analizados para la viabilidad de los suelos en cuanto a las operaciones propuestas. En las zonas donde no se realizó trabajo de campo, las interpretaciones se basan en información obtenida a través estudios publicados y en el conocimiento del consultor sobre los suelos de las diferentes regiones geográficas mencionadas. Para la presentación de esta información fue necesario entonces clasificar la sensibilidad de los suelos que se encuentran en cada región y en base a esto determinar la sensibilidad de las alternativas propuestas.

De acuerdo a la información adquirida a través de los inventarios de suelos, se determinó que existen siete parámetros principales cuya naturaleza puede ser afectada por las obras propuestas en las alternativas consideradas.

Estos parámetros son: deslizamientos, erosión, drenaje, inundación, contaminación, compactación (pérdida de porosidad), fertilidad, y estructura.

En la Tabla 4.1-4 se presentan los grupos de suelos de las regiones geográficas identificadas, las rutas que cruzan dichas regiones y la sensibilidad de cada uno de los parámetros principales.

Tabla 4.1-4								
Sensibilidad de los Suelos de las Alternativas del OCP								
Unidad del Mapa	Alternativas de la OCP	Deslizamientos	Erosión	Drenaje	Contaminación	Compactación	Fertilidad	Estructura

Tabla 4.1-4 Sensibilidad de los Suelos de las Alternativas del OCP								
Unidad del Mapa	Alternativas de la OCP	Deslizamientos	Erosión	Drenaje	Contaminación	Compactación	Fertilidad	Estructura
SC	SOTE, Frontera	Baja-alta (en pendientes fuerte)	Alta	Alta	Alta-moderada	Moderada	Alta	Alta-Moderada
SCO	SOTE, Frontera	Alta	Alta	Baja	Alta-Moderada	Alta	Alta	Alta-Moderada
SG	SOTE	Alta-Moderada	Alta-Moderada	Moderada	Alta-Moderada	Alta	Alta	Alta-Moderada
SCR	SOTE, Frontera, Oyacachi	Alta	Alta	Moderada	Alta-Moderada	Alta	Alta	Alta-Moderada
SO	SOTE, Frontera, Oyacachi	Moderada	Alta	Moderada	Alta-Moderada	Moderada	Alta	Alta-Moderada

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

En general las regiones de la Cordillera Occidental y la Cordillera Real contienen los suelos de sensibilidad más alta en cuanto a todos los parámetros considerados. Esto se debe principalmente a una combinación de factores entre los que se pueden mencionar, altas pendientes y terrenos de origen volcánico con un alto potencial de compactación y erosión.

De las alternativas consideradas, la ruta paralela al SOTE presenta el mayor número de áreas sensitivas con tres segmentos que se consideran críticos en cuanto al tipo de suelos terreno para los aspectos geotécnicos (ENTRIX, Nov. 1999).

El primer segmento se encuentra en el área del Volcán Reventador (aproximadamente 20 km. a lo largo de la ruta) y el segundo segmento se localiza entre Baeza y Pifo (aproximadamente un total de 35 kms). Estas dos zonas se encuentran en la Región de la Cordillera Oriental, cuyos suelos se caracterizan por ser profundos, de origen volcánico y o coluvial, con drenajes entre moderados y buenos, y con perfiles no muy bien desarrollados. La mayoría de estos suelos también presentan una fertilidad entre moderada a baja. El factor principal en cuanto a sensibilidad de esta zona son las altas pendientes que sobrepasan en algunos casos el 50% lo que en combinación con este tipo de suelos presenta un alto riesgo de deslizamientos y procesos de gravedad.

El tercer segmento identificado en la ruta paralela al SOTE recae en la región de la Costa en un área que se caracteriza por su relieve colinado donde las pendientes sobrepasan el 60%. Los suelos típicos de esta zona varían de moderadamente profundos a profundos y se derivan de rocas calcáreas sedimentarias. Este grupo también incluye suelos de texturas limo - arcillosa y pobre desarrollo, característicos de los depósitos de deslizamientos.

Para la ruta Oyacachi el segmento del área del Volcán Reventador (aproximadamente 20 kms a lo largo de la ruta) es el único que presenta una alta sensibilidad por las altas pendientes y el tipo de suelos.

En el caso de la alternativa de la Frontera Norte el segmento entre Santa Bárbara y San Gabriel (unos 40 km. aproximadamente), de acuerdo a la topografía y la geología de la zona se concluyó tiene una alta sensibilidad debido a la presencia de pendientes fuertes y roca parental de origen volcánico y posiblemente coluvial derivado de rocas metamórficas. Este segmento pertenece a la región de la Cordillera Oriental por lo que se estima los suelos son muy similares a los que se describen en este informe. Nuevamente esta combinación de factores presenta terrenos inestables desde el punto de vista geotécnico y para la preservación y conservación de los suelos.

Otra zona de esta alternativa que debe ser considerada se encuentra en la región de la costa donde el trazado propuesto cruza al sur de una región de manglares específicamente en el cruce del Río Cayapas. Aunque en esta zona no se realizaron muestreos, las zonas de manglares se caracterizan por suelos muy ricos en materia orgánica y en algunos casos hasta turba o material bituminoso. Este tipo de suelos tiene una alta sensibilidad en cuanto a compactación, drenaje y estructura, lo que va a presentar problemas en términos de construcción. Desde la perspectiva de conservación, la remoción de estos suelos directamente en las zonas de manglares podría alterar el balance del ecosistema y afectar su evolución. Se estimó que la parte de la ruta propuesta que recae en esta zona es de unos 5 km. aproximadamente.

De acuerdo a la información presentada en los párrafos anteriores las alternativas que presenta la mayor sensibilidad en cuanto a los suelos son la paralela al SOTE, seguida de la Frontera Norte y la de sensibilidad menor es la de Oyacachi.

HIDROLOGÍA

Los parámetros que se consideraron para el análisis de sensibilidad de los diferentes cuerpos hídricos en cuanto a las alternativas del OCP propuestas son: sedimentación, caudal, calidad física - química y drenaje. Basándose en la información de línea base y la descripción del proyecto, el grado de sensibilidad para los diferentes cuerpos hídricos que cruzan las diferentes alternativas se presenta en la Tabla 4.1-5. Para el análisis, los ríos fueron clasificados de acuerdo al caudal medido en el campo de la siguiente manera:

- caudal mayor de $10\text{m}^3/\text{s}$,
- caudal entre 10 y $1\text{m}^3/\text{s}$, y
- caudal menor de $1\text{m}^3/\text{s}$

En el cuadro todos los ríos de mayor caudal ($>$ de $10\text{m}^3/\text{s}$) se listan individualmente mientras que la mayoría de los ríos de caudal medio y bajo (entre 10 y $1\text{m}^3/\text{s}$, y $<$ de $1\text{m}^3/\text{s}$) fueron agrupados. La tabla 4.1-5 presenta los estimados de sensibilidad para los ríos analizados que cruzan las rutas alternas.

Tabla 4.1-5					
Sensibilidad Hídrica de las Alternativas del OCP					
Cuerpos Hídricos	Alternativas de la OCP	Caudal	Calidad Física/Química	Sedimentación	Drenaje
Ríos de la Llanura Amazónica					
Aguarico	SOTE, Frontera Oyacachi	Baja	Alta-Moderada	Baja	Baja
Lago Agrio	SOTE, Frontera Oyacachi	Baja	Moderada	Baja	Baja
Río Cascales	SOTE, Oyacachi	Baja	Baja	Alta	Alta
Río San Miguel	Frontera	Baja	Moderada	Baja	Baja
Flujo entre 1- y 10 m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de 1m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta	Alta
Ríos de las Estribaciones Orientales					
Río Pachachoa	SOTE, Oyacachi	Baja	Baja	Alta	Alta
Río Salado	SOTE, Oyacachi	Baja	Baja	Alta	Alta
Río Oyacachi	SOTE, Oyacachi	Baja	Moderada	Alta	Alta
Río Quijos	SOTE, Oyacachi	Baja	Baja	Moderada	Alta
Río Papallacta	SOTE	Baja	Baja	Moderada	Alta
Flujo entre 1- y 10m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de 1m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta	Alta
Ríos del Valle Central					
Río Pita	SOTE	Baja	Alta	Baja	Moderada
Río Ambi	Frontera	Baja	Alta	Baja	Baja
Río Chota	Frontera	Baja	Alta	Baja	Baja
Flujo entre 1- y 10m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de 1m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta	Alta
Ríos de la Estribaciones Occidentales					
Río Toachi	SOTE	Baja	Media	Alta	Alta
Río Mira	Frontera				
Flujo entre 1- y 10m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de 1m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta	Baja

Tabla 4.1-5					
Sensibilidad Hídrica de las Alternativas del OCP					
Cuerpos Hídricos	Alternativas de la OCP	Caudal	Calidad Física/Química	Sedimentación	Drenaje
Ríos de la Región Costera					
Río Quinindé	SOTE	Baja	Moderada	Alta	Alta
Río Esmeraldas	SOTE	Baja	Alta	Alta	Alta
Río Cayapas	Frontera	Baja	Alta	Alta	Alta
Río Santiago	Frontera	Baja	Alta	Alta	Alta
Flujo entre 1- y 10m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de 1m ³ /s	SOTE, Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

El análisis de la sensibilidad del agua indica que todos los ríos y quebradas con un flujo menor de 1 m³/s tienen una alta sensibilidad en cuanto a que estos ríos no pueden adaptarse o recuperarse cuando ocurren cambios de caudal, drenaje, calidad o sedimentación. La mayoría de estos impactos son mitigables pero aun así, es necesario señalar que la sensibilidad es alta. Para los ríos cuyo flujo es entre 1 y 10 m³/s generalmente la sensibilidad es moderada. En términos de la comparación entre las diferentes alternativas se considera que el nivel de sensibilidad para estos dos casos es el mismo en todas las rutas consideradas, por lo que el análisis depende entonces de la sensibilidad de los ríos de mayor caudal.

De acuerdo al punto anterior, en la Tabla 4.1-5 se puede apreciar que los ríos de la Región Costera son los más sensibles en cuanto al proyecto. La ruta de la Frontera cruza dos ríos cuya sensibilidad es muy alta, el Cayapas y Santiago. Esto se debe a que el Río Santiago drena hacia el Cayapas y este a su vez drena hacia la Reserva Ecológica Cayapas - Mataje.

En el caso del SOTE la ruta también cruza dos ríos de alta sensibilidad en esta zona, los ríos Quinindé y Esmeraldas. Estos ríos tienen una sensibilidad alta en cuanto a calidad, sedimentación y drenaje ya que atraviesan áreas de alta población donde representan un recurso esencial para las diferentes actividades sociales.

En la región de la llanura Amazónica se debe mencionar que el Aguarico presenta una sensibilidad alta en cuanto a la calidad física - química. Aunque todas las rutas cruzan este río en esta región, la ruta que presenta la sensibilidad mayor es la de la Frontera ya corre paralela al río desde Lago Agrio hasta La Barquilla en un segmento de 80 Km., el cual casi alcanza la cabecera del río. Este factor aumenta la sensibilidad para esta ruta debido a que el Aguarico es uno de los cuerpos hídricos más importantes de la región amazónica, donde se encuentran muchos asentamientos humanos que dependen de este recurso. Aunque el río tiene un flujo mayor de 10 m³/s, el número de Km., que se encuentran expuestos en la ruta es considerable.

En las otras regiones que fueron analizadas se debe señalar que el SOTE cruza el mayor número de ríos (10 ríos de mayor tamaño). Sin embargo muchos de ellos tienen una alta

sensibilidad en cuanto a uno de los parámetros, mientras que los otros parámetros tienen una sensibilidad media o baja.

La ruta de Oyacachi cruza un total de 7 ríos de mayor tamaño los que se localizan entre Lago Agrio y El Chaco (Llanura Amazónica y la vertiente Oriental). En este caso como la ruta se encuentran dentro de la Reserva Cayambe - Coca la sensibilidad de algunos de estos ríos es mayor. Este es el caso del Río Oyacachi el cual es paralelo a la ruta en un tramo de 25 Km.

De acuerdo a la información provista en los párrafos anteriores se determinó que todas las rutas tienen una sensibilidad alta para la hidrología de la zona. La ruta de la Frontera cruza dos ríos de prioridad (Cayapas y Aguarico) mientras que el SOTE cruza el mayor número de ríos y Oyacachi entra en una zona prístina considerada como Reserva Ecológica.

RECURSOS HÍDRICOS MARINOS

Para el análisis de las alternativas en cuanto a los recursos hídricos marinos se consideraron las alternativas del SOTE, de la Frontera Norte y la de Oyacachi, que terminan en la costa. Para el análisis se consideraron los cuerpos hídricos que podrían influenciar la zona o que podrían verse influenciados por las actividades directas del proyecto, y las áreas ecológicas más importantes. En el Cuadro 4.1-6 se presentan estas zonas, su relación con las alternativas y el análisis en cuanto a calidad, alteración de ecosistemas, y contaminación.

Tabla 4.1-6				
Sensibilidad Marina de las Alternativas del OCP				
Cuerpo Hídrico	Alternativas del OCP	Ecosistemas de manejo especial	Calidad Físico – Química	Contaminación
Río Esmeraldas	SOTE	Media	Baja	Alta
Río Cayapas	Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta
Zona Costera en Vainillita (Reserva Cayapas - Mataje)	Frontera Oyacachi	Alta	Alta	Alta
Zona Costera en Esmeraldas	SOTE	Media	Alta	Media
Zona de alta mar en Esmeraldas	SOTE	Baja	Baja	Baja
Zona de Alta mar en Vainillita	Frontera Oyacachi	Baja	Baja	Baja

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

En la ruta del SOTE el cuerpo de agua principal es el Río Esmeraldas el cual es alimentado por pequeños riachuelos que pueden llegar a ser significativos en su caudal durante la época de lluvias. En función de los parámetros analizados, para el Río Esmeraldas es importante mencionar la existencia de zonas de manejo especial, es decir áreas de manglares en la desembocadura del río específicamente en la sección Norte de la Isla del Prado. Aunque este ecosistema es relativamente pequeño comparado con otras zonas de manglar de la provincia de Esmeraldas (Muisne, Cayapas - Mataje) indican la presencia de condiciones ambientales

únicas las cuales son altamente vulnerables a la alteración ambiental. Igualmente, es importante mencionar que la contaminación urbana y agrícola es notable en la zona tal y como se ha indicado en las secciones correspondientes del Estudio de Línea de Base Ambiental (Capítulo 3) de la zona del proyecto.

En las rutas de la Frontera y de Oyacachi, el cuerpo de agua principal que drena hacia la costa es el Río Cayapas el cual también se alimenta por una serie de quebradas y riachuelos. En este caso, en la costa el río entra en la Reserva Ecológica Cayapas - Mataje que se caracteriza por su sistema de manglares bien desarrollado (51.3 Has) por lo que el río tiene una sensibilidad muy alta en cuanto a todos los parámetros considerados. El área de la reserva tiene la sensibilidad más alta en esta región. Los ambientes de manglares ocupan un lugar especial tanto para la gente local como en la arena internacional ya que este tipo de bosque está desapareciendo globalmente a una razón alarmante. Además esta zona se caracteriza por alta diversidad y abundancia marina de peces e invertebrados que sostienen las pesquerías locales, y que representa el recurso más importante de alimentación para los poblados locales.

En esta región ya existen varias amenazas en cuanto a la presión antrópica, específicamente en cuanto a la sobre - explotación y uso inadecuado de recursos. Los manglares son los más amenazados por la expansión de las empresas camaroneras que ya han causado un buen número de impactos ambientales.

En general la zona marina costera y de alta mar a la fecha son categorizadas como de baja vulnerabilidad principalmente por las condiciones de calidad de agua reportadas y por lo limitado de los incipientes problemas detectados en el presente análisis de sensibilidad.

De acuerdo a la información anterior se concluye que en cuanto al aspecto marino las rutas de sensibilidad más alta son las de la Frontera y Oyacachi, y la más adecuada es la del SOTE.

RIESGO VOLCÁNICO

Las rutas alternas del OCP han sido evaluadas en función del riesgo presentado por los volcanes que ocurren en la zona. Estos riesgos han sido evaluados en función a los diferentes fenómenos naturales volcánicos que pudieran afectar los distintos tramos de la tubería en cada una de las alternativas analizadas. Para el análisis de estos riesgos se utilizó evidencia histórica, observaciones directas de campo y ubicación geográfica de los principales volcanes de la zona. Los fenómenos volcánicos considerados son; lahares, flujos de lava, flujos piroclásticos, cenizas y avalanchas.

Resulta importante señalar que los fenómenos mencionados anteriormente pueden originarse de fuentes distintas, es decir un mismo volcán puede afectar varias secciones de las alternativas del OCP debido a la combinación de factores orográficos y a la intensidad de los diferentes fenómenos que pueden originarse durante su erupción. Por ejemplo, tal es el caso del volcán El Reventador el cual afecta las 4 primeras secciones del SOTE debido al potencial de lahares, mientras que la sección más próxima al volcán, estaría potencialmente impactada por todos los fenómenos listados anteriormente. En las secciones siguientes se

detallan para cada ruta los volcanes y los fenómenos correspondientes que pueden afectar la integridad de la tubería.

El resumen del análisis de riesgo volcánico para las rutas consideradas se presenta en la Tabla 4.1-7, en la que se presentan las diferentes regiones que las alternativas atraviesan y los volcanes que se encuentran en dichas zonas, al igual que el nivel de riesgo asignado de cada volcán para las rutas.

Tabla 4.1-7			
Comparación de Riesgo Volcánico de las Rutas Alternas del OCP			
Zonas Geomorfológicas	R. de la Frontera	R. del SOTE	R. de Oyacachi
Amazónica	Soche – Bajo	Soche – Bajo	Soche – Bajo
Cordillera Real	Soche – Alto	Reventador – Medio, Alto Soche – Bajo Cayambe – Medio Antisana – Alto Sumaco – Bajo	Reventador – Medio, Alto Soche – Bajo Cayambe – Alto Sumaco – Bajo
Callejón Interandino	Imbabura – Medio, Alto Cubilche – Bajo	Antisana – Alto Chacama – Bajo Ninahuilca – Alto Pululahua – Medio	---
Cordillera Occidental	Cuicocha – Alto Chachimbiro – Medio, Alto	Guagua Pichincha – Alto Ninahuilca – Medio	---
Zona de Costa	Chiles – Bajo Cerro Negro – Bajo	Guagua Pichincha – Medio Cuicocha – Medio, Alto	---

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

La región Amazónica de la ruta del SOTE únicamente se encuentra expuesta a lahares potenciales provenientes del volcán El Soche el cual representa un riesgo considerado bajo debido a la distancia y actividad histórica de este volcán. En la zona de la Cordillera Real el riesgo volcánico se incrementa particularmente en el sector de Lumbaqui – Reventador y Salado debido a que la ruta pasa por las estribaciones orientales del volcán El Reventador el cual presenta un riesgo alto a la tubería del SOTE.

En el Callejón Interandino la ruta del SOTE cruza una zona de aproximadamente 150 km., la cual se encuentra en el área de influencia de varios volcanes incluidos el volcán Antisana, Ninahuilca, el complejo volcánico Cachama y el Guagua Pichincha. Debido a esta condición esta zona se ha calificado como de alto riesgo por la posibilidad de ocurrencia de lahares y flujos piroclásticos del volcán Ninahuilca, y a la actividad reciente e histórica del volcán Guagua Pichincha con sus flujos piroclásticos.

La Cordillera Occidental y la región de la Costa se encuentran principalmente bajo la influencia de flujos piroclásticos de los volcanes Guagua Pichincha y Ninahuilca pero debido a la distancia y evidencia reciente de la dirección de estos flujos se ha calificado como de riesgo moderado.

La Ruta de la Frontera en la zona Amazónica únicamente se encuentra bajo la influencia del volcán el Soche pero al igual que en la ruta anterior su nivel de riesgo es considerado bajo en esta zona. En la Cordillera Real, por el contrario los flujos piroclásticos del Soche del tipo colapso de domo pueden afectar principalmente los drenajes del río Chingual hasta el sector de Lumbaqui, por lo que el riesgo en este sector se considera alto. Este también es el caso de la vertiente Este de la cordillera debido a las potentes caídas de tefra y lahares secundarios.

En el ámbito del Callejón Interandino el riesgo volcánico provienen de los volcanes Imbabura y Cubilche, localizados en la cabecera del drenaje hacia el río Chota y Mira. El peligro está dado por las amenazas de lahares potenciales que alcanzarían los drenajes de los ríos anteriores. Debido a que el Imbabura es considerado un volcán potencialmente activo se ha considerado el riesgo a la ruta de moderada a alta.

La zona de la Cordillera Occidental presenta dos volcanes altamente peligrosos, el Cuicocha y el complejo volcánico de Chachimbiro, de reciente actividad geológica (2900 y 5400 años, respectivamente). Los fenómenos asociados con estas erupciones fueron flujos piroclásticos y voluminosas tefras que afectaron el drenaje del río Mira. El riesgo asociado con estos volcanes es de moderado a alto debido a los lahares potenciales que pueden afectar el drenaje del río Mira y como resultado la ruta propuesta.

En la zona Costera los volcanes identificados, el Chiles y Cerro Negro se encuentran alejados de la ruta principal y no presenta riesgo de consideración en cuanto a los fenómenos analizados, por lo tanto se han calificado como de bajo riesgo.

La Ruta de Oyacachi comparte el segmento de la región Amazónica con las rutas anteriores y por lo tanto se encuentra bajo la influencia del volcán El Soche el cual presenta un riesgo bajo al trazado del oleoducto debido a la distancia y la ausencia de evidencia histórica de reciente actividad. La zona de la Cordillera Real incluye una serie de volcanes que sí presentan riesgos originados de la actividad volcánica principalmente de los volcanes El Reventador y Cayambe.

Como resultado del análisis anterior se concluye que la mejor ruta para el oleoducto, desde el punto de vista de riesgo volcánico, es la ruta de La Frontera seguida por la ruta de Oyacachi y por último la ruta paralela al SOTE.

RIESGO SÍSMICO

El análisis del riesgo sísmico se realizó en función de la peligrosidad sísmica de las diferentes rutas consideradas. Cabe aclarar que el análisis del peligro sísmico que se presenta en esta sección es completamente determinístico y solo considera las fallas principales que cruzan los trazados propuestos, los eventos sísmicos que estos han generado y las posibles aceleraciones de las estructuras. Además, estos resultados son de un carácter muy general y

no pretenden predecir cuando ocurrirá uno de estos eventos o la cantidad de personas que se verán afectadas.

Considerando lo anterior, en la Tabla 4.1-8 se presentan las estructuras sismo - tectónicas principales que se encuentran dentro de los trazados o rutas propuestas y su área de influencia.

Como se menciona en los párrafos anteriores para la evaluación se consideraron primero las diferentes zonas geográficas que cruzan las alternativas, las estructuras principales que se encuentran en dichas zonas, los eventos sísmicos históricos asociados con las estructuras o fallas y las aceleraciones máximas.

La aceleraciones máximas solo se utilizaron en aquellos casos donde existe suficientes datos e información, lo que permite realizar dicho cálculo.

Tabla 4.1-8 Resumen del Riesgo Sísmico para las Alternativas del OCP				
Zona Geográfica	Nombre de la Falla o Estructura	Riesgo		
		SOTE	Frontera	Oyacachi
Zona Costera	Fallas asociadas con la zona de Subducción (Esmeraldas, Galera Quinindé - Río Cachabi)	Alto	Alto	--
Cordillera Occidental	Fallas Transcurrentes Dextrales, (Los Dos Ríos – Chiriboga, Nanegalito, Tránsito, Tandapi, Atacazo)	Medio	--	--
Callejón Interandino	Fallamiento Inverso – Callejón interandino (San Isidro Otavalo y Vacas Galindo – Apuela – Estación Carchi)	Medio	Alto	--
Cordillera Real	Fallas Papallacta Oyacachi, Río Antisana, y Chingual Cayambe	Alto	Alto	Alto
Frente Andino Oriental	Fallas Payamino - Cascales y Fallas del Frente Subandino	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

Dada la extensión del trazado de las alternativas propuestas que abarcan las regiones Sierra, Costa y Oriente, en general se puede decir que su paso atraviesa muchos de los sistemas de fallamiento activo presentes en el país.

Las fallas asociadas con el sistema de subducción frente a la zona de la Costera representan los de riesgo más alto. Las alternativas de la Frontera y del SOTE cruzan este sistema de fallas asociados con la fosa y tienen el mismo nivel de riesgo.

La zona frente a Esmeraldas y la zona limítrofe con Colombia, genera sismos de altas magnitudes, incluyendo al sismo de 1906, uno de los mas grandes registrados en el mundo, y que podría generar aceleraciones de importancia para ambas alternativas. Este sismo se localizó frente a las costas de Esmeraldas y tuvo una magnitud de 8.7. La zona de máximo sacudimiento fue la de Esmeraldas y en el norte la de Guapi, Colombia. Aparte de los

grandes daños que produjo en la zona costera se debe mencionar que ese evento ocasionó destrucción en Otavalo y en menor grado en Quito (Rudolph y Szirtes, 1911).

Para el área entre **la Costa y la Cordillera Occidental**, a lo largo de la ruta del SOTE se han identificado varias fallas, algunas asociadas con la zona de subducción y otras del sistema transcurrente dextral. El riesgo de estas fallas se consideran de riesgo moderado para el SOTE y en el caso de la ruta de la Frontera no se conocen bien.

En el **callejón Interandino** para la ruta de la Frontera se destaca la falla de San Isidro - Otavalo la que produjo un terremoto devastador en el 1868 que pudo alcanzar magnitud 10 en la amplia zona macrosista (Eguez y Yepes, 1993). Este evento destruyó por completo las ciudades de Otavalo, Cotacachi e Ibarra y que se lo conoce como el terremoto de Ibarra. De igual importancia para este mismo trazado, se consideran las fallas del segmento del Sistema Transcurrente Dextral Vacas Galindo – Apuela – Estación Carchi y cuyo riesgo también se considera alto. Cabe mencionar que estas dos fallas también cruzan la ruta del SOTE pero aparentemente en la zona del cruce el riesgo no es tan alto como para la de la Frontera.

En la **Cordillera Real** se han identificado varias estructuras del sistema transcurrente dextral asociadas al segmento de fallamiento Chingual – Cayambe el que cruza las rutas de la Frontera, Oyacachi y el SOTE. Dada la gran longitud de este sistema, su papel de límite de placa intra - continental, y su velocidad estimada en 8 mm/año (Soulas et al, 1988); se considera que este sistema y sus fallas asociadas presentan un alto potencial sísmico generador a nivel regional (Soulas, 1988), por lo que en una evaluación de peligro sísmico para todas las alternativas, se esperan valores altos de aceleración máxima y el riesgo se considera alto.

De igual importancia para este tramo son las fallas del Frente Andino Oriental, constituidas por fallas transpresivas e inversas, separadas por fallas transcurrentes dextrales, agrupadas en diversos segmentos. A uno de estos segmentos se atribuye los recientes y conocidos sismos de marzo de 1987. Estas fallas cruzan las rutas del SOTE y Oyacachi y su riesgo varía entre alto y medio.

Frente Andino Oriental - Las estructuras tectónicas del pie de monte andino oriental comprende fallas inversas del borde de la Cordillera Oriental de Colombia y a las fallas del frente Subandino del Ecuador.

Las principales fallas descritas en la parte septentrional son las de Bermejo y Payamino - Cascales. La falla de Bermejo cruza la ruta de la Frontera, mientras que Payamino - Cascales afecta el SOTE, la Frontera y Oyacachi. Se considera que en estas estructuras se pueden generar eventos con magnitudes máximas $M_s = 7.0$ (ENTRIX, Estudios Ambientales, Nov. 1999), sin embargo la sismicidad asociada con estas estructuras, aparentemente no es muy relevante.

De acuerdo a la información recopilada para el análisis los sistemas de mayor influencia para el trazado de alternativa de la Frontera constituyen el Sistema de Fallas Transcurrentes, el Sistema de Fallas del Frente Andino y Subandino, el Sistema de Fallas del Callejón

Interandino y la zona de generación de grandes sismos frente a la costa septentrional del país por lo que se considera que desde el aspecto sísmico esta ruta presenta el mayor riesgo.

La ruta del SOTE presenta un alto riesgo en las zonas Costera y la Cordillera Oriental y la de Oyacachi solo presenta riesgo en la Cordillera Oriental.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE FÍSICO

El análisis final de la sensibilidad y riesgo del componente físico para las alternativas principales se resume en la Tabla 4.1-9.

Tabla 4.1-9 Resumen Evaluación del Componente Físico de las Alternativas Principales			
Componentes	Alternativas		
	SOTE	Frontera Norte	Oyacachi
Hidrogeología	3	3	3
Geomorfología	3	2	2
Suelos – Geotécnica	3	2	2
Hidrología	3	3	3
Marino	2	3	3
Volcánico	3	2	3
Sísmico	2	3	2
TOTAL	19	18	18

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

De acuerdo a la puntuación considerando las variables abióticas las tres alternativas presentan el mismo nivel de sensibilidad.

4.1.2.2 Sensibilidad del Componente Biótico

Para definir la sensibilidad del componente biótico en este análisis de alternativas se ha considerado la afectación tanto directa como indirecta que produciría la construcción del OCP en Zonas de Reserva, Bosques Protectores y Parques Nacionales.

La figura 4.1-1 muestra la ubicación de estas zonas definidas por el Ministerio de Medio Ambiente como áreas protegidas.

En la Tabla 4.1-10 se señala la longitud que una determinada ruta tendría cuando atraviesa zonas protegidas.

Tabla 4.1-10			
Afectación al Componente Biótico – Alternativas Principales			
Area Protegida	Longitud (Km.) / Afectación		
	SOTE	Frontera	Oyacachi
Parque Nacional Cayambe – Coca	Mínima (área de amortiguamiento)	Ninguna	37.78
Reserva Ecológica Antisana	Mínima (área de amortiguamiento)	Ninguna	Ninguna
Bosque Protector Lumbaqui	Mínima (área de amortiguamiento)	Ninguna	Ninguna
Bosque Protector Cumandá	Mínima (área de amortiguamiento)	Ninguna	Ninguna
Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas	Ninguna	Ninguna	68.28
IBA de Mindo: Sistema de Bosques Protectores Zona Norte	Ninguna	Ninguna	Ninguna
IBA de Mindo: Sistema de Bosques Protectores Zona Sur	Mínima (Bosque Protector Guajalito)	Ninguna	Ninguna
Reserva Faunística Chimborazo	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Parque Nacional Llanganates	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Fuente: ENTRIX – WALSH, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

De la información presentada en la Tabla anterior se puede concluir que utilizar la ruta de SOTE para la construcción del OCP es la que menos afectaciones produciría al sistema de áreas protegidas y si bien es cierto cruza por áreas protegidas estas áreas son zonas de amortiguamiento y están intervenidas. Las rutas Frontera y Oyacachi presentan afectaciones en el río Cayapas que, en la zona de la Costa, entra en la Reserva Ecológica Cayapas – Mataje que se caracteriza por su zona de manglares bien desarrollado y tiene una alta sensibilidad. Esta zona presenta una alta diversidad y abundancia marina de peces e invertebrados.

4.1.2.3 Sensibilidad Arqueológica de las Alternativas

En base a la información recopilada en las evaluaciones arqueológicas de las Alternativas del OCP y presentadas en la sección de línea de base ambiental, se definen las áreas en cada una de las rutas donde la sensibilidad de los recursos culturales es mayor. El grado de sensibilidad de estos recursos para cada una de las rutas se clasificó como alto, medio y bajo, considerando la posibilidad de alteración o daños potenciales a los recursos culturales y arqueológicos ocasionados por las actividades propuestas.

En la Tabla 4.1-11 se resume el análisis sobre los recursos culturales indicando los segmentos con mayor vulnerabilidad en cuanto a estos recursos.

Tabla 4.1-11			
Sensibilidad de los Recursos Culturales en las Rutas Alternativas del OCP			
Segmentos	R. paralela al SOTE	R. de la Frontera	R. de Oyacachi
Nueva Loja – Lumbaqui	Alta	Alta	Alta
Lumbaqui – Chaco	Alta	Alta	Media
Chaco – Oyacachi	Media	---	Alta
Lumbaqui – Baeza	Media	---	---
Baeza – Sangolquí	Alta	---	---
Sangolquí – Santo Domingo	Alta	---	---
Santo Domingo – Esmeraldas	Alta	---	---
Lumbaqui – La Bonita	---	Media	---
La Bonita – Mira	---	Media	---
Mira – Lita	---	Alta	Alta
Lita – Vainillita	---	Alta	Alta

RECURSOS ARQUEOLÓGICOS DE LA RUTA DEL SOTE

Para el análisis de la sensibilidad arqueológica de la ruta del SOTE se ha interpretado la información preliminar recopilada y documentada de todos los registros de piezas culturales de acuerdo a la zona a lo largo de la ruta del OCP y listados en el informe presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador (ENTRIX - WALSH, Prospección Arqueológica, Nov. 1999).

En la ruta del SOTE se identificaron principalmente recursos culturales tipo Cerámico, Monumental y Petroglífico pertenecientes a las culturas Pastaza, Cosanga y Jama. Las zonas consideradas con mayor potencial de recursos culturales comprendieron las zonas de Sevilla, Cascales y Lumbaqui y la zona que va desde el Río Sardinas Grande en el kilómetro 136 hasta Borja en el kilómetro 149 y las inmediaciones de la población de Baeza por lo que se han categorizado como de alta sensibilidad.

RECURSOS ARQUEOLÓGICOS DE LA RUTA DE LA FRONTERA

Aunque en esta ruta no se realizaron inspecciones de campo en cuanto a los recursos culturales de la zona se ha procedido a realizar una evaluación cualitativa en base a la información general existente. De este análisis se ha determinado que el segmento entre Nueva Loja a Lumbaqui a la altura del kilómetro 40 el potencial cultural es similar a la ruta anterior y por lo tanto se califica de alta sensibilidad. El segmento desde Lumbaqui hasta La

Bonita debido a la urbanización del callejón Interandino se ha calificado con una sensibilidad moderada.

Por el contrario los segmentos correspondientes desde Mira hasta Lita y la porción de la costa que finaliza en la Tolita próximo a Vainillita se han calificado como de alta sensibilidad debido a los registros existentes de la Cultura La Tolita registrada en la zona, la cual confirma el alto potencial cultural de la zona.

RECURSOS ARQUEOLÓGICOS DE LA RUTA DE OYACACHI

El potencial cultural de esta ruta es similar al del SOTE en el segmento de Nueva Loja a Cascales con evidencias de Cerámica y Artefactos Líticos correspondientes a la cultura Pastaza. Por lo tanto se ha calificado como de alta sensibilidad en este sector. El segmento de Lumbaqui hasta el Chaco se encontraron varios indicios de cerámica fragmentada a nivel superficial por lo que se ha calificado de alta sensibilidad debido al potencial de asentamientos en la zona.

El segmento desde el Chaco a Oyacachi se ha calificado como de alta sensibilidad cultural debido a que corresponde a un área con poca información cultural dentro de la Reserva Ecológica Cayambe.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ARQUEOLÓGICO

En base a la información existente sobre el potencial de los recursos culturales de las Alternativas analizadas se concluye que la Ruta del SOTE y de La Frontera presentan la mayor sensibilidad a los recursos culturales potenciales y existentes.

4.1.2.4 Sensibilidad Socioeconómica para las Alternativas

El estudio de alternativas tiene su base en el análisis de los posibles y potenciales impactos que pueden generar las diferentes actividades sobre varios aspectos y variables del componente socioeconómico en las diferentes alternativas o rutas propuestas para la construcción del OCP. Los impactos que fueron calificados desde una perspectiva diacrónica, es decir en función de la dinámica o desarrollo normal de los diferentes aspectos sumada a la incidencia del proyecto, dieron como resultado diferentes tipos de sensibilidad.

Las variables propuestas para el análisis fueron:

Población: Dentro de la calificación de impactos, las personas asentadas en centros poblados, ciudades, recintos, población concentrada y dispersa tiene un peso específico en consideración a otras variables, por cuanto la incidencia directa de las actividades del proyecto sobre aquellas poblaciones asentadas en el área de influencia directa que pueden ser afectadas por el aumento del tránsito vehicular y por las actividades constructivas en general.

Infraestructura: en razón de que la ruta del OCP en varios tramos atraviesa o va paralelo a las vías públicas, se prevé una afectación tanto a la red vial como a ciertos servicios e infraestructura como redes de agua potable/entubada y sistemas de alcantarillado así como a algunas viviendas.

Derecho de Vía: En varios tramos, cuando la ruta del OCP se aleje del SOTE será necesario liberar el derecho de vía que afectará a algunas viviendas y a la propiedad privada en general.

Aspectos Legales: Algunos aspectos legales relacionados con la Ley de Gestión Ambiental, Reglamento del Distrito Metropolitano de Quito, Ley Forestal y Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, que regulan el uso del suelo y ciertas actividades en áreas protegidas pueden de una u otra manera afectar la construcción del OCP.

Actividades económicas: Algunas de las actividades económicas, podrán ser afectadas u obstaculizadas por las actividades constructivas del OCP convirtiéndose en un aspecto vulnerable en la fase constructiva del oleoducto.

Colonización: En reservas y parques protectores por donde cruza la ruta del nuevo oleoducto, al quedar conformada una pista puede facilitar los procesos colonizadores de éstas áreas, no obstante estos procesos pueden ser desalentados con medidas para evitarlos, en todo caso dependen también de otros factores, como formas de administración, distancia y formas de tenencia.

Transporte: Puede ser afectado durante la fase constructiva sobre todo en vías principales y de alta circulación, lo cual puede incidir en el normal flujo vehicular.

Tenencia de la Tierra: Comprende la adquisición del derecho de vía Se asume que el utilizar el derecho de vía del SOTE, en los casos donde sea factible, no implicaría realizar esta actividad.

Seguridad: Es una de las variables que puede incidir directamente, tanto, en la fase constructiva y operativa sobre todo en zonas de seguridad nacional y en áreas cercanas donde tienen incidencia las guerrillas del vecino país de Colombia.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Del análisis realizado se concluye que utilizar la ruta del SOTE es la mejor alternativa al compararla con las restantes, sin embargo ésta muestra un punto de conflicto en el cruce de los distintos asentamientos humanos y comunidades.

El hecho de que el SOTE durante la fase de construcción entre 1970 y 1972 atravesara por zonas que en ese momento no contaban con conglomerados humanos consolidados como son los casos de Nueva Loja, Cascales, Lumbaqui, El Chaco, el Valle de los Chillos y el sur de Quito, determinó en gran medida que no existieran, en aquel entonces, riesgos o conflictos socio-ambientales entre las empresas operadoras, el Estado y la sociedad civil.

En la actualidad el escenario social es diferente, primero, por la existencia de ciudades, pueblos, aldeas y comunidades campesinas e indígenas que se han transformado en actores sociales que actúan como grupo de presión con capacidad de organización, movilización y establecimiento de demandas a los cuales no se los puede desconocer en las fases constructiva y operativa del OCP.

En la Tabla 4.1-12, se presenta el análisis de alternativas realizados considerando las variables socioeconómicas antes señaladas y su sensibilidad.

En el sector de la sierra, la presencia de actores políticos está liderada por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito que de acuerdo a la Ordenanza N° 001 publicada el Registro Oficial No. 310 del 5 de mayo de 1998, establece como potestad exclusiva del municipio aspectos como uso del suelo, zonificación, áreas de protección ecológica, entre otros temas que tienen que ver con la ejecución del proyecto.

De acuerdo al Departamento de Planificación del Municipio, el SOTE atraviesa en aproximadamente 80 km. al distrito metropolitano, por lo que la primera condición que esta institución plantea antes de la ejecución del proyecto es conocer las características técnicas del mismo.

Dicha información será utilizada por el municipio para establecer la factibilidad de que el proyecto atravesase por el distrito metropolitano y más específicamente por la ciudad de Quito; para ello el proyecto deberá ser conocido por el Alcalde y por el Consejo Municipal y en caso de que se autorice su construcción, este proyecto deberá ser incluido en el Plan de Ordenamiento Territorial: Quito al 2020², que busca planificar el desarrollo del Distrito para los próximos 20 años.

Tabla 4.1-12						
Sensibilidad de los Recursos Socioeconómicos en la Rutas Alternativas del OCP						
Variables	(A)		(B)		(C)	
	Frontera Norte (La Bonita)	S	Ruta SOTE	S	Oyacachi	S
Población	En el tramo Lago – Lumbaqui los efectos de las actividades constructivas, al seguir la Ruta del SOTE, perturbarán al bienestar de la población asentada a lo largo de la ruta. Se afectará a la salud por efectos del ruido, polvo y gases. A partir de Lumbaqui hasta San Lorenzo, la incidencia será baja incidencia.	2	En el tramo Lago – Papallacta los efectos de las actividades constructivas, perturbarán al bienestar de la población asentada a lo largo de la ruta. Posible afectación a la salud por efectos del ruido, polvo y gases. Las poblaciones más afectadas serán aquellas ubicadas en el área del Oleoducto entre Lago Agrio – Papallacta, Quito, Chiriboga, Sto. Domingo, La Concordia y Esmeraldas. Un potencial riesgo del Oleoducto, al pasar por el sur de Quito, podría afectar a un significativo número de viviendas y población concentrada que está asentada junto al SOTE.	3	En el tramo Lago – Papallacta los efectos de las actividades constructivas, perturbarán al bienestar de la población asentada a lo largo de la ruta. Se afectará a la salud por efectos del ruido, polvo y gases. A partir de Oyacachi hasta San Lorenzo, la ruta del oleoducto tendrá baja incidencia.	1
Infraestructura	Afectación a la infraestructura construida como vías y posibles sistemas de agua y alcantarillado, además se afectarán algunas viviendas, sobre todo a la Salida de Lago Agrio hasta el Km. 2.5. y a la entrada de Esmeraldas	2	Afectación a la infraestructura construida como vías y posibles sistemas de agua y alcantarillado, además se afectarán algunas viviendas que están ubicadas junto al SOTE, sobre todo a la salida de Lago Agrio –Chaco, Quito y Esmeraldas incidiendo en el normal Flujo vehicular.	1	Igual alternativa A	2

² Municipio Metropolitano de Quito/Dirección General de Planificación. 1998. *Plan de Ordenamiento Territorial: Quito al 2020. Esquema Director (Documento de discusión interna)*.

Tabla 4.1-12						
Sensibilidad de los Recursos Socioeconómicos en la Rutas Alternativas del OCP						
VARIABLES	(A) Frontera Norte (La Bonita)	S	(B) Ruta SOTE	S	(C) Oyacachi	S
Derecho de Vía	Liberado hasta Lumbaqui, aunque en algunos tramos requerirá ampliar el derecho de vía. A partir de este poblado requiere liberar el derecho de vía hasta San Lorenzo y Balao	2	Liberado, aunque en algunos tramos requerirá ampliar el derecho de vía que terminará por afectar a algunas edificaciones sobre todo en el cruce del Valle de los Chillos y el Sur de Quito.	2	Liberado hasta Oyacachi, aunque en algunos tramos requerirá ampliar el derecho de vía. A partir de este poblado requiere liberar el derecho de vía hasta San Lorenzo y Balao	2
Aspectos legales	No se especifican, aunque la nueva Ley de Gestión Ambiental sugiere a los Municipios y Consejos Provinciales crear departamentos para el control medioambiental en cada jurisdicción que pueden objetar a que el oleoducto pase cerca de los centros poblados para prevenir y conservar la calidad de vida de sus pobladores.	1	La planificación del uso del suelo en el Distrito Metropolitano de Quito es potestad exclusiva del Municipio, será esta entidad edilicia la que autorice el Paso del OCP por el Sur de Quito donde la población se ha organizado para oponerse a cualquier proyecto que conlleve riesgos.	3	Igual Alternativa A	1
Actividades Económicas	Las actividades constructivas interferirán las actividades normales de algunas actividades comerciales de servicios ubicadas en la ruta del oleoducto.	1	Las actividades constructivas interferirán las actividades normales de algunas actividades comerciales y de servicios ubicadas en la ruta del oleoducto. Ser afectarán además las actividades turísticas de Papallacta y Baeza.	2	Igual Alternativa A	1
Colonización	La ruta atraviesa la Reserva Cotacachi – Cayapas que puede incentivar los procesos colonizadores y la extracción de los recursos naturales.	3	Negativa.	0	Igual Alternativa A	3
Transporte	Alteración de la circulación vehicular y del transporte durante la fase constructiva sobre todo en la ruta del Sote.	1	Alteración de la circulación vehicular y del transporte durante la fase constructiva sobre todo en la ruta al del SOTE y las vías de alta circulación vehicular al cruzar Quito como las de Sangolquí - Pifo, Los Chillos- El Tingo, autopista General Rumiñahui, Autopista Simón Bolívar, Panamericana Sur, entre otras. Además de la entrada a Sto. Domingo y Esmeraldas	3	Igual Alternativa A	1
Tenencia de la Tierra	Procesos de Negociación para la adquisición del derecho de vía.	3	Ninguna se asume que en un 95 % el derecho de vía del OCP es el mismo que el de SOTE	1	Igual Alternativa A	3

Tabla 4.1-12						
Sensibilidad de los Recursos Socioeconómicos en la Rutas Alternativas del OCP						
VARIABLES	(A) Frontera Norte (La Bonita)	S	(B) Ruta SOTE	S	(C) Oyacachi	S
Seguridad	El conflicto entre el Estado colombiano y la guerrilla convierten al territorio ecuatoriano en altamente vulnerable para la seguridad del oleoducto y técnicos sobre todo en territorio de Lago-Lumbaqui - La bonita y San Lorenzo	3	El conflicto entre el Estado colombiano y la guerrilla convierten al territorio ecuatoriano en vulnerable para la seguridad del oleoducto y técnicos sobre todo en territorio de Lago -Lumbaqui	1	Inseguridad para por la presencia de grupos armados Guerrilleros de Colombia que pueden afectar la seguridad de la infraestructura y técnicos sobre todo entre el tramo Lago Agrio Lumbaqui y San Lorenzo.	3
Sensibilidad		1 9		1 6		1 9

Fuente: ENTRIX – Walsh, Estudios Ambientales OCP, Abril 2001.

El *Esquema Director* del Plan estipula algunas políticas y normas que orientarán el crecimiento de la ciudad en las primeras décadas del siglo XXI. De acuerdo a las proyecciones realizadas se estima que para el 2020 la ciudad soportará una población de 1'978.169 hab., con una densidad bruta promedio de 105 hab/ha. La zona de Turubamba, donde se localiza el derecho de vía del SOTE, está calificada como básicamente residencial con un importante uso industrial, con amplias zonas vacantes, y un *suelo no apto para la construcción intensiva*. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que se trata de una zona en proceso de expansión y consolidación urbana de tipo residencial. La densidad bruta promedio esperada será de 78,36 hab./ha.

De acuerdo a proyecciones del Municipio, la zona de Turubamba que actualmente registra 135.000 habitantes, tendrá 387.112 en el año 2020; la misma tendencia se registrará en el Valle de los Chillos, que de los 80.000 habitantes actuales crecerá a 328.345 en el 2020.

Existe una preocupación por parte del Municipio sobre la principal infraestructura petrolera localizada en el perímetro urbano como son el SOTE y las instalaciones de almacenamiento de hidrocarburos del Terminal Beaterio. El radio de influencia de estas instalaciones no solo afecta a la extensión territorial declarada derecho de vía por los D.S. N°616 y 3068, ni los 80 kilómetros de extensión longitudinal, sino que limita y debilita los esfuerzos de planeamiento que regulen la expansión de la ciudad y del distrito, como son las zonas de Turubamba y los Chillos.

El Plan se propone la recuperación de Turubamba, donde se espera consolidar tres centros urbanos: Guamaní, Quitumbe y Polígono Productivo, a través de la provisión de agua potable, la prolongación del servicio del Trolebús cuya estación central se ubicará en el área de influencia directa del SOTE. Está diseñándose la Nueva Autopista Occidental y un adecuado ordenamiento vial y de transporte público para la zona.

Un conflicto todavía no resuelto entre el Municipio como representante de la comunidad urbana, el Frente de Barrios del Sur (que agrupa a más de 45 mil personas) y Petroecuador es

la locación de las instalaciones del Terminal Beaterio. Una Ordenanza del Consejo Metropolitano tomada hace dos años, demanda a Petroecuador reubicar sus instalaciones en la zona Itulcachi, vía Tumbaco - Papallacta, en una zona declarada especial para la locación de las consideradas industrias de alto riesgo (como la del gas licuado de petróleo, hidrocarburos e industrias químicas sensibles).

Lo antes expuesto hace notar que si bien la ruta del SOTE tiene ventajas sobre las otras rutas bajo análisis, esta tiene un sector muy sensible el cual representa el sector urbano de la ciudad de Quito, principalmente.

El análisis de las macro - rutas o alternativas principales (Sección 4.1.1), indica que en la ruta SOTE existen varios tramos que deben ser considerados debido a que presentan una serie de limitaciones que podrían afectar todos los componentes ambientales. En este sentido se consideró evaluar una ruta alterna al segmento del SOTE con la finalidad de reducir conflictos potenciales, la que se denominó como Variante Norte.

4.1.3 Evaluación de la Ruta preferida- La Variante Norte de Quito vs. el SOTE

En esta sección se presenta una evaluación de los aspectos físicos de la variante Norte contra el segmento del SOTE (Equivalente) que presenta los conflictos. A continuación se describe la ruta de estos segmentos seguido de la evaluación de los componentes pertinentes del aspecto físico. Utilizando el mismo enfoque aplicado a las macro variantes o rutas principales, dos alternativas fueron calificadas al final para determinar cual es la mejor alternativa. En la Figura 4.1-2 b, se presentan las dos alternativas bajo estudio.

4.1.3.1 Variante Norte del OCP (Pifo – La Unión)

La Variante Norte del OCP se inicia a partir del Km., 200 del SOTE en el sector de Pifo en la base del Tablón Grande (Cerro JariRumi), a 3.600 m.s.n.m., cubierta todavía de páramo, y continúa por las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental hasta Yaruquí, aquí, el suelo predominante es la cangahua, expuesta a la acción erosiva del viento y la lluvia, y con escasa capa vegetal.

Desde Yaruquí hasta la base del Casitagua, predominan los suelos arenosos volcánicos con alta densidad de pómez y muy limitada cobertura vegetal. Al ascender al Casitagua, el medio geográfico cede a la vegetación de páramo, donde a pesar de la altura, la ruta incursiona senderos naturales en los valles del área, hasta alcanzar la parroquia Calacalí. A partir de Calacalí, hasta Nanegalito, la topografía es bastante accidentada, predominando el bosque subtropical. Todo el sector de los contrafuertes septentrionales del Pichincha es de pendiente acentuada que sobrepasa el 70% de inclinación. Densamente cubierto de vegetación nativa y de formaciones rocosas, el sector es de difícil acceso en un trayecto de 16 Km., no siendo posible realizar una adecuada exploración del terreno.

En la confluencia de los ríos Pichán y Alambi, la línea de la variante del oleoducto se desvía de la carretera asfaltada y toma el valle de Tandayapa, bordeando los flancos orientales de los cerros de San Ramón, Tarro de Unto, las lomas de Taguaguri o Bellavista, para nuevamente

empatar con la carretera que viene de Nanegalito. En este sector la vegetación se vuelve tropical. Fuera del valle de Tandayapa, hacia el Occidente, el terreno aparece nuevamente accidentado y con poca evidencia de presencia humana, como es el caso de los altos de Bellavista y el descenso hasta la carretera principal, cerca del cruce a Mindo hacia San Miguel de los Bancos. La Variante continua desde San Miguel de los Bancos, hacia el Oeste, alcanzando el sector de La Unión a la altura del Km., 360 del SOTE.

4.1.3.2 Segmento del SOTE equivalente a la Variante Norte (Pifo – La Unión)

El segmento del SOTE (Equivalente) que se compara con la Variante Norte se origina en el Sector de Pifo a la altura del Km., 200 del SOTE desde donde recorre hacia el oeste atravesando el Cerro Ilaló hasta llegar cerca de la carretera a Papallacta al pie de la cordillera, en el valle de Los Chillos. Este tramo es de topografía mas bien abrupta, ecológicamente, este tramo, es muy variado, ya que el trazado atraviesa la ceja de selva, el páramo y el bosque montano (para mayor referencia ver sección 3.2) que da al Valle de Los Chillos.

En el sur de Quito, el área de estudio entra a la cordillera Occidental por el abra de Lloa (3280 m.), otro paso natural de uso inveterado desde tiempos precolombinos.

Al descender la Cordillera Occidental, el OCP llega a Santo Domingo de Los Colorados donde comienza la llanura costera, a apenas 300 m.s.n.m. El segmento sigue su recorrido hacia el Noreste hasta alcanzar el Sector de La Unión donde concuerda con el final de la Variante Norte a la altura del km. 360 del SOTE.

A efectos de proporcionar una mayor información que facilite la interpretación de los análisis subsiguientes, a continuación se describen los aspectos mas relevantes de esta ruta:

Problemas Técnicos y Adquisición del Derecho de Vía

- La Construcción del nuevo oleoducto entre San Juan y Alluriquín debe ser realizada cerca de dos tuberías en operación (SOTE y Poliducto Esmeraldas– Quito). Por el limitado espacio, existe una alta probabilidad de rotura de estas instalaciones, lo cual ocasionaría impactos socioambientales importantes en la zona y pérdidas económicas al estado Ecuatoriano por la suspensión de la producción.
- La ruta sur atraviesa zonas dedicadas a actividades agropecuarias y agroindustriales de alto valor comercial donde los costos para adquirir el derecho de vía serán extremadamente costosos y requerirán de un tiempo mayor, ocasionando un retraso importante en el cronograma constructivo.



Reparación del Poliducto, Aug.99

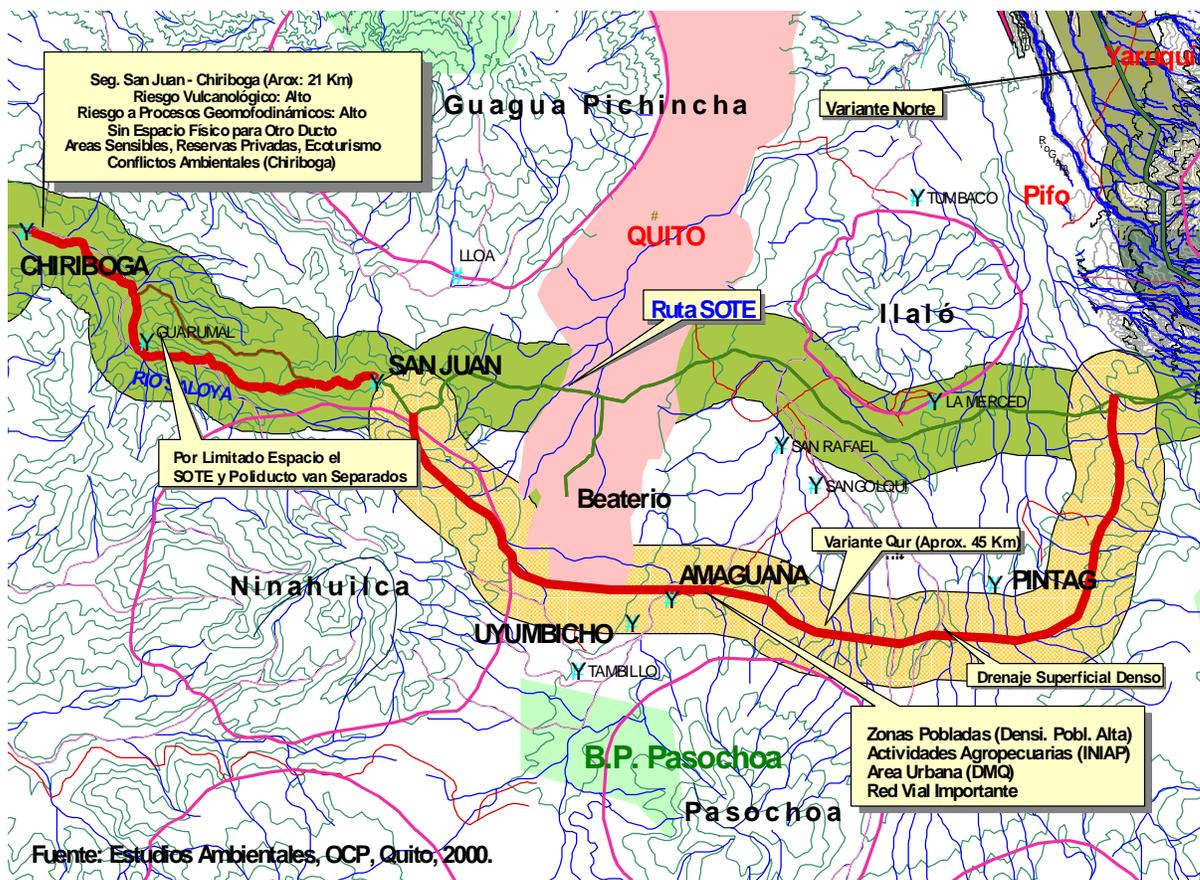


Vía a Chiriboga, Cañón del Río Saloya

- El tramo entre San Juan y la Estación de Chiriboga se asienta en un terreno con pendientes severas donde el acceso y el trazado de un nuevo oleoducto es difícil. El SOTE ha sido instalado en la línea de cumbre y en valles muy angostos, determinando que la colocación de un nuevo ducto sea físicamente imposible. La compañía Gulf Interstate Engineering (GIE) durante los estudios de factibilidad del nuevo oleoducto sugirió buscar una variante para esta sección la cual debería seguir una diferente línea de cumbre.
- En general, el segmento del SOTE entre San Juan y La Palma es paralelo al poliducto de 16" que entrega productos derivados desde la Refinería de Esmeraldas al Beaterio en Quito. En el segmento San Juan – Chiriboga, el poliducto no sigue la misma ruta del SOTE debido a las limitaciones de espacio. Aproximadamente la línea va enterrada 6 Km. en la vía. Más adelante entre Chiriboga y la Palma por aproximadamente 14 Km. ambas líneas son instaladas una a lado de la otra a lo largo de la vía sin dejar espacio para un nuevo ducto.
- Debido a las severas condiciones geomorfológicas de la zona y al limitado espacio existente, construir un nuevo oleoducto pegado a dos "líneas vivas" es muy peligroso y con riesgos muy altos de generar potenciales impactos ambientales por un derrame sea de petróleo o combustible y también por razones de seguridad laboral y pública debido a la potencial rotura de estas líneas.
- La compañía constructora Willbros, la cual construyó el SOTE y realizó las reparaciones de los daños ocasionados en el terremoto del 1987, recomendó estudiar una variante para esta sección del SOTE (Estudios de Prefactibilidad).

Riesgos Físicos

- La ruta sur está categorizada como de alto riesgo por flujos piroclásticos provenientes de los volcanes Guagua Pichincha y Ninahuilca.
- El volcán Ninahuilca es altamente peligroso por los flujos, piroclásticos, ceniza y lahares, estos fenómenos podrían afectar directamente los valles de los ríos Saloya y Toachi Pilatón. Los peligros potenciales de éste volcán han sido presentados por Hall & Maruri (1992) y han sido tomados como base para evaluar los peligros al oleoducto propuesto. Una reactivación del Ninahuilca es factible en un horizonte de 50 años y sus características serán explosivas. Los fenómenos a esperarse y sus respectivos impactos son: a) formación de domos y posterior colapso para producir flujos de colapso o nubes ardientes (un tipo de flujos piroclásticos), que afectarían al oleoducto propuesto en su trayecto por el río Toachi desde la confluencia con el río Pilatón hasta Alluriquín. No se formarían flujos de lava. b) Se formarían flujos piroclásticos por colapso de la columna eruptiva. Este será el impacto más fuerte en la zona, sobre todo en los drenajes de los ríos Pilatón - Toachi y Saloya - Blanco, hacia el oeste y nor-oeste. También será afectado el drenaje hacia el este, llevando materiales hacia el río San Pedro y Guayllabamba, amenazando los cruces respectivos del oleoducto propuesto, con lahares secundarios formados a expensas de los flujos piroclásticos.
- El volcán Guagua Pichincha que actualmente ha iniciado un proceso eruptivo representa un riesgo moderado debido a la presencia de ceniza y consecuentemente a potenciales lahares dirigidos hacia los valles de los ríos Saloya y Blanco. La posibilidad de una explosión lateral dirigida al suroeste podría afectar directamente a la zona de San Juan y Chiriboga.



Areas Sensibles

- La dificultad de colocar un nuevo ducto en el tramo San Juan – Chiriboga obligó a buscar una variante para este tramo, la cual debería seguir una nueva línea de cumbre afectando áreas ecológicamente (cordillera de los Yumbos) similares al sector norte del IBA de Mindo. En general, cualquier alternativa en los flancos occidentales de la cordillera de los Yumbos necesariamente cruzará áreas ambientalmente sensibles. Se estima que la distancia que debería cruzar la variante sur por áreas ambientalmente sensibles es entre 20 y 30 Km. dentro del IBA de Mindo en el sector sur (ver secuencia fotográfica en los anexos).
- En el Tramo San Juan - Chiriboga existen áreas protegidas y reservas privadas al igual que actividades de ecoturismo como por ejemplo: la Estación la Favorita en Chiriboga (sitio para observación de aves) y las actividades que realiza la Fundación Chiriboga en revegetación, recuperación de áreas y ecoturismo.
- La ruta de Pintag cruza también fuertes encañonados con problemas geomorfodinámicos importantes. Si esta ruta se dirige hacia el Este buscando zonas más estables podría cruzar la Reserva Ecológica Antisana.

- El área que cruza el SOTE entre San Juan de Chillo Gallo - Chiriboga, límite occidental del distrito metropolitano, ha sido declarada Area de Protección Ecológica por el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).
- La mayoría de las líneas de cumbres son sitios arqueológicos sensibles (cordillera de los Yumbos) donde caminos precolombinos unían la sierra con la costa.



Vía Chiriboga – Cordillera de los Yumbos

INIAP, Vista noroeste

Conflictos Socioeconómicos

- La zona sur de Quito se está expandiendo rápidamente y podría ser difícil encontrar una ruta no desarrollada para colocar el ducto entre Quito, el cantón Rumiñahui y el cantón Mejía. Además que estas áreas se encuentran reguladas por el DMQ y estos cantones con relación a la planificación de uso del suelo.
- El Plan Siglo XXI del DMQ, propone la recuperación de Turubamba, donde se espera consolidar tres centros urbanos: Guamaní, Quitumbe y Polígono Productivo, a través de la planificación anteriormente mencionada (4.1.2.4).
- Aún se mantiene el conflicto entre el Municipio como representante de la comunidad urbana, el Frente de Barrios del Sur (que agrupa a más de 45 mil personas) y Petroecuador referente a la ubicación de las instalaciones del Beaterio.
- En Chiriboga, se ha podido detectar resistencia a la ejecución del proyecto, especialmente en razón de problemas ocasionados por la operación del SOTE y el Poliducto, pues a partir de 1997 se han producido tres derrames que han contaminado el Río Saloya que atraviesa el centro poblado, lo que ha generado una reacción de la población que incluso llegó a paralizar los trabajos de mantenimiento y cambio de la tubería obsoleta del Poliducto, solicitando obras

de compensación y/o indemnización por la afectación del río y sus recursos. Esta posición sin duda ha sido reactivada y en cierta medida manejada por la Fundación “Proyecto Chiriboga”, que se encuentra ejecutando en la zona un proyecto de reforestación con ayuda de fondos nacionales e internacionales y voluntarios extranjeros.

- La ruta atravesaría la estación de investigación científica Santa Catalina administrada por INIAP, dedicada a investigaciones agroindustriales en suelos de alta fertilidad. En general los suelos localizados al sur de Quito son muy fértiles donde se desarrollan actividades agropecuarias importantes.
- El recurso agua al sur de Quito es de buena calidad y proviene de los flujos del Cotopaxi y Pasocha. En el norte de la ciudad los recursos hídricos están fuertemente poluidos por las aguas servidas de la ciudad de Quito y suburbios. La construcción del ducto y potenciales derrames podrían impactar cursos prístinos al sur de la ciudad que son más numerosos si se compara con el norte.



- En el sur la afectación a vías, carreteras y accesos es mayor pues la red vial es más densa. Esto afectará al tráfico en la vía Panamericana y las actividades económicas de la zona.

4.1.3.3 Sensibilidad Ambiental de las Alternativas de Ruta Preferidas - Variante Norte de Quito vs. Segmento SOTE (Pifo - La Unión)

COMPONENTES FÍSICOS

Estas dos alternativas fueron evaluadas de acuerdo a la sensibilidad del componente físico. A continuación se presenta una discusión general de las alternativas y los aspectos ambientales considerados en la evaluación.

HIDROGEOLOGÍA

En la Tabla 4.1-14 se presentan todas las formaciones hidrogeológicas y los acuíferos que cruzan la Variante Norte y el Segmento SOTE y la sensibilidad de cada formación. Al igual que para la evaluación de las macro - rutas el análisis considera la permeabilidad, porosidad, niveles piezométricos (o nivel freático) y el tipo de roca (continuidad de la formación y espesor) de cada formación. Las unidades que se clasificaron en la línea base sin potencial agua subterránea explotable no han sido consideradas en esta evaluación. En la Tabla la Variante Norte se abrevia VN y el segmento del SOTE equivalente como SOTE.

Tabla 4.1-14					
Sensibilidad Hidrogeológica de las Alternativas SOTE y Variante Norte					
Unidad Litológica	Alternativas del OCP	Tipo de Roca	Permeabilidad	Nivel Freático	Grado de Sensibilidad
Depósitos y terrazas aluviales (ríos Las Monjas, Caoni, Taochi, San Pedro, Uravía, Blanco, Guayllabamba)	VN, SOTE	Sedimentos no consolidados, arenas, y conglomerados	Generalmente alta	2-5 m	Alta
Formación San Tadeo	VN, SOTE	Piroclásticos	Media	--	Media
Formación Machuchi	VN, SOTE				
Formación Silante	VN, SOTE	Conglomerados, tobaceas y lutitas	Media a baja	--	Baja
Volcánicos recientes	VN, SOTE	Lavas y piroclásticos	Media a baja	--	Baja
Depósitos Cancagua	VN, SOTE	Ceniza volcánica	Media a baja	5-20 m	Baja
Depósitos coluviales (Cuaternario Indiferenciado Aluvial)	VN, SOTE	Arcillas, limos	Baja	--	Baja

Como se puede observar en el cuadro la mayoría de las unidades o formaciones hidrogeológicas que las dos alternativas cruzan tienen una sensibilidad media o baja. La única excepción es la unidad de depósitos y terrazas aluviales de los ríos de mayor tamaño la que se ha clasificado con una sensibilidad alta ya que posee una alta permeabilidad y un nivel freático entre 2 y 5 m. La Variante Norte cruza este tipo de formación 6 veces, en los ríos Las Monjas, Caoni, Uravía, Blanco, Guayllabamba mientras que el segmento del SOTE solo cruza el San Pedro, y el Río Blanco.

De acuerdo a los datos hidrogeológicos la Variante Norte es la ruta de mayor sensibilidad debido a la abundancia de formaciones de alta permeabilidad concluyéndose que la ruta del SOTE es la más adecuada. (variante norte = 2, SOTE = 1)

GEOMORFOLOGÍA

En este análisis de las rutas SOTE y Variante Norte al igual que para las macro - rutas, se consideraron las unidades geomorfológicas principales descritas en la sección de línea base (sección 3.1.5.4) y los procesos que pudieran afectar los diferentes terrenos morfo-estructurales que atraviesan las dos rutas. En la Tabla 4.1-15 se presentan las zonas geomorfológicas identificadas, el análisis de la sensibilidad de cada proceso para la zona. Ver figuras 4.1- 3 y 4.1-4.

Tabla 4.1-15						
Sensibilidad Geomorfológica de las Alternativas SOTE y Variante Norte						
Zonas Geomorfológicas de las Alternativas	Alternativas del OCP	P. Deluviales	P. Fluviales	P. de Gravedad	Erosión Cárstica	Erosión Eólica
Alta Montaña de la Cordillera Real	VN SOTE,	Moderada	Media	Moderada	Baja	Baja
Vertiente Interna-Cordillera Real	VN, SOTE	Media	Media	Baja	Baja	Baja
Valle del Río Guayllabamba	VN	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
Valle de Chilllos	SOTE	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Loma de Puengasí	SOTE	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja
Cubeta Fluvio – Lacustre de Quito	SOTE	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
Sierra Alta de la Cordillera Occidental	SOTE	Media	Baja	Baja	Baja	baja
Vertiente Andina de la Cordillera Occidental	SOTE	Media	Alta	Alta	Baja	Baja
Abanico de Esparcimiento Andino Costero	SOTE	Media	Media	Baja	Baja	Baja
Altiplanicie Aluviales Antiguas	SOTE	Alta	Baja	Media	Baja	Baja
Llanura Aluvial de los ríos Toachi, Blanco, y Quinindé	VN, SOTE	Media	Media	Media	Baja	Baja

Al considerar las dos rutas, las zonas más sensibles incluyen el Valle de Chilllos, la Loma de Puengasi, y la Vertiente Andina de la Cordillera Occidental. Los eventos geomorfológicos de mayor riesgo son los procesos deluviales, fluviales y de gravedad.

En el Valle de Chillos la susceptibilidad de los terrenos está relacionada con procesos de disección fluvial vertical. La sensibilidad de esta zona en cuanto a los procesos deluviales y fluviales es alta dada la acelerada tasa de erosión que se relaciona con las influencias antrópicas. Esta zona la cruza únicamente el SOTE.

La zona de la Loma de Puengasí es el sector más vulnerable del valle interandino para la ruta del SOTE con una alta sensibilidad debido a los procesos deluviales y de gravedad. Estos procesos se asocian con los escarpes de línea de falla, las vertientes erosivas e inestables y a la topografía aguda. El segmento del SOTE cruza esta en un tramo de 10 Km., aproximadamente.

La zona de la vertiente Andina Occidental tiene algunos segmentos donde los procesos de disección fluvial vertical y de gravedad afectados por las altas pendientes. La ruta de la Variante Norte tiene una sensibilidad alta en los segmentos de Calacalí a Nanegalito (aproximadamente 30 km.).

En el caso de la ruta SOTE las áreas más sensibles son las de los segmentos entre San Juan, Chiriboga y El Tránsito (aproximadamente 20 Km.) debido a los procesos de disección fluvial vertical que ya se observa en la zona, y a los procesos de gravedad afectados por las pendientes altas y la reptación del suelo.

De acuerdo a los datos de línea base en términos de los procesos geomorfológicos la ruta de sensibilidad mayor es la del SOTE ya que cruza tres segmentos de alta sensibilidad mientras que la Variante Norte solo cruza uno en la Vertiente Andina Occidental.

(SOTE =3, VN = 2).

Con el propósito de incluir una evaluación más objetiva de la sensibilidad geomorfológica, entre las dos alternativas, se presenta en la tabla 4.1-16 los resultados de la cuantificación de los riesgos, efectuada con el Sistema de Información Geográfica (SIG).

RIESGO	Variante Norte Longitud (Km.)	SOTE (Equivalente) Longitud (Km.)
Alto	28.85	83.50
Medio	142.60	106.92
Bajo	24.17	1.77

SUELOS Y GEOTÉCNIA

El análisis de sensibilidad de suelos y geotécnico se hizo considerando los diferentes paisajes y los grupos de suelos que se encuentran dentro de las regiones geográficas principales que cruzan las dos alternativas y que se agrupan de la siguiente manera:

- Suelos de la Costa (SC)

- Suelos de la Cordillera Occidental (SCO)
- Suelos del Graben? de Quito y del valle interandino (SG)
- Suelos de la Cordillera Real (SCR)

De acuerdo a la información adquirida a través de los inventarios de suelos, se determinó que existen siete parámetros principales cuya naturaleza puede ser afectada por las obras propuestas en las alternativas consideradas.

Estos parámetros son: deslizamientos, erosión, drenaje/inundación, contaminación, compactación (pérdida de porosidad), fertilidad, y estructura.

En la Tabla 4.1-17 se presentan los grupos de suelos de las regiones geográficas identificadas, las rutas que cruzan dichas regiones y la sensibilidad de cada uno de los parámetros principales.

Tabla 4.1-17 Sensibilidad de los Suelos de las Alternativas SOTE y Variante Norte								
Unidad del Mapa	Alternativas de la OCP	Deslizamientos	Erosión	Drenaje	contaminació	Compactación	Fertilidad	Estructura
SC	SOTE, VN	Baja	Baja	Baja	Moderada	Moderada	Alta	Moderada
SCO	SOTE, VN	Alta	Alta	Baja	Alta-Moderada	Alta	Alta	Alta-Moderada
SG	SOTE, VN	Alta	Moderada	Alta-Moderada	Alta-Moderada	Alta	Alta	Moderada
SCR	SOTE, VN	Alta	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Alta	Moderada

En general las regiones de la Cordillera Occidental, el Graben de Quito y La Cordillera Real contienen los suelos de sensibilidad más alta en cuanto a la mayoría de los parámetros considerados. Esto se debe principalmente a una combinación de factores entre los que se pueden mencionar, altas pendientes y terrenos de origen volcánico con un alto potencial de compactación y erosión. Los suelos de esta zona se caracterizan por ser profundos, de origen volcánico y o coluvial y una baja fertilidad. El factor principal en cuanto a sensibilidad de esta zona rehace en el aspecto geotécnico donde se encuentran altas pendientes que sobrepasan en algunos casos el 50% y presenta un alto riesgo de deslizamientos y procesos de gravedad.

La ruta de la Variante Norte cruza el terreno de la Cordillera Occidental y contiene varios segmentos cuya sensibilidad es alta en cuanto a los suelos y el potencial de deslizamiento. El segmento corresponde a un tramo aproximadamente al Sur de la población de Calacalí hasta el río Alambi, (aproximadamente 25 km.) en el sector de la población de Nanegalito, en relieves socavados a muy socavados con pendientes mayores al 50 y 70%.

El segundo segmento identificado en esta ruta corresponde a los flancos del Casitagua, y entre los kilómetros 237 al 240 cerca del poblado de Pomasqui, localizados en pendientes entre 25-80%.

De acuerdo a la información presentada la alternativa que presenta la mayor sensibilidad en cuanto a los suelos es la de la Variante Norte por lo que en función de los parámetros de suelo evaluados la ruta escogida es la paralela al SOTE. Las figuras 4.1-10 y 4.1-11, presentan las características de los suelos y geotécnicas correspondientes a las dos alternativas analizadas

HIDROLOGÍA

Los parámetros que se consideraron para el análisis de sensibilidad de los diferentes cuerpos hídricos en cuanto a las alternativas del OCP propuestas son: sedimentación, caudal, calidad física - química y drenaje. Basándose en la información de línea base y la descripción del proyecto, el grado de sensibilidad para los diferentes cuerpos hídricos que cruzan las diferentes alternativas se presenta en la Tabla 4.1-18.

Para el análisis, los ríos fueron clasificados de acuerdo al caudal medido en el campo de la siguiente manera: caudal mayor de $10\text{m}^3/\text{s}$, caudal entre 10 y $1\text{m}^3/\text{s}$, y caudal menor de $1\text{m}^3/\text{s}$.

Tabla 4.1-18					
Sensibilidad Hídrica de las Alternativas SOTE y Variante Norte					
Cuerpos Hídricos	Alternativas de la OCP	Caudal	Calidad Física/Química	Sedimentación	Drenaje
Ríos del Valle Central					
Río Pita	SOTE	Baja	Alta	Baja	Moderada
Q. Umachaca	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Guambi	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Uravía	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Pichán	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo entre 1 - y $10\text{m}^3/\text{s}$	SOTE, VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de $1\text{m}^3/\text{s}$	SOTE, VN	Alta	Alta	Alta	Alta
Ríos de la Estribaciones Occidentales					
Las Monjas	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Guayllabamba	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Toachi	SOTE	Baja	Media	Alta	Alta
Flujo entre 1 - y $10\text{m}^3/\text{s}$	SOTE, VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de $1\text{m}^3/\text{s}$	SOTE, VN	Alta	Alta	Alta	Baja

Tabla 4.1-18					
Sensibilidad Hídrica de las Alternativas SOTE y Variante Norte					
Cuerpos Hídricos	Alternativas de la OCP	Caudal	Calidad Física/Química	Sedimentación	Drenaje
Ríos de la Región Costera					
Estero Cubera	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Cocola	VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Río Blanco	SOTE, VN	Baja	Baja	Baja	Baja
Flujo entre 1- y 10m ³ /s	SOTE, VN	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Flujo menor de 1m ³ /s	SOTE, VN	Alta	Alta	Alta	Alta

En la Tabla 4.1-18 todos los ríos de mayor caudal (> de 10m³/s) se listan individualmente mientras que la mayoría de los ríos de caudal medio y bajo (entre 10 y 1 m³/s, y < de 1m³/s) fueron agrupados.

El análisis de la sensibilidad del agua indica que todos los ríos y quebradas con un flujo menor de 1 m³/s tienen una alta sensibilidad en cuanto al ya que estos río no pueden adaptarse o recuperarse cuando ocurren cambios en de caudal, drenaje, calidad o sedimentación. Entre estos se pueden mencionar el Río San Pedro el que cruza ambas alternativas.

De acuerdo a los estudios realizados en el campo para estas rutas, en la Variante Norte se identificaron un total de 32 ríos que recaen en esta categoría y cuya sensibilidad es alta. En el caso de el segmento del SOTE se identificaron un total 40 ríos en la misma categoría por lo que la sensibilidad es mayor.

Para los ríos cuyo flujo es entre 1 y 10 m³/s generalmente la sensibilidad es moderada. Esto se debe a que la mayoría de ellos tienen algún grado de alteración o contaminación asociados con las actividades antrópicas y en algunos casos con la naturaleza química de los cuerpos hídricos. Los estudios de campo el segmento del SOTE analizado contiene 7 ríos que recaen en esta categoría mientras que la variante Norte tiene 9.

La mayoría de los ríos de mayor flujo que cruzan estas dos alternativas tienen una sensibilidad baja en cuanto a los parámetros considerados. La única excepción a esto es el Río Pita que tiene una alta sensibilidad en cuanto a la calidad ya que representa un recurso muy importante para los habitantes locales y para la agricultura de la zona.

De acuerdo a la información provista en los párrafos anteriores se determinó que la ruta del SOTE tiene una sensibilidad un poco más alta que la de la Variante Norte en cuanto a la hidrología. (SOTE = 3, VN= 2).

RIESGO VOLCÁNICO

Las rutas SOTE y Variante Norte han sido evaluadas en función del riesgo presentado los diferentes fenómenos naturales volcánicos que pudieran afectar los distintos tramos de la

ruta. Para el análisis de estos riesgos se utilizó evidencia histórica, observaciones directas de campo y ubicación geográfica de los principales volcanes de la zona. Los fenómenos volcánicos considerados son; lahares, flujos de lava, flujos piroclásticos, cenizas y avalanchas.

El resumen del análisis de riesgo volcánico se presenta en la Tabla 4.1-19. En la tabla se indican las diferentes regiones que las alternativas atraviesan y los volcanes que se encuentran en dichas zonas, al igual que el nivel de riesgo asignado de cada volcán en relación a la ruta.

Tabla 4.1-19		
Comparación de Riesgo Volcánico de las Rutas Alternas del OCP		
Zonas Geomorfológicas	Variante Norte	SOTE
Callejón Interandino	Cotopaxi – Bajo Pululahua – Alto Ilaló – Alto	Antisana – Alto Chacama – Bajo Ninahuilca – Alto Pululahua – Moderado
Cordillera Occidental	Guagua Pichincha – Alto Pululahua – Alto Ninahuilca – Bajo	Guagua Pichincha – Alto Ninahuilca – Alto
Zona de Costa	Guagua Pichincha – Moderado	Guagua Pichincha –Moderado

En el Callejón Interandino la ruta del SOTE cruza una zona de aproximadamente 10 km., la cual se encuentra en el área de influencia de varios volcanes incluidos el volcán Antisana, Ninahuilca, el complejo volcánico Cachama y el Guagua Pichincha. Debido a esta condición esta zona se ha calificado como de alto riesgo por la posibilidad de ocurrencia de lahares y flujos piroclásticos del volcán Ninahuilca, y a la actividad reciente e histórica del volcán Guagua Pichincha con sus flujos piroclásticos.

En la Cordillera Occidental existen dos trayectos de alta sensibilidad: 1) el trayecto entre San Juan- Chiriboga- El Tránsito y el 2) entre Santo Domingo de los Colorados y Alluriquín. Estos dos trayectos se ven amenazados por los flujos piroclásticos de los volcanes Guagua Pichincha y Ninahuilca.

Finalmente para la zona de la Costa el SOTE se podría ver afectado por los lahares del Guagua Pichincha, aunque en este caso, dada la distancia la sensibilidad se considera moderada.

En el callejón interandino para la Variante Norte el volcán que presenta mayor riesgo es el Ilaló con potencial de flujos piroclásticos y lahares en el sector de Calderón.

En el área de la cordillera Occidental la zona de alto riesgo se encuentra entre Pomasqui y Calacalí los que se ven amenazados por los piroclásticos y lahares del Pululahua y el Casitagua. Este segmento se encuentra en el corredor entre estos dos volcanes. Además en

esta zona y en el área desde Pomasqui hasta Mindo los lahares del Guagua Pichincha presentan un alto riesgo también.

En la costa el Guagua Pichincha presenta riesgos en cuanto al potencial de lahares pero debido a la distancia el riesgo es moderado o bajo.

En realidad las dos rutas se ven afectadas por el mismo número de volcanes pero, de acuerdo a esta información, la variante norte presenta un riesgo un poco más alto que el SOTE (Ver figura 4.1-5) ya que dos de las zonas se encuentran amenazadas por el Guagua Pichincha el Pululahua e Ilaló. (SOTE =2 VN=3).

RIESGO SÍSMICO

El análisis del riesgo sísmico se realizó en función de la peligrosidad sísmica de las diferentes rutas consideradas. Cabe aclarar que el análisis del peligro sísmico que se presenta en esta sección es completamente determinístico y solo considera las fallas principales que cruzan los trazados propuestos, los eventos sísmicos que estos han generado y las posibles aceleraciones de las estructuras.

Además, estos resultados son de un carácter muy general y no pretenden predecir cuando ocurrirá uno de estos eventos o la cantidad de personas que se verán afectadas.

Considerando lo anterior, en la Tabla 4.1-20 se presentan las estructuras sismo - tectónicas principales que cruzan las dos alternativas y su área de influencia. Para la evaluación se también se consideraron las diferentes zonas geográficas que cruzan las alternativas,

Dada la extensión del trazado de las alternativas propuestas que abarcan las regiones Sierra, Costa y Oriente, en general se puede decir que su paso atraviesa muchos de los sistemas de fallamiento activo presentes en el país.

Tabla 4.1-20			
Resumen del Riesgo Sísmico para las Alternativas del OCP			
Zona Geográfica	Nombre de la Falla o Estructura	Riesgo	
		SOTE	Variante Norte
Zona Costera	Fallas asociadas con la zona de Subducción	Alto	Alto
Cordillera Occidental	Fallas Transcurrentes Dextrales, (Los Dos Ríos – Chiriboga, Nanegalito, Tránsito, Tandapi, Atacazo)	Medio	Medio
Callejón Interandino	Fallamiento Inverso – Callejón interandino (San Isidro Otavalo y Vacas Galindo – Apuela – Estación Carchi)	Medio	Medio

Las fallas asociadas con el sistema de subducción frente a la zona de la Costa representan los de riesgo más alto. Las alternativas de la Variante Norte y del SOTE cruzan este sistema de fallas asociados con la fosa y tienen el mismo nivel de riesgo. Los otros sistemas transcurrentes dextrales de la **Cordillera Occidental** y del **Callejón Interandino** son comunes para ambas alternativas.

Los resultados de cuantificación del SIG, indican que la ruta Norte cruza 8 veces por zonas de fallas sísmicas, mientras que la ruta sur cruza en 10 contornos de falla. En base al análisis de riesgo sísmico (ver figura 4.1-5) ambas alternativas reciben la misma calificación (SOTE = 2, VN=2).

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE FÍSICO

El análisis final de la sensibilidad y riesgo del componente físico para las alternativas principales se resume en la Tabla 4.1-21. En esta tabla se resumen los resultados de las evaluaciones de las alternativas y los componentes ambientales físicos. El sistema de calificación es similar al utilizado en la evaluación individual de los componentes ambientales, en el análisis de sensibilidad y riesgo donde: 1=Bajo, 2=Medio y 3=Alto. El mapa de la figura 4.1-6 presenta la sensibilidad ambiental del componente físico

Tabla 4.1-21 Resumen Evaluación del Componente Físico las Alternativas Variante Norte y del SOTE		
Componentes	SOTE	Variante Norte
Hidrogeología	1	2
Geomorfología	3	2
Suelos – Geotécnico	2	3
Hidrología	3	2
Volcánico	2	3
Sísmico	2	2
TOTAL	13	14

De acuerdo a la puntuación desde el aspecto físico ambas rutas presentan el mismo nivel de sensibilidad, aunque el análisis favorece ligeramente la ruta del SOTE (Equivalente). En base a los parámetros físicos evaluados no existe una clara diferencia entre ambas rutas por lo que se les considera con riesgos y limitaciones similares.

4.1.3.4 Sensibilidad del Componente Biótico

La Tabla 4.1-22, presenta el análisis para estas variantes, se utiliza el mismo criterio aplicado para las macro rutas.

Tabla 4.1-22		
Evaluación del Componente Biótico de las Alternativas Variante Norte y del SOTE		
Area Protegida	SOTE	Variante Norte
Reserva Maquipucuna	0	1
Bosque Protector del Río Guayllabamba	0	2 (7.41 Km.)
Bosque Protector de la Cuenca Alta del Río Guayllabamba	0	0
IBA de Mindo: Bosque Protector Mindo – Nambillo	0	0
Reserva Pahuma	0	0
Bosque Protector Guajalito (Chiriboga)	1	0
TOTAL	1	3

Del análisis realizado se obtiene que la Variante Norte es la mas sensible por la presencia de varias Reservas y Bosques Protectores privados de la zona. La figura 4.1-7, expone el mapa de sensibilidad ambiental del componente biótico.

En la tabla 4.1-23 se presenta en forma resumida los resultados de la cuantificación realizada con el Sistema de Información Geográfica en lo referente a la afectación potencial delas dos variantes sobre la cobertura vegetal existente.

Tabla 4.1-23		
Cuantificación de la Cobertura Vegetal de las Alternativas Variante Norte y del SOTE Equivalente		
Zona de vida	Variante Norte Km.	SOTE Equivalente * Km.
Bosque Húmedo Tropical	16.94	0
Bosque Húmedo Montano	10.94	0
Aluvial Nublado	0	47.85
Otras zonas de bosques(muy húmedo montano bajo, muy húmedo premontano y seco montano bajo)	77.94	0
Estepa Espinosa Montano Bajo	0.78	0
Vegetación de bosque pluvial – sub-alpina	0.28	0.89
Vegetación (mesetas, valles y páramos)	0.30	27.75
Zonas Agrícolas (1, 2, 4 y 5)	76.37	100.85

4.1.3.5 Sensibilidad Arqueológica de la Ruta Paralela al SOTE y la Variante Norte

En base a la información recopilada en las evaluaciones arqueológicas de las Alternativas del OCP y presentadas en la sección de línea de base ambiental, se definen las áreas en la ruta Paralela al SOTE entre los kilómetros 200 – 360 y la Variante Norte en el tramo Pifo – La Unión. El grado de sensibilidad de estos recursos para cada una de las rutas comparadas se clasificó como alto, medio y bajo, considerando la posibilidad de alteración o daños potenciales a los recursos culturales y arqueológicos ocasionados por las actividades propuestas.

En la Tabla 4.1-24 se resume el análisis sobre los recursos culturales indicando los segmentos con mayor vulnerabilidad en cuanto a estos recursos.

Tabla 4.1-24		
Sensibilidad de los Recursos Culturales en las rutas Paralela al SOTE y la Variante Norte		
Segmentos	R. paralela al SOTE	R. de la Variante Norte
Valle de los Chillos – Sangolquí	Baja	---
Sangolquí – Quito Sur	Baja	---
Quito Sur – Santo Domingo	Baja	---
Santo Domingo – La Unión	Moderada	---
Pifo – Calderón	---	Baja
Calderón – Calacalí	---	Baja
Calacalí – Mindo	---	Baja
Mindo – San Miguel	---	Moderada
San Miguel – Puerto Quito	---	Moderada
Puerto Quito – La Unión	---	Alta

RECURSOS ARQUEOLÓGICOS DE LA RUTA DEL SOTE

Para el análisis de la sensibilidad arqueológica de la ruta del SOTE se ha interpretado la información preliminar recopilada y documentada de todos los registros de piezas culturales de acuerdo a la zona a lo largo de la ruta del OCP y listados en el informe presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador (ENTRIX - Walsh, 1999).

En la ruta del SOTE se identificaron principalmente recursos culturales tipo Cerámico, Monumental y Petroglífico pertenecientes a las culturas Pastaza, Cosanga y Jama. Las zonas consideradas con mayor potencial de recursos culturales comprendieron las zonas de Sevilla, Cascales y Lumbaqui y la zona que va desde el Río Sardinas Grandes en el kilómetro 136 hasta Borja en el kilómetro 149 y las inmediaciones de la población de Baeza por lo que se han categorizado como de alta sensibilidad.

En el callejón interandina de San Rafael - Quito entre los kilómetros 260 al 330 la continua expansión de la actividad urbana ha deteriorado los recursos culturales y por lo tanto no se considera como una zona de sensibilidad arqueológica. La zona entre Santo Domingo y Quinindé se consideró de alta sensibilidad debido a la presencia de montículos artificiales o Tolas que indican la presencia de asentamientos prehispánicos.

RECURSOS ARQUEOLÓGICOS DE LA RUTA DE LA VARIANTE NORTE

Para el análisis de la sensibilidad arqueológica de la ruta de la Variante Norte se ha interpretado la información preliminar recopilada y todos los registros de piezas culturales de acuerdo a la zona a lo largo de la ruta de la Variante Norte en el informe presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador (ENTRIX - Walsh, 1999a).

En la ruta de la Variante Norte se identificaron principalmente recursos culturales tipo Cerámico, Monumental y Petroglífico pertenecientes a varios periodos culturales predominantemente de la Cultura Inca y al Período Formativo. Aunque en su mayoría los fragmentos no permitieron una caracterización definitiva debido a la ausencia de elementos reconocibles a cultura particulares. La zona considerada con mayor potencial de recursos culturales comprenden el inicio de la Región Costera al descender de las estribaciones Occidentales. Esta zona ha sido poco estudiada y el material cultural recopilado indica una tradición de alfarera de una alta tecnología.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ARQUEOLÓGICO

El análisis efectuado mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), determinó que en la ruta Norte cruza cercanamente por 6 sitios de interés arqueológico (4 sitios cerámicos y 2 monumentales), mientras que la ruta SOTE equivalente, lo hace por 23 sitios (10 cerámicos y 13 monumentales) con potencial cultural.

En conclusión la ruta de mayor sensibilidad cultural es la del SOTE equivalente (Ver figura 4.1-8). La ruta preferida es por ende la de la Variante Norte debido a la baja sensibilidad arqueológica.

4.1.3.6 Análisis de Sensibilidad del Componente Socioeconómico

En la variante norte las actividades constructivas interferirán en algunas actividades comerciales y de servicios ubicadas en la ruta del oleoducto. Existe además la posibilidad de afectar las actividades turísticas del Corredor de la vía Calacalí, Nanegalito, Tandayapa y Bellavista donde existen instalaciones turísticas para atraer el turismo nacional e internacional que involucran algunas reservas e infraestructura turística como las de Maquipucuna, Pahuma, Tandayapa, Bellavista, El Pescador, Tandayapa Bird Lodge, entre otros. Además existe cierta sensibilidad del turismo internacional y científico, frente a este tipo de proyectos. Además, podrá existir incidencia sobre los cultivos agroindustriales entre Puerto Quito y la Unión.

La apertura del derecho de vía podría generar franjas de colonización espontánea y explotación maderera en las reservas, Mindo, Maquipucuna, Pahuma y Bellavista.

Estos aspectos hacen que esta variante tenga una sensibilidad media sin embargo menor que la que tiene la ruta del SOTE al pasar por Quito. La figura 4.1-9, presenta el mapa de Sensibilidad Socioeconómica. Los datos extraídos del Sistema de Información Geográfica, indican que en lo referente al paso por sitios cercanos a centros poblados, la variante norte lo hace en 7 veces y la variante SOTE equivalente en 9.

4.1.3.7 Variante Quito Sur

Otro segmento sensible para el cruce del OCP, constituye el paso por la ciudad de Quito en la zona sur, por lo que en la Ruta del SOTE equivalente, se ha definido una variante que solucione el potencial impacto socioeconómico y de dificultad constructiva en una zona con densidad poblacional alta. Esta alternativa tiene un desarrollo aproximado de 45 Km. y se inicia en el sector de Inga Alto (Al Este del valle de los Chillos), luego se dirige hacia el sur de la población de Pintag, posteriormente se orienta hacia el Oeste con dirección al sector de Amaguaña en donde le cruza al río San Pedro y continúa con dirección Noroeste hasta llegar al sector de Cutuglahua, sitio en el que atraviesa la Panamericana Sur y finalmente dirigirse hacia San Juan de Chillogallo, en donde se vuelve a introducir en el derecho de vía del SOTE. Esta variante atraviesa extensas zonas pobladas que disponen de infraestructura que podría verse afectada en el proceso constructivo. Adicionalmente cruza por una red vial densa que afectaría al tráfico en la vía Panamericana y las actividades económicas de la zona. Adicionalmente cruza por áreas destinadas a actividades agropecuarias del sur de Quito, en donde se localizan suelos muy fértiles y se desarrollan actividades agropecuarias importantes. La ruta atravesaría la estación de investigación científica Santa Catalina administrada por INIAP, dedicada a investigaciones agroindustriales en suelos de alta fertilidad. En el anexo L se exponen algunas fotografías de los sectores por donde cruza esta variante.

4.1.3.8 Variante Los Yumbos

Investigaciones detalladas en sitio del trazado final identificaron la dificultad de construcción para una nueva tubería de gran diámetro en el área al sur y sureste de la ciudad de Quito, específicamente en las áreas urbanas al sur de Quito y en la sección de San Juan de Chiriboga del SOTE.

Ante la dificultad de instalar un nuevo ducto en el tramo San Juan – Chiriboga de la ruta SOTE – variante Quito Sur, se buscó una alternativa que seguiría las líneas de cumbre en áreas ecológicamente sensibles como lo es la cordillera de los Yumbos (Ver fotografías del Anexo L). Esta variante potencial cruzaría entre 20 y 30 kilómetros de Bosque Primario Húmedo Tropical (Birdlife – CECIA, IBA Mindo, 1996), adicionales a los de las Areas de Bosques Protegidos, con lo que se incrementaría la sensibilidad del componente Biótico y total de la Variante del SOTE.

La alternativa parte desde la población de San Juan y se dirige con sentido Noroeste hacia la cordillera. Para la construcción de esta sub-variante se requerirá de un nueva vía de acceso, que se prolongaría desde la población de La Victoria, con una extensión aproximada de 12 a 20 Km.

Técnicamente, el área de construcción más difícil de esta ruta es la sección paralela al SOTE desde San Juan hasta La Palma. Esta sección del SOTE está ubicada a lo largo de una cresta angosta con muy poco espacio para instalar una nueva tubería de gran diámetro con suficiente seguridad. Hubo poco éxito en la búsqueda de una variante técnicamente factible en torno a la cresta desde San Juan hasta Las Palmas. El SOTE ocupa la cresta y el Poliducto Esmeraldas - Quito ocupa la carretera.

Un estimado económico de costo entregado a OCP por Techint concluyó que la diferencia en costo para construir la ruta Norte o la ruta al Sur de Quito es prácticamente insignificante. Por tanto la selección de la ruta al Norte de Quito no es una decisión con base económica.

Al Considerar la alineación del SOTE la tubería, en ésta área, ha sido instalada sobre una cresta afilada y a través de valles angostos, lo que hace que la instalación de una nueva tubería en esta sección sea muy difícil. La tubería (16") del Poliducto Esmeraldas - Quito, construida en 1979, no siguió la existente alineación del SOTE debido a la dificultad de instalar una tubería adicional en esta región (OCP - Ingeniería, Consideraciones Técnicas y Constructivas para la Ruta Sur y sus potenciales Variantes, Abril, 2001. (Ver Anexos)

La instalación de una nueva tubería de gran diámetro en esta cresta sería muy difícil y comprometería la integridad a largo plazo tanto de la nueva tubería como la existente tubería del SOTE. Durante la evaluación de esta ruta, OCP investigó varios métodos de construcción y trazados en esta región incluyendo la instalación de la tubería en el mismo derecho de vía del SOTE, sobre una plataforma de trabajo paralelo al derecho de vía del SOTE y paralelo al Poliducto.

Se analizó la posibilidad de instalar el OCP directamente adyacente al SOTE, concluyendo que sería extremadamente difícil y la construcción requerirá el uso de equipos mayores trabajando sobre una plataforma angosta en laderas abruptas adyacentes a una tubería en operación sobre el suelo. La construcción de una nueva tubería en estas circunstancias presenta serios riesgos tanto ambientales como de seguridad. El riesgo de que equipos de la tubería dañen la existente tubería sobre el suelo a lo largo de esta sección es alto e inaceptable considerando las consecuencias. Este análisis es válido para la tubería enterrada o instalada sobre el suelo.

Otra alternativa de construcción analizada, consideró la instalación del OCP paralelo al SOTE sobre una nueva plataforma de trabajo y sobre la misma cresta, obteniéndose como resultado el requerimiento de un considerable trabajo de nivelación a lo largo del flanco de una cresta abrupta, se advierte que para obtener una nueva plataforma de trabajo se requeriría completar un corte lateral en la cresta existente, lo que demandaría un considerable trabajo de nivelación que podría potencialmente desestabilizar el existente derecho de vía del SOTE.

Así mismo se estudió la posibilidad de alinear con el Poliducto Esmeraldas - Quito. Entre San Juan y la Estación Reductora de Presión de La Palma, el SOTE y la línea de 16" del Poliducto bifurcan. La tubería del SOTE sigue una cresta afilada y el Poliducto sigue una carretera existente. El Poliducto se construyó sobre esta carretera en una extensión de 6 kilómetros. La instalación de una nueva tubería de gran diámetro paralela al Poliducto en esta

sección sería no práctico si no imposible, requiriendo trabajos de construcción civil mayores para crear un derecho de vía suficientemente grande para acomodar la nueva tubería.

En el Cañón del Río Saloya donde el Poliducto y el SOTE vuelven a unir sus alienaciones adyacentes al Río Saloya, las tuberías son instaladas entre una carretera y el Río Saloya en un cañón angosto. El instalar una tercera tubería a lo largo de éste mismo trazado requeriría instalar la tubería sobre la carretera o en una nueva estructura -H sobre las existentes tuberías del SOTE y del Poliducto. Instalar una nueva tubería de gran diámetro a lo largo de éste trazado y de cualquiera de las dos maneras sería un trabajo lento y de alto riesgo, considerando la cercana proximidad de las dos existentes tuberías en operación.

4.1.4 Variante Norte de Quito - Evaluación de las Sub-Variantes Nono y Río Blanco

Debido a que la Variante Norte de Quito presenta algunas secciones donde los parámetros físicos principalmente ponen en alto riesgo la seguridad del Oleoducto, se consideró realizar un análisis más detallados de dos sub-variantes o micro rutas de la Variante principal las cuales se han denominado sub-variantes Nono y Río Blanco.

En esta sección se presenta una evaluación detallada de las rutas subalternas, en contraste a la Variante Norte de Quito que fuera descrita en la Sección 4.1.3. Una evaluación de las características ambientales (i.e. componente físico), bióticas, arqueológicas, socioeconómicas, aspectos técnicos y económicos se presentan más adelante.

SUB-VARIANTES NONO Y RÍO BLANCO

Las Sub-Variantes Nono y Río Blanco están aproximadamente a unos 40 Km. de desviación de la ruta principal previamente descrita para la variante Norte de Quito. La variante Norte de Quito empieza en el Sector de Pifo desde donde continúa hacia el oeste alcanzando la vertiente occidental de la Cordillera Oriental. En Pomasqui, la ruta continúa a través del Sector Bella Vista, en donde comienza la sub-alternativa de Nono, la cual sigue el carretero a Nono al sur de Calacalí. Desde Calacalí la ruta continúa al sur uniéndose a la ruta principal de la Variante Norte de Quito, al sur de Nanegalito.

La ruta continúa el trazado original de la Variante Norte de Quito con rumbo Oeste hasta llegar a Mindo en el kilómetro 90 de la Variante Norte de Quito donde continúa el rumbo original y comienza a descender la Cordillera Occidental hacia la zona de la Costa, siempre con rumbo Oeste. A fin de evitar áreas de cultivos permanentes (palma africana), a la altura de Puerto Quito la sub-alternativa Río Blanco toma un rumbo Noroeste, para cruzar el Río Blanco en el sector de la Gabarra y luego dirigirse hacia Pueblo Nuevo en donde se une a la ruta original.

4.1.4.1 Selección de la Sub-alternativa Nono

Previo a la selección de la sub-variante Nono en el sector Calacalí – Nono – Mindo – Pueblo Nuevo, se estudiaron tres (3) alternativas diferentes de rutas, las cuales se describen brevemente a continuación:

- **Alternativa 1:** inicia en el sector de Guarumos, sigue por la divisoria de aguas formada por los cerros Guarumos, Castillo, Campanario y La Bola, luego mantiene cierto paralelismo al carretero San José (sector Hacienda San Luis) – Santa Rosa y termina cruzando la vía principal Calacalí – La Independencia antes de la población de Pueblo Nuevo.
- **Alternativa 2:** inicia en el sector de Guarumos, se conserva paralela al carretero Nono – Guarumos – Tandayapa hasta poco antes de entrar a Tandayapa, luego de ello mantiene cierto paralelismo al carretero Tandayapa – Bellavista – San José (sector Hacienda San Luis) y en su tramo final desde San José es idéntica a la *Alternativa 1* descrita anteriormente.
- **Alternativa 3:** desde el sector de la población de Calacalí, la ruta seguiría aproximadamente paralela a la vía principal Calacalí – La Independencia con la intención de en ciertos tramos tratar de instalar la tubería en uno de los costados de la carretera, luego se dirige a Tandayapa y desde esa población la ruta es idéntica a la descrita anteriormente para la *Alternativa 2*.

Estas tres alternativas de ruta en este sector fueron analizadas por técnicos de OCP, Techint y ENTRIX considerando los aspectos de seguridad del oleoducto, estabilidad geológica – geotécnica de los terrenos atravesados, impacto ambiental sobre las zonas atravesadas, impacto socio – económico sobre las poblaciones cruzadas por el ducto y cercanas, plazo de construcción de la obra y constructibilidad del oleoducto.

En base a observaciones hechas en campo y a criterios establecidos con posterioridad a los recorridos de las tres rutas, se sometió a un proceso de evaluación y selección final a las tres alternativas mencionadas, comparándose para cada una de ellas todos los puntos de vista indicados; concluyéndose que de las tres alternativas propuestas la de mejor viabilidad es la nombrada como *Alternativa 1*, por presentar menores desventajas que las otras dos rutas analizadas.

Las tres alternativas, con sus ventajas y desventajas particulares, han sido descritas a continuación, de manera que queden claramente establecidas las razones por las cuales se descartaron las *Alternativas 2 y 3* de ruta para el Oleoducto de Crudos Pesados en el sector Calacalí – Nono – Mindo – Pueblo Nuevo.

Alternativa 1

El trazado de esta alternativa, la cual se ha definido separándola convenientemente de la vía principal Calacalí – La Independencia, desviándose de la población de Calacalí entre 5 y 10 Km. hacia el Sur, de manera que atravesase por el sector de Guarumos, presenta un alto grado de estabilidad, puesto que los terrenos atravesados son estables en su totalidad. Debido a las características geológicas y a las condiciones geotécnicas de esta ruta, ha sido posible desde el proceso de selección de ruta eludir sectores que mostraban indicios de inestabilidad.

Esta alternativa de ruta permite en buena medida asegurar la permanencia y seguridad de la obra y su funcionamiento adecuado, puesto que la disminución del riesgo de que ocurran eventos desfavorables o nocivos al terreno que atraviesa el ducto, es consecuencia directa de haber elegido para instalar la tubería terrenos ondulados y cuchillas o cumbres (divisorias de agua).

Fenómenos naturales, de tipo erosivo (cárcavas), gravitatorio (deslizamientos, escarpas de falla, asentamientos) o fluvial (socavación, inundación), no se evidencian en sectores atravesados y cercanos a esta ruta del oleoducto, puesto que es posible sortear estos riesgos eludiendo los sectores conflictivos o eligiendo las cuchillas y cumbres más estables para descender o ascender de la divisoria de aguas, así como las laderas de menor pendiente posible.

El riesgo de tipo vulcanológico se ha reducido al encontrar una ruta para el oleoducto que corre por partes altas (divisorias de agua), alejándose de los cauces y cajas de río tales como el Pichán y el Alambi, los cuales se convertirían en potenciales cauces para flujo de lahares (aluviones) producidos por erosión y arrastre de material piroclástico depositado en las cuencas, en el evento de una erupción del volcán Guagua Pichincha. Por esta misma razón, los cruces de estos ríos se ha previsto hacerlos enterrados, dejando el ducto con suficiente tapada para asegurarse estar por debajo de la línea de socavación ocasionada por un evento de este tipo.

En cuanto al riesgo sísmico, el hecho de tener la posibilidad de enterrar la tubería lo disminuye notablemente, por cuanto la disipación de energía es más efectiva dado que la tubería se encontraría apoyada infinitamente sobre toda su longitud y no apoyada sobre puntos finitos que estarían determinados por marcos H o bases de hormigón, lo cual incrementa significativamente los esfuerzos inducidos a la tubería en caso de sismo. Adicionalmente, el enterrar la tubería evita la necesidad de construir importantes bloques de anclaje, de espaciamiento corto, para asegurar la estabilidad del ducto en pendientes fuertes.

Desde el punto de vista ambiental, si bien el oleoducto atraviesa en 3.5 Km una zona de alta sensibilidad como lo es el Bosque Protector “Mindó – Nambillo”, la ruta corre paralela al límite de este bosque protector y justamente por la cumbre de los cerros que lo delimitan (divisoria de aguas), con lo cual el movimiento de suelos se reduce, consiguiéndose así facilitar la recomposición y protección geotécnica.

Si bien, constructivamente esta alternativa de ruta no es fácil de llevarse a cabo por causa de algunas fuertes pendientes a vencerse durante la instalación de la tubería, de ciertos tramos estrechos del lomo que sigue la ruta y de tener que trabajar dentro de un área de alta sensibilidad ambiental que exigirá muy severas medidas de protección y mitigación ambiental; la seguridad que brinda esta alternativa de ruta para la permanencia y adecuado funcionamiento del oleoducto la vuelven más viable que las otras dos alternativas de ruta estudiadas.

Alternativa 2

Esta alternativa de ruta para el Oleoducto de Crudos Pesados se estudió en su primer tramo: Guarumos – Tandayapa, tomando en cuenta dos criterios distintos en cuanto a la posición de la tubería con respecto al carretero Nono – Guarumos – Tandayapa :

- **a.-** instalación de la tubería entre el carretero y el río Alambi
- **b.-** instalación de la tubería en el costado del carretero, ampliándolo para colocar el ducto al pie del talud de corte

Para la hipótesis **a.-** se concluyó lo siguiente (lo cual llevó a descartar esta posibilidad):

No es posible disponer del espacio suficiente para instalar la tubería sobre el costado exterior del carretero, ni inmediatamente al lado del camino ni sobre la margen del río Alambi.

Las pendientes transversales existentes entre el camino y la orilla del río son muy fuertes y evidentemente están conformadas en muchos tramos por el material suelto depositado allí por bote lateral de los materiales excavados durante la construcción de ese camino; esto impide pensar en colocar la tubería abriendo la pista a media ladera entre el camino y el río o dejarla expuesta sobre marcos H, puesto que la falta de estabilidad pondría en alto riesgo la seguridad del ducto. Actualmente se observan algunos tramos cortos del camino, en los cuales la mesa de la carretera está cediendo y reduciendo su ancho, producto del deslizamiento del material de este talud hacia el río.

Sin embargo, la razón fundamental para descartar esta posibilidad es el riesgo vulcanológico que conlleva dejar el ducto cerca del río Alambi.

El cajón del río Alambi está considerado en el estudio de Riesgos Sísmico y Vulcanológico realizado por la consultora Caminosca (junio del 2000) como un potencial cauce de lahares provocados por erosión y arrastre de materiales piroclásticos sueltos después de un proceso eruptivo del volcán Guagua Pichincha.

Dicho estudio señala como alta la peligrosidad de un evento de esta naturaleza, lo cual implica una alta vulnerabilidad del oleoducto si se lo instala permaneciendo cerca del cauce en un tramo de longitud considerable. Por lo cual, el estudio recomienda que el trazado se aleje del cauce del río Alambi y en caso de cruzarlo, el cruce debe ser preferiblemente subfluvial, o en caso de ser aéreo, éste debe estar a más de 30 m sobre el nivel normal de agua del río.

En relación a la hipótesis **b.-** formulada para la instalación de la tubería ampliando el carretero Guarumos – Tandayapa, de manera de procurarse el ancho necesario para montar la tubería contra el nuevo talud de corte resultante de la ampliación, se concluyó lo siguiente:

El movimiento de suelos que implica esta posibilidad de instalación de la tubería es sumamente considerable puesto que el corte para conformar la pista, en promedio, es del orden de los 7 m en ancho, lo cual sumado al ancho del camino otorgaría suficiente espacio para contar con una plataforma de instalación de la tubería apropiada. En altura, el promedio de corte es de 15 m.

Esto conduce a que el promedio de material resultante del corte se estime en 50 m³ por m lineal de avance, lo cual sin duda representa un volumen importante de material a disponerse de alguna forma, una vez que la plataforma de instalación quede conformada.

A priori, todo el material resultante del corte deberá empujarse y botarse al costado del carretero de tal forma que quede regado sobre el talud de la mesa de la vía entre el camino y el río, tal como sucedió con el material de desalojo obtenido durante la apertura de este camino. Sin embargo, debido a las fuertes pendientes transversales de este talud, se espera que gran parte del material desalojado termine en el cauce del río Alambi, ocasionando el impacto hidrológico y ambiental correspondiente a un hecho de esta naturaleza.

La otra alternativa es retirar todo el material resultante del corte y transportarlo a un botadero para allí realizar la disposición final. Durante los recorridos realizados, dada la topografía agreste del sector, no se han identificado áreas cercanas, técnicamente apropiadas para ser utilizadas como botaderos que permitan depositar sin dificultad el material de desalojo en un lugar de pendiente moderada y que no signifique obstruir algún drenaje natural, de manera que no suceda que parte del material depositado en el botadero se vea sujeto a erosión y arrastre o provoque el peligro de un aluvión por estar obstruyendo algún curso de agua, puesto que un aspecto fundamental de los botaderos es la posibilidad de manejar las aguas de escorrentía convenientemente.

El volumen de excavación en roca es significativo, dada la geología del sector; se estima que el 60% del corte será en roca, implicando esto el uso abundante de voladura. Adicionalmente, se detectaron en algunos tramos depósitos coluviales sueltos, formados por bloques pequeños y medianos de roca en matriz limo-arenosa, lo que implicará una excavación masiva para asegurar la estabilidad del talud de corte, pues no se pueden dejar taludes demasiado parados y en caso de ser más altos que 6 m deberán conformarse bermas.

Lo dicho anteriormente conduce a que durante el período de construcción de la pista para la tubería, el camino Guarumos – Tandayapa sea interrumpido totalmente al tráfico de vehículos y personas ajenos al proyecto, por estrictas razones de seguridad y operación.

Aún más, el volumen de excavación se verá aumentado debido a que muchos tramos del camino presentan curvas con bajo radio de curvatura lo que implicará necesariamente ampliar el tramo inmediatamente antes de cada curva, cada curva y el tramo inmediatamente después de cada curva hasta un ancho total de 20 m (sobre-ancho), con el propósito de lograr un radio de curvatura acorde a las características de diámetro y espesor de la tubería para el curvado en frío in situ. Esto se refuerza por la necesidad de utilizar esta vía como acceso de los camiones que transportarán la tubería a ser instalada en el lugar y que por su longitud requieren de curvas más amplias que las actualmente existentes.

Una interferencia constructiva muy importante en este tramo entre Guarumos y Tandayapa, casi en todo el recorrido, constituye la línea de media tensión existente, la cual utiliza el camino como base o alineación de su postería, sucediendo que los 3 conductores y el hilo de guarda de esta línea cuelgan literalmente sobre el camino. Esto implica serios riesgos de seguridad, no solamente para los equipos con pluma que trabajarán en el sector sino para todo

el equipo caminero puesto que por tratarse de equipos de gran tamaño se pierde la distancia de seguridad a los conductores de la línea. Debido al inminente peligro que la presencia de esta línea conlleva, esta línea de transmisión deberá des-energizarse absolutamente durante la construcción de la pista y el montaje de la tubería.

Por otro lado la cercanía de la línea de transmisión, esto es su postería y conductores, con el talud existente del camino pone en riesgo su integridad, sobretodo porque se deberán emplear explosivos para la excavación.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad del trazado del oleoducto, de seguirse esta ruta, se interceptan importantes quebradas como la Qda. Guarumos, la Qda. Los Cedros o la Qda. San Carlos, las cuales constituyen drenajes importantes que conducen en épocas de lluvia grandes caudales, por lo que son susceptibles de causar el acarreo de material conocido como “reventón de quebrada”, para lo cual se deberán tomar medidas de protección.

Cabe anotar que si bien este sector está muy intervenido por los habitantes del lugar, el mismo conserva el estatus de área sensible al ser parte del Bosque Protector Cuenca Alta del Río Guayllabamba, por lo que acciones constructivas como bote lateral hacia el río del material a desalojarse y/o intervención desmedida en el patrón de drenaje natural del sector generarán conflicto con organizaciones ambientalistas.

La ventaja apreciable que tiene esta ruta es que se cuenta con un acceso existente que facilitará la construcción desde el punto de vista logístico; pero dado el enorme movimiento de suelo que implica y el alargamiento de la longitud del ducto, no se puede considerar como mínimo o leve el impacto ambiental y socioeconómico que ocasionará en el sector.

El segundo tramo de esta alternativa de ruta es el tramo comprendido entre Tandayapa y San José (sector Hacienda San Luis), para el cual se hicieron las siguientes consideraciones:

El trazado en este tramo debe abandonar el paralelismo al camino antes de entrar a la población de Tandayapa y hacer algo de media ladera, con el fin de sortear la zona poblada, luego de lo cual avanza unos 700 mts por la margen derecha del río Tandayapa. Allí la ruta cruza el río Tandayapa y trepa por la cuchilla de una loma intervenida, paralelo a la postería de una línea de media tensión existente. Luego de esto el trazado toma dirección paralela a la del camino que trepa zigzagueando desde Tandayapa hacia San José (sector Hacienda San Luis), y es probable que el trazado cruce el camino en más de una oportunidad.

La línea de media tensión existente es una seria interferencia constructiva con la pista del oleoducto, en vista que la única cuchilla intervenida por la cual es factible trepar con el ducto está ya ocupada por esta línea eléctrica y el resto de cuchillas y lomas mantienen como vegetación el bosque nativo protegido.

Por otro lado, se estima que esta ruta causará un impacto socio – económico en el lugar, mayor al que se puede prever puesto que hemos observado que precisamente en este sector existe un desarrollo eco-turístico importante; como por ejemplo la Bellavista Lodge y la Tandayapa Bird Lodge. Es de esperarse que estos empresarios, unidos a los pisci-cultores de truchas para comercio o pesca deportiva (p.e. El Paraíso del Pescador) que podrían verse

afectados por el arrastre de sedimentos hacia el río Tandayapa, se opongan de lleno al paso del oleoducto por ese sector, en vista que ya tienen montada una importante infraestructura, en actividad desde algunos años atrás.

Este aspecto se agrava con la presencia de la estación científica Bellavista, que por razones similares a las anteriores, provocará oposición entre los científicos que allí laboran y las organizaciones de las que estos últimos dependen, puesto que el trazado propone pasar cerca de la estación.

Nuevamente hay que tener en cuenta que si bien este sector está bastante intervenido por los habitantes del lugar, conserva el estatus de área sensible al ser parte del Bosque Protector Cuenca Alta del Río Guayllabamba y es muy proclive a presentar oposición por parte de los habitantes del lugar debido a las actividades económicas y científicas que están allí emplazadas.

Alternativa 3

Esta alternativa consiste básicamente en que la ruta del oleoducto corra paralela a la vía principal Calacalí – La Independencia desde el sector de Calacalí, pasando cerca de los sectores conocidos como Ambuasí y Hacienda La Victoria, para luego bajar al cajón del río Pichán e instalarse la tubería en el costado de la carretera Calacalí – La Independencia (entre la loma Tolas y la loma Zuroloma); y finalmente dirigirse a Tandayapa y seguir la ruta descrita como *Alternativa 2*.

Desde el punto de vista geológico – geotécnico, esta ruta presenta una evidente desventaja que la vuelve inviable en un tramo de 10 Km. de longitud aproximadamente (entre la loma Tola y la loma Zuroloma) por las complicaciones constructivas que indudablemente acarrearían los problemas de inestabilidad de laderas existentes a lo largo de la vía Calacalí – La Independencia en el tramo Calacalí – Nanegalito.

En este tramo de la vía, ocurren frecuentemente derrumbes que interrumpen el tránsito normal debido a la inestabilidad de los taludes de la carretera. Es común que luego de alguna precipitación de mediana intensidad y de cierta duración, se produzcan deslizamientos debido a la configuración geológica de estas laderas.

Si bien se observan macizos rocosos en gran parte de los taludes de corte de la vía por lo cual estos taludes permanecen estables aún con ángulos de inclinación importantes, el problema radica en que en muchos tramos los suelos de cobertura sobre el manto de roca no admiten taludes tan parados y el escurrimiento del agua de infiltración sobre el contacto suelo – roca facilita su movimiento en masa. Los últimos 10 a 15 metros de la altura total del talud de corte de la vía, tienden a deslizarse por ser suelos sueltos de cobertura.

En otros tramos, cuando no aparece el manto rocoso en los taludes de corte de la vía, a pesar de ser taludes más tendidos, la alta pluviosidad característica de la zona, mezclada con la altura importante de estos taludes, ocasiona serios problemas de inestabilidad.

Por otro lado, los taludes de relleno de esta vía, es decir los taludes que desde el camino bajan hacia el río Pichán en el fondo del encañonado, presentan fortísimas pendientes transversales conformadas en su gran mayoría por material de bote lateral producto de la construcción de la vía. Este material es suelto y por tanto susceptible de deslizarse fácilmente a pesar de que con el tiempo algo de vegetación ha vuelto a recubrir los taludes.

En este tramo de aproximadamente 10 Km. de largo se analizó la instalación de la tubería en tres formas distintas:

- **a.-** instalar la tubería en el costado del talud de corte de la vía, para lo cual sería necesario ampliar en promedio 6 m la obra básica de la vía. Esto implica el tener que hacer cortes de altura importante por lo que el volumen de movimiento de suelos es enorme. Adicionalmente, el hacer cortes de esa envergadura acarreará un más grave problema de inestabilidad de taludes para la vía y para el ducto. Nótese además que esto interrumpiría permanentemente el tráfico de terceros durante la construcción del ducto.
- **b.-** instalar la tubería cortando a media ladera sobre la vía principal para conformar la plataforma de instalación (pista), lo cual implicaría también mayores problemas de inestabilidad de taludes de los que actualmente se registran e involucraría simultáneamente a carretera y ducto.
- **c.-** instalar la tubería conformando la pista sobre el talud de relleno de la vía, es decir entre la carretera y el río Pichán. Siendo las pendientes transversales fuertes y el material suelto, debido a que se trata de material de bote lateral, la seguridad del ducto y también de la vía no se podría garantizar.

Las opciones **b.-** y **c.-** mencionadas implican también el tener que cerrar la vía al tráfico de terceros durante la totalidad del período de construcción de la pista, instalación de la tubería y recomposición del derecho de vía, por estrictas razones de seguridad y operación..

En consecuencia, cualquiera de las tres opciones descritas tienen el inconveniente de comprometer severamente la estabilidad de la carretera, del ducto o de ambos simultáneamente, lo cual resulta inaceptable desde el punto de vista de la seguridad del Oleoducto de Crudos Pesados.

En cuanto al segundo tramo de esta alternativa de ruta, es decir desde la loma Zuroloma hasta Tandayapa y de ahí hasta San José, se estima que, dadas similares características en cuanto a entorno y propietarios que la *Alternativa 2*, las desventajas que acarrea consigo esta *Alternativa 3* son idénticas. Nótese que para llegar desde loma Zuroloma hasta Tandayapa se cruza en buena parte el bosque protegido Cuenca Alta del Río Guayllabamba.

4.1.4.2 Conclusiones relacionadas con la Variante Norte de Quito vs. las Sub-alternativas Nono y Río Blanco

En base al análisis general realizado, es notable que las Sub-alternativas Nono y Río Blanco ofrecen una mayor ventaja sobre la Variante Norte de Quito a lo largo de un segmento comparable, especialmente cuando la seguridad futura del OCP es tomado en consideración.

La Tabla 4.1-25 resume el análisis ambiental realizado durante la selección de estas sub-variantes.

Tabla 4.1-25				
Análisis Ambiental – Resumen – Variante Norte y Sub-Variantes Nono y Río Blanco				
Componente	Comentarios	Calificación General		
		Variante Norte	Sub-Variante Río Blanco	Sub-Variante Nono
Físico	Áreas inestables, riesgo volcánico y sísmico	3	NA	3
Biótico	Reservas y Bosques Protectores	2	NA	3
Arqueológico	Veredas antiguas (Culuncos)	1	NA	2
Socioeconómico	Actividades Económicas	3	NA	3
Técnico	Seguridad del oleoducto	3	NA	1
Económica		3	NA	1
Total		15	NA	13

Desde la perspectiva biótica, la sensibilidad de la Variante Nono es algo mayor que la de la ruta original si el OCP escogiera seguir la ruta Calacalí - La Independencia. No obstante, según fuera explicado, esta no es una alternativa viable considerando las condiciones topográficas y geotécnicas. Es importante observar que otras variantes hubieran sido necesarias para que esta variante Norte de Quito fuera viable, lo cual requeriría cruzar la Reserva Maquipucuna, un área sumamente sensible.

Los aspectos a tomar en consideración para la Sub-variante Nono son:

1. Riesgo Volcánico y Sísmico
2. Zonas de riesgo a procesos geomorfodinámicos
3. Cruce del Bosque Protector Mindo – Nambillo y el impacto sobre los recursos faunísticos.

4. Impacto temporal sobre las actividades económicas de la región (ecoturismo e investigación científica).

4.1.4.3 Sensibilidad de las Características Ambientales (i.e. Físicas) de las Sub-variantes Nono y Río Blanco

Las sub-variantes han sido evaluadas de acuerdo a la sensibilidad del componente físico. A continuación se presenta una discusión general de las sub-variantes y los aspectos ambientales considerados en la evaluación.

HIDROGEOLOGÍA

La Tabla 4.1-14 presenta todas las formaciones hidrogeológicas y los acuíferos que cruzan la Variante Norte. En el análisis se consideran los mismos criterios para la evaluación de las rutas anteriores (permeabilidad, porosidad, niveles piezométricos o nivel freático y el tipo de roca de cada formación).

Las unidades o formaciones hidrogeológicas que las dos sub-variantes cruzan tienen sensibilidad media o baja debido a que comparten el sistema hidrogeológico de los ríos y quebradas del sector incluyendo los Ríos Quinquilpe, Pichán y la Quebrada Tarro de Unto. El nivel piezométrico de la zona se encuentra entre los 2 a 5 metros. La sub-variantes del Río Blanco se desvía ligeramente al Norte pero continua bajo la influencia de las formaciones aluviales del río principal siendo similar a las formaciones encontradas en la ruta original.

De acuerdo a los datos hidrogeológicos la Variante Norte y las sub-variantes presentan igual sensibilidad con presencia de formaciones de alta permeabilidad concluyéndose que en este parámetro ambas son semejantes.

GEOMORFOLOGÍA

Las unidades geomorfológicas de la Variante Norte han sido descritas en la Tabla 4.1-15. Para el análisis se consideraron las unidades geomorfológicas principales descritas en la sección de línea base (sección 3.1.5.4) y los procesos que pudieran afectar los diferentes terrenos morfo-estructurales que atraviesan las sub-variantes.

Considerando la ligera desviación en el sector de Pomasqui a Calacalí donde la sub-variante Nono se desvía hacia al Sur, no se presentan diferencias en la geomorfología de la Cordillera Occidental donde en ambas, la sub-variante Nono y la Variante Norte se presentan altas pendientes sujetas a procesos deluviales y de gravedad, debido a ello se le considera de alta sensibilidad. En la sub-variante del Río Blanco las unidades geomorfológicas corresponde a la región de la Costa asociada a la llanura aluvial del Río Blanco la cual describe en su totalidad la ruta original y esta sub-variante.

En base al análisis geomorfológico se concluye que no existen diferencias entre las sub-variantes al compararlas con la ruta original, por lo tanto se califican con puntaje similar, es decir con alta sensibilidad debido a las características geomorfológicas de la zona.

SUELOS Y GEOTÉCNIA

El análisis de sensibilidad de suelos y geotécnia (Tabla 4.1-17) se hizo considerando los diferentes paisajes y los grupos de suelos que se encuentran dentro de las regiones geográficas principales que cruzan las sub-variantes y la ruta original las cuales se agrupan de la siguiente manera:

- Suelos de la Costa (SC)
- Suelos de la Cordillera Occidental (SCO)

La ruta original de la Variante Norte cruza el terreno de la Cordillera Occidental y contiene varios segmentos cuya sensibilidad es alta en cuanto a los suelos y el potencial de deslizamiento. El segmento corresponde a un tramo aproximadamente al Sur de la población de Calacalí hasta el río Alambi, (aproximadamente 25 km.) en el sector de la población de Nanegalito, en relieves socavados a muy socavados con pendientes mayores al 50 y 70%. El segundo segmento identificado en esta ruta corresponde a los flancos del Casitagua, cerca del poblado de Pomasqui, localizados en pendientes entre 25-80%. La sub-variante Nono comparte el mismo grado de sensibilidad.

Los suelos de la Costa ocurren en las terrazas aluviales del Río Blanco los cuales presentan bajas pendientes (5%) con buen drenaje y niveles aceptables de materia orgánica. Estos suelos se presentan en la ruta original y en la sub-variante.

De acuerdo a la información presentada los suelos de la Variante Norte corresponden a los suelos encontrados en las sub-variantes por lo que en función de los parámetros de suelo evaluados no existen diferencias entre la alternativa Norte original y las sub-variantes. Por tal razón ambas rutas son jerarquizadas en forma similar, es decir Alta Sensibilidad en los suelos de la Cordillera Occidental (SCO) y Baja o Moderada Sensibilidad en los suelos de la costa (SC).

HIDROLOGÍA

Los parámetros que se consideraron para el análisis de sensibilidad de los diferentes cuerpos hídricos en cuanto a la Alternativa Norte y las sub-variantes propuestas son: sedimentación, caudal, calidad física - química y drenaje. Al igual que en las secciones anteriores los ríos fueron clasificados de acuerdo al caudal medido en el campo de la siguiente manera:

- caudal mayor de $10\text{m}^3/\text{s}$,
- caudal entre 10 y $1\text{ m}^3/\text{s}$, y
- caudal menor de $1\text{m}^3/\text{s}$

La Tabla 4.1-18 presenta los ríos con su correspondiente flujos para la Variante Norte. En el análisis hidrológico no se encontraron ríos o quebradas que no fueran comunes a la ruta de la Variante Norte original. Por ejemplo, los ríos Quinquilpe, Pichán y Alambi cubren el sistema hidrológico de la sub-variante Nono, mientras que el Río Blanco es el cuerpo de agua principal de la sub-variante del Río Blanco. Con excepción del Río Blanco el flujo de los ríos mencionados es menor a $10\text{ m}^3/\text{s}$.

El análisis de la sensibilidad del agua indica que todos los ríos y quebradas con un flujo menor de 1 m³/s tienen una alta sensibilidad ya que estos ríos no pueden adaptarse o recuperarse cuando ocurren cambios en el caudal, drenaje, calidad o sedimentación. Para los ríos cuyo flujo es entre 1 y 10 m³/s generalmente la sensibilidad es moderada. En términos de la comparación entre las sub-variantes y la Alternativa Norte se considera que el nivel de sensibilidad para todos los casos es el mismo.

RIESGO VOLCÁNICO

Las rutas de la Variante Norte y las sub-variantes han sido evaluadas en función del riesgo presentado por los diferentes fenómenos naturales volcánicos que pudieran afectar los tramos de la ruta. Para el análisis de estos riesgos se utilizó evidencia histórica, observaciones directas de campo y ubicación geográfica de los principales volcanes de la zona. Los fenómenos volcánicos considerados son; lahares, flujos de lava, flujos piroclásticos, cenizas y avalanchas.

Un resumen del análisis de riesgo volcánico para la Variante Norte se presenta en la Tabla 4.1-19. En el corredor interandino para la Variante Norte el volcán que presenta mayor riesgo es el Ilaló con potencial de flujos piroclásticos y lahares en el sector de Calderón. Es en este sector que la sub-variante Nono se inicia.

En el área de la cordillera Occidental la zona de alto riesgo se encuentra entre Pomasqui y Calacalí los que se ven amenazados por los piroclásticos y lahares del Pululahua y el Casitagua. Este segmento se encuentra en el corredor entre estos dos volcanes. Además en esta zona y en el área desde Pomasqui hasta Mindo los lahares del Guagua Pichincha presentan un alto riesgo también. Debido a ello el riesgo de la Variante Norte es Alto.

La sub-variante Nono se desvía al Norte evitando la influencia directa de los fenómenos anteriores pero aun cruza el área de influencia, debido a ello el riesgo volcánico potencial es de Moderado a Alto.

En la costa para la sub-variante del Río Blanco, el Guagua Pichincha presenta riesgos en cuanto al potencial de lahares pero debido a la distancia el riesgo es de Moderado o Bajo.

Todas las rutas se ven afectadas por el mismo número de volcanes pero, de acuerdo al análisis, la Variante Norte presenta un riesgo un poco más alto que las sub-variantes ya que toda la zona se encuentra amenazada por el Guagua Pichincha, el Pululahua e Ilaló.

RIESGO SÍSMICO

El análisis del riesgo sísmico se realizó en función de la peligrosidad sísmica de las rutas consideradas. En la Tabla 4.1-20 se presentan las estructuras sismo - tectónicas principales que cruzan la Variante Norte y su área de influencia. Para la evaluación se también se considera las diferentes zonas geográficas que cruzan las sub-variantes.

Debido a que la Variante Norte abarca las regiones de la Sierra y la Costa en general se puede decir que su paso atraviesa muchos de los sistemas de fallamiento activo presentes en el país. De igual modo las sub-variantes van a estar sujetas a dichos fallamientos

principalmente debido a la mínima desviación de la ruta original, menos de 2 km., en ambas sub-variantes.

Al igual que en el análisis de la Variante Norte las fallas asociadas con el sistema de subducción frente a la zona de la Costa representa el riesgo más alto. Los otros sistemas transcurrentes dextrales de la Cordillera Occidental y del Callejón Interandino son comunes para ambas sub-variantes. Las fallas asociadas a estas son el sistema de Otavalo Calderón y la de Nanegalito – Vacas – Galindo - Apuela - Carchi las que afectan a la sub-variante Nono y la de Quinindé - Río Cachabi que afecta la sub-variante del Río Blanco.

En base al análisis de riesgo sísmico las sub-variantes y la Variante Norte reciben la misma calificación. El riesgo sísmico es Alto en las secciones arriba indicadas para las rutas.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE FÍSICO PARA LA VARIANTE NORTE Y LAS SUB-VARIANTES NONO Y RÍO BLANCO

El análisis final de la sensibilidad y riesgo del componente físico para las sub-variantes y la Variante Norte se resume en la Tabla 4.1-26. En esta tabla se resumen los resultados de las evaluaciones de las sub-variantes y los componentes ambientales físicos.

Al igual que en las secciones anteriores, el criterio utilizado para la evaluación final se realizó a través de un sistema de puntuación que se basa en el grado de sensibilidad y riesgo de cada componente.

Tabla 4.1-26 Resumen Evaluación del Componente Físico la Variante Norte y las Sub-variantes Nono y Río Blanco		
Componentes	Sub-variantes Nono - Río Blanco	Variante Norte
Hidrogeología	2	2
Geomorfología	3	3
Suelos – Geotécnico	3	3
Hidrología	2	2
Volcánico	2	3
Sísmico	3	3
TOTAL	15	16

De acuerdo a la puntuación desde el aspecto físico las rutas presentan el mismo nivel de sensibilidad, aunque el análisis favorece ligeramente a las sub-variantes

4.1.4.4 Sensibilidad del Componente Biótico

Ochenta por ciento (80 %) de las actividades económicas de los habitantes de esta sección del proyecto del OCP está relacionado con el ecoturismo o turismo de áreas naturales. Esta actividad comenzó en 1990 cuando la Corporación Ecológica “Amigos de la Naturaleza de Mindo” se dio a la tarea de levantar la conciencia de la Parroquia de Mindo al cuidado de los

recursos naturales y protección del medioambiente. Las acciones de la Corporación dio paso a la declaración de 19,200 Ha como el “Bosque Protector de las Montañas de Mindo y Cordillera de Nambillo. Desde el 1988 el ex- INEFAN y en estos momentos el Ministerio del Ambiente encargó a la Corporación con la administración de esta Reserva, que es una de las más importantes del área.

La micro-región de Calacalí – Mindo y la red de bosques protectores y reservas privadas que han sido creadas en esta área, corresponden a las siguientes zonas de vida, según el sistema de clasificación de Holdridge (1967): Bosque Muy-húmedo Pre-Montano, (bmh-PM); Bosque Muy-húmedo Montano-Bajo (bmh-MB); Bosque Muy-húmedo Montano (bmh-M); Bosque Pluvial Sub-alpino de Llanuras (pp-SA).

Estas distintas zonas de vida ha permitido el establecimiento de una rica diversidad de especies de plantas y animales. Por esta razón ha ganado el merecido reconocimiento como una de las zonas de endemismo más importantes del Ecuador y de América del Sur.

Se ha señalado que el Bosque Protector y Vegetación de Mindo y Montañas de Nambillo son co-administradas por la Oficina Ejecutiva del Ministerio del Ambiente y la Corporación Ecológica “Amigos de la Naturaleza de Mindo, la cual es una organización comunitaria conservacionista.

Las demás Reservas son de dominio privado y algunas de éstas son miembros de la Corporación Nacional de Bosques Privados del Ecuador, presidida por el arquitecto Misael Acosta, con oficinas en Quito. De estas reservas la más importante es Maquipucuna. La Fundación Maquipucuna se ha dedicado desde el 1987 a la compra de los remanentes de Bosque Nublado Andino en el área de amortiguamiento y absorción de la Reserva, para consolidar y definir los límites del área protegida, que inicialmente fue de 4,000 Ha. Es necesario señalar que el área que circunda la Reserva fue declarada por el INEFAN como “Bosque Protector de la Cuenca Alta del Río Guayllabamba”, que aumenta el área aproximadamente en 14,000 Has. y pertenece a varios terratenientes.

La Tabla 4.1-27, presenta el análisis para estas variantes, utilizando los mismos criterios aplicados anteriormente.

Area Protegida	Variante Nono	Variante Norte
Reserva Maquipucuna	0	1
Bosque Protector del Río Guayllabamba	0	2 (7.41 Km.)
Bosque Protector de la Cuenca Alta del Río Guayllabamba (zona intervenida)	1 (12.82 Km.)	
IBA de Mindo: Bosque Protector Mindo – Nambillo	3 (3.62 Km.)	

Tabla 4.1-27		
Biótico: Evaluación de las Alternativas Variante Norte y Sub-variante Nono		
Area Protegida	Variante Nono	Variante Norte
Reserva Pahuma	0	0
Probabilidad de Derrames	1	3
TOTAL	5	6

Del análisis realizado se obtiene que estas alternativas son las más sensibles. La Variante de Nono atraviesa aproximadamente 3.62 Km. en bosque natural donde habitan especies en peligro de extinción como aves y el oso de anteojos. Las características bióticas de este segmento asociadas con las actividades eco-turísticas y de investigación científica que se vienen desarrollando en el área hacen que este segmento será para el proyecto un punto mayor de conflictos socio-ambientales. La variante que sigue la carretera Calacalí - La Independencia, si bien podría hacer pensar factible colocar el tubo en la vía, estudios particulares demuestran que los riesgos a los que se vería sometido el OCP a largo plazo son mayores e inaceptables para este tipo de proyectos.

4.1.4.5 Sensibilidad Arqueológica Nono - Río Blanco

En el Callejón Interandino al Sur de Calacalí en el sector de Nono no se han reportado altas incidencias de artefactos culturales o la presencia de una ocupación cultural relevante. Esta zona de la Sierra presenta vestigios esporádicos de montículos, cerámica y elementos de obsidiana pero en poca densidad. En general la zona es considerada pobre, en muchos casos debido a la presión urbana que ha perturbado el paisaje original. En contraste la zona de la Costa próxima a la Unión se consideró de alta sensibilidad debido a la presencia de Tolas que indican la presencia de asentamientos humanos. Como conclusión del análisis cultural se ha determinado que la Variante Norte y las sub-variantes presentan similar sensibilidad cultural especialmente en la zona de la Costa.

4.1.4.6 Criterios Técnicos Constructivos y de Seguridad Futura entre la Variante Norte y Sub-Variante Nono

VARIANTE NORTE

Desde el punto de vista geológico – geotécnico, la ruta Norte preliminar, presenta una evidente desventaja, que la vuelve no viable por las complicaciones constructivas que ineludiblemente acarrearían los problemas de orden geológico existentes en el tramo Calacalí – Nanegalito de la carretera Calacalí – La Independencia.

Se sabe bien, que durante su reciente historia, en la carretera Calacalí – La Independencia, y muy particularmente en el tramo Calacalí – Nanegalito, se han presentado frecuentes problemas de inestabilidad de taludes. Es común, en este tramo de la vía, que después de

precipitaciones de poca a mediana intensidad y de duración media, se produzca algún deslizamiento ó derrumbe que obstruya la carretera.

En los taludes de corte de la vía en este tramo se aprecian dos configuraciones geológicas fundamentales: macizo rocoso en el pie de talud cubierto por una capa de espesor considerable de suelos finos cohesivos de origen residual o transportado; y suelos medianamente cohesivos y/ó depósitos de pie de monte de suelos granulares (tipo coluviales) pero con preponderancia de partículas finas.

Para la primera configuración, el macizo rocoso en la base de los taludes ha permitido que éstos se conformen con pendientes cercanas a la vertical; sin embargo los suelos de cobertura sobre el manto de roca no admiten taludes tan parados, puesto que la pendiente de éstos supera su ángulo de fricción (reposo), provocando que, a pesar de tratarse de suelos con cierta cohesión, se vuelvan inestables y terminen por deslizarse. El principal problema está, en que los últimos 10 ó 15 metros de la altura total de los taludes, tienen pendientes demasiado paradas para que los suelos que están depositados sobre el manto rocoso se comporten de manera estable.

En cuanto a la segunda configuración, si bien se encuentran en taludes más tendidos, el alto contenido de humedad de éstos suelos, resultante de la abundante pluviosidad de la zona, ocasiona que estos limos arenosos y conglomerados en matriz limo-arenosa pierdan su mediana cohesión por la saturación a la que se ven expuestos y se produzcan derrumbes.

Cabe anotar, que los volúmenes de escombros que caen sobre la vía al producirse un derrumbe son la mayor parte de tiempo bastante apreciables, característicos de un modo de falla que origina la escarpa de falla en forma muy interior en relación a la superficie del talud.

Por otro lado, fijándose en los taludes de relleno de la carretera, es decir el talud que desde el camino baja hacia el río en el fondo del encañonado, se aprecian fuertes pendientes transversales que están además conformadas en su mayor parte por el material de bote lateral producto de la construcción de la vía. Este material, evidentemente, es tremendamente suelto y susceptible de deslizamiento, lo cual se aprecia en lugares en los cuales la vía ha debido ser ampliada hacia el lado del corte para recuperar la estabilidad de la mesa de la carretera. En el tramo Calacalí – Nanegalito, se observan ciertos sitios en los que, a pesar de la vegetación que ha criado sobre estos taludes, se han producido desprendimientos de material que han ido a parar al río Pichán.

Cuando se analizó la ruta Norte de Quito preliminar, se pensó en construir el oleoducto de crudos pesados paralelo a la carretera en un tramo de alrededor de 10 Km., entre la Loma Las Tolas y la Loma Zuroloma. Para este efecto, se consideraron 3 alternativas constructivas que se descartaron por los problemas serios de inestabilidad que implicaban para el ducto y para la carretera simultáneamente:

1. Construir el oleoducto en el costado del talud de corte de la vía, para lo cual sería necesario ampliar la obra básica de la vía (ancho de la vía) en al menos 6 metros, lo cual implicaría hacer cortes de alturas mayores a los existentes en suelo y roca. Esto significa

un volumen de movimiento de suelos irracional que además de volver más inestables las laderas que caen a la vía produciría la interrupción de la carretera debido al tráfico de volquetas que serían necesarias para desalojar el material de corte.

2. Construir el oleoducto cortando a media ladera sobre la vía, lo cual también volvería inestable en mayor grado los taludes de la carretera y a su vez los taludes del área de servidumbre del oleoducto. A causa de las fuertes pendientes transversales de esas laderas y la poca estabilidad característica de los suelos de cobertura del macizo rocoso de los cerros, se correría permanentemente el riesgo de que se produzca un derrumbe importante sobre la pista del ducto que inevitablemente desencadenaría un derrumbe sobre la vía, perdiéndose la vía y el oleoducto en el tramo del deslizamiento.
3. Construir el oleoducto haciendo la pista sobre el talud de relleno de la vía, es decir entre la carretera y el río Pichán. Las pendientes transversales son enormes y el material del talud es suelto puesto que se trata de material de bote lateral. Para acomodar una pista en ese sitio haría falta hacer una terraza ó berma bajo el costado de la vía, con un talud prácticamente parado que marque el desnivel. Esto comprometería seriamente la estabilidad de la mesa de la carretera que en cualquier momento podría venirse abajo. Aún más, como el ancho de la franja obtenida de esa forma para instalar la tubería es insuficiente, sería necesario conformar la mitad de la pista del ducto en relleno, cosa que comprometería seriamente la seguridad del oleoducto.

En consecuencia, cualquiera de las tres alternativas planteadas en las líneas anteriores tiene el inconveniente de comprometer la estabilidad de la carretera, del ducto y/o de ambos a la vez, lo cual resulta inaceptable desde el punto de la seguridad en la construcción de un oleoducto.

Finalmente, se analizó la posibilidad de construir el oleoducto en la margen opuesta del río Pichán en relación a la carretera; pero esto implica tener que construir la pista trabajando a media ladera con pendientes transversales fortísimas, sin accesos desde la vía principal, cruzar quebradas anchas y profundas y correr el riesgo que el material de corte caiga en el cauce del río Pichán y ocasione daños.

Adicionalmente, esta propuesta implica entrar al área protegida de Maquipucuna y causarle un impacto en el medio ambiente imborrable, puesto que el corte a media ladera no desaparecería nunca del paisaje, dada la altura de corte que sería necesaria para obtener el ancho de pista requerido.

SUB-VARIANTE NONO

La traza de la ruta Norte de Quito definitiva, en cambio, ha sido definida separándola de la carretera Calacalí – La Independencia, desviándola entre 5 y 10 Km. hacia el Sur, cerca a las poblaciones de Nono y de Guarumos.

Si bien los suelos superficiales que servirán de lecho de fundación al oleoducto serán similares a los encontrados a lo largo de la vía Calacalí – La Independencia, la incomparable ventaja que ofrece esta ruta es la posibilidad de construir el ducto a lo largo de las crestas de

los cerros, lo cual elimina la necesidad de hacer grandes cortes a media ladera que comprometerían la estabilidad del ducto.

Es evidente que si de la ladera de un cerro formado por suelos poco estables, se retira una porción de suelo y queda una discontinuidad que no es natural, mayor será el riesgo de deslizamientos que si la porción fuera retirada de la cresta del cerro.

El marco morfológico y geológico de la zona no se lo puede cambiar, lo que si es perfectamente factible es adaptarse a éste buscando el lugar de paso con el oleoducto más propicio a la estabilidad y por tanto seguridad de éste y de todo elemento que se encuentre en el alrededor inmediato.

La forma más conveniente de asegurar la estabilidad, desde el punto de vista geotécnico, en la construcción de un ducto es instalar la tubería en la cresta de las divisorias de aguas, puesto que esto evita cortar a media ladera, lo cual desestabiliza el terreno, se evita atravesar quebradas y además se reduce substancialmente los volúmenes de movimiento de suelos. Incluso el impacto paisajístico se reduce, puesto que no queda marcado el corte en la ladera.

Con la ruta Norte de Quito definitiva se ha conseguido la posibilidad de ir con el ducto sobre 2 divisorias de agua; entre la loma del Matrimonio y la loma Murillo, y entre el cerro El Castillo y la loma San José. El resultado de este cambio en el trazado del oleoducto es una buena garantía de estabilidad, es decir evitar el riesgo de deslizamientos ó derrumbes, además de un menor movimiento de suelos y por tanto un menor impacto al medio ambiente.

Por otro lado hay que considerar que al ir con el ducto por las crestas de los cerros, será mucho menor el volumen de roca con el que se tope la excavación de la zanja, puesto que está visto que los suelos de cobertura del manto rocoso de los cerros son, en general, de espesores apreciables.

Esto último, significa además una ventaja desde el punto de vista de la recomposición con los trabajos geotécnicos, puesto que es más fácil recomponer y disimular cortes hechos en suelo con el mismo suelo sobrante, que recomponer en sitios donde ha aflorado roca.

4.1.4.7 Resumen de las Características de la Variante Norte Final

Aspectos Técnicos y Constructivos

- La variante norte busca minimizar el cruce por zonas pobladas con alta concentración como es el Valle de los Chillos y el Sur de Quito y disminuir los riesgos físicos que se presentan en el tramo del SOTE entre San Juan de Chillogallo - Chiriboga y la Palma.
- La variante norte permitirá disponer una línea independiente para el Oleoducto de Crudos Pesados en un tramo aproximado de 174 Km., representando en forma global, que el 64 % de la ruta no irá paralelo al SOTE disminuyendo los potenciales riesgos ambientales sinérgicos o acumulativos producto de una posible contingencia. Esta variante por tanto evitará minimizar pérdidas

económicas al estado Ecuatoriano por la suspensión de la producción de dos oleoductos.

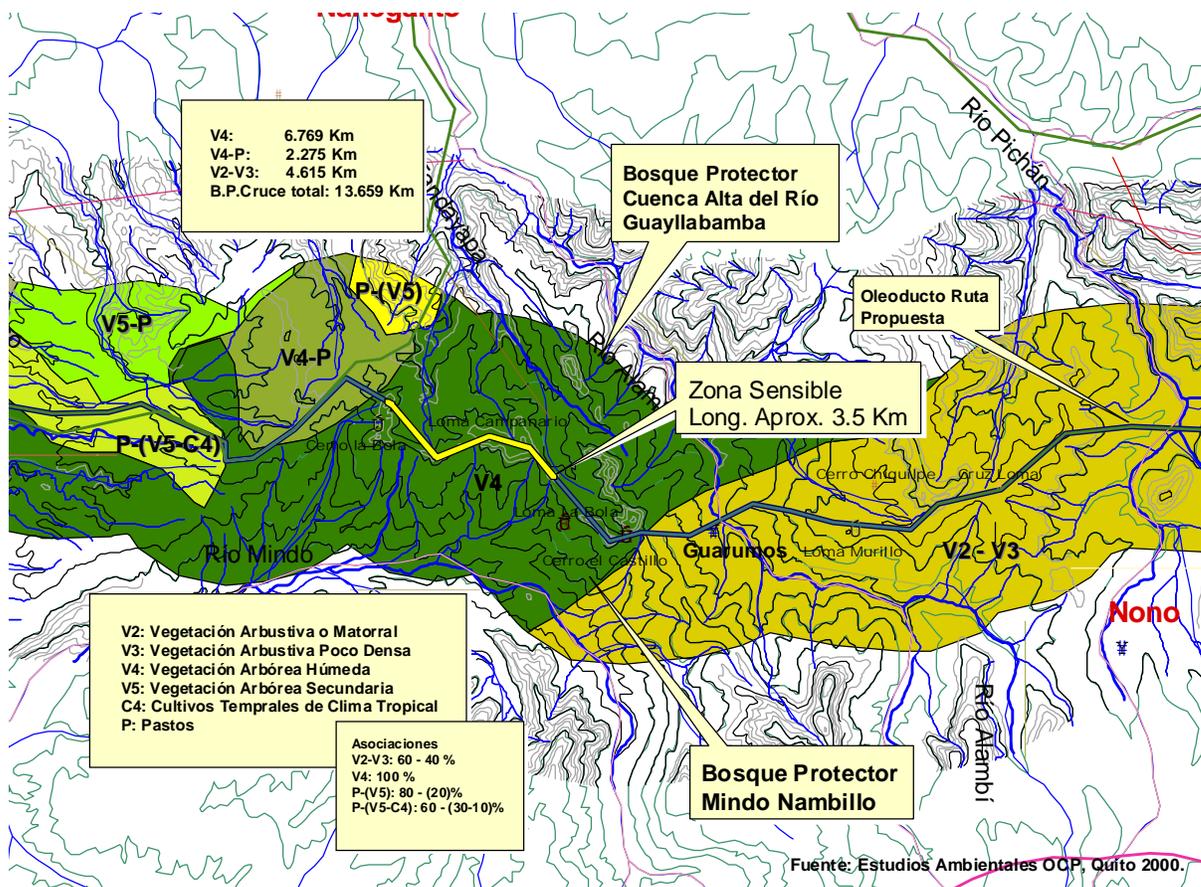
- La separación del trazado de los dos oleoductos permite asegurar la continuidad operativa del otro sistema en caso de emergencia en consecuencia, se asegura la continuidad en la provisión de divisas para el país.
- El trazado de la variante norte sigue la línea de cumbre para el paso de la cordillera Mindo Nambillo, evitando o minimizando riesgos físicos.
- El trazado de la variante norte presenta menores dificultades desde la perspectiva de irregularidad del terreno, circunstancia que contribuye a la factibilidad constructiva del oleoducto y accesos para mantenimiento durante la fase operativa.
- La variante norte se encuentra localizada muy cerca de la carretera Calacalí - La Independencia, con la presencia de múltiples accesos que serán debidamente aprovechados durante la construcción del nuevo oleoducto. La cercanía a ésta importante vía facilitará la oportuna atención en casos de emergencias (tiempo de respuesta) en la fase operativa del OCP, lo que minimizaría el potencial impacto ambiental y reduciría pérdidas económicas por suspensión del sistema.
- En cuanto a las características de los sistemas operativos y de control, el OCP contemplará la instalación de válvulas automáticas para control en caso de emergencias y siniestros en zonas ecológicamente sensibles, así como tecnologías innovativas sobre Sistemas de Control de Derrames.
- El OCP tiene previsto la implementación de un Plan Integral de Mitigación de impactos ambientales para toda la ruta del oleoducto y de manera particular y especial para las zonas de alta sensibilidad ecológica y social.

Riesgos Físicos

- La variante norte está categorizada como de mediano riesgo pues está afectada únicamente por la influencia del volcán Guagua Pichincha, sin embargo, el trazado del OCP se encuentra localizado siguiendo la línea de cumbre de montaña, reduciéndose significativamente la exposición a probables flujos piroclásticos, ceniza y lahares.
- La mayor afectación del volcán Guagua Pichincha se concentrará en el trazado de la ruta sur (valles de los ríos Saloya y Blanco), además la posibilidad de explosión lateral dirigida al suroeste podría afectar directamente a la zona de San Juan y Chiriboga. Por lo anotado, la afectación al trazado de la variante norte es mucho menor.

Áreas Sensibles

- El sector de Mindo - Nambillo corresponde a las estribaciones internas de la Cordillera Occidental y las estribaciones externas de la misma cordillera. En su trayecto la variante norte desciende desde una altitud de algo más 3000 msnm. hasta los 1800 msnm. en el sector de San Tadeo. En este tramo se encuentran los remanentes boscosos de mayor importancia de toda la ruta del OCP los cuales representan menos del 1%, este porcentaje se encuentran dentro del área de la IBA (Área de Importancia Avifaunística) de Mindo, zona de especial consideración e importancia para las aves a nivel mundial, y que además forma parte de la Región Biogeográfica del Alto Chocó.
- Los Estudios Ambientales desarrollados para el OCP toman en consideración las diferentes normas y especificaciones ambientales propuestas en el Plan del B.P. Mindo Nambillo.
- En el Bosque Protector, de acuerdo a la misma fuente y año, existen 26 propietarios privados individuales que ocupan 9.585 has. equivalente al 50% de la superficie total de la Reserva y el otro 50% es propiedad estatal. De las 26 propiedades, 9 se encuentran enteramente al interior del Bosque Protector, mientras que los 17 restantes ocupan parte del territorio de la Reserva.



- Entre el Cerro Castillo y la Loma El Campanario, la variante norte atraviesa una zona de bosque primario (siguiendo la línea de cumbre), sin mayor intervención humana (ver gráfico), en una distancia de unos 3.5 km. Al oeste de Loma El Campanario el bosque ha sido intervenido con la tala selectiva de árboles por la explotación de madera. Entre los árboles remanentes, el bambú o “suro” andino, *Chusquea scandens*, ha crecido en el proceso de sucesión secundaria, formando matorrales muy densos, casi impenetrables, y evidentemente impidiendo la regeneración de los árboles del bosque maduro, de la misma manera que se observa en Loma Murillo al este del Río Alambi.
- Mas abajo y hacia el oeste de Loma El Campanario, el trayecto del OCP atraviesa una área donde el bosque ha sido removido totalmente para potreros, y empa con la carretera lastrada entre Tandayapa y Santa Rosa, en el sito San José, a 2300 m de altitud. Pasando la población de Santa Rosa, la ruta propuesta sigue paralela a la carretera lastrada, por una zona con mosaico de potreros y remanentes de bosque natural. El bosque natural en los sitios más accesibles se ha convertido en pastizales conformado principalmente por “pasto miel” *Setaria sphacelata* y árboles remanentes de *Carapa guianensis*. En las manchas de bosque natural se destacan las especies de árboles “sangre de drago” *Croton*

magdalenensis, el “motilon” *Hyeronima alchorneoides* y el “tangare” *Carpa guianensis*.

- Cerca a la población de Pueblo Nuevo, a 1700 m de altitud, la variante norte empata con la carretera pavimentada entre Nanegalito y San Miguel de los Bancos. Desde este punto en adelante, la sensibilidad ambiental de la ruta propuesta es mucho menor que en el segmento descrito anteriormente. No existen más áreas de bosque natural a lo largo de la ruta, y los pendientes son relativamente suaves. Facilitando y acelerando el proceso constructivo.
- El Bosque Protector de Mindo - Nambillo y el de la Cuenca Alta del Río Guayllabamba de acuerdo a la Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre, aún siendo privados están sujetos a las normas que dicta el Ministerio de Agricultura y Ganadería para su ordenamiento y manejo (Artículos 6, 7 y 8).
- De acuerdo al Art. 15 del Reglamento de la Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre, señala que las únicas actividades permitidas dentro de los Bosques y Vegetación Protectores, previa autorización del Dirección Nacional Forestal, serán las siguientes:
 - La apertura de franjas cortafuegos
 - Control Fitosanitario
 - Fomento de la Flora y Fauna Silvestres
 - Ejecución de Obras Públicas consideradas prioritarias
 - Aclareos bajo control y supervisión del Dirección Nacional Forestal, y
 - Actividades científicas turísticas y recreacionales.
- La técnica que será adoptada en la construcción y operación del nuevo oleoducto será tecnología de punta, incorporando los últimos desarrollos constructivos disponibles en la industria del petróleo y aplicados en el país con éxito para minimizar los impactos ambientales y los riesgos.

Aspectos Socioeconómicos

- El paisaje entre el sector la Virgen (Cuchauco) Yaruquí – Calderón – Pomasqui y Calacalí, se encuentra en relativa transición entre zonas cultivadas donde predominan la agricultura y floricultura, a un paisaje desarrollado o fabricado (urbanizaciones proyectadas), en proceso lento de consolidación. A nivel rural, la densidad es baja, formando una red económica integrada por comunidades campesinas, haciendas y fincas.
- En el tramo Calacalí, Nono y Mindo los paisajes desarrollados y cultivados son diferenciados. Predomina la actividad ecoturística, de conservación, piscicultura y agricultura no intensiva.

- Entre Calacalí y Nono, se están desarrollando cultivos agroindustriales orientados a la exportación, especialmente de flores y brócoli, además se observa importantes extensiones de pastos dedicadas a la ganadería lechera.
- En el tramo Mindo - Puerto Quito se ha formado una red de sistemas de producción agropecuaria basada en fincas de colonos, haciendas y explotaciones forestales y artesanales. La ocupación de este territorio ha sido parte de un proceso de colonización dirigida por el H. Consejo Provincial de Pichincha desde fines de los años 70. Se trata de un paisaje domesticado altamente consolidado.
- Entre Pifo, pasando por Yaruquí existen pequeñas fincas dedicadas a la producción de maíz, fréjol, papas que tienen extensiones que varían entre 1 y 3 hectáreas. En este sector también se han ubicado algunas plantaciones de flores y frutillas para la exportación cuya extensión de las tierras tienen en promedio 5 hectáreas. Para esta área el D.M.Q tiene un plan específico denominado “Oyambaro” cuyo eje central de desarrollo será el nuevo aeropuerto; en este plan no se contempla un crecimiento poblacional acelerado, sin embargo el área busca una mayor dinámica económica en torno al aeropuerto
- La variante norte bordea la zona de planificación urbana respetando el “Plan Carapungo” que incluye Calderón y San Juan de Calderón (área de influencia directa del proyecto) de futura expansión urbana residencial donde se contempla la construcción y dotación de una serie de servicios de infraestructura básica como redes de agua, alcantarillado, parques, jardines, nuevas calles y avenidas y telefonía, con lo que esta zona se convertiría en una ciudad satélite de Quito.
- La afectación de vías, carreteras y accesos en la variante norte son menores puesto que el tráfico vehicular en la red vial del norte es bajo, lo que no obstaculiza el desenvolvimiento normal de las actividades de la zona.

Es innegable que ciertas áreas dedicadas al ecoturismo podrían ser afectadas en la zona próxima a Mindo como son el sector de Tandayapa y Bellavista principalmente las cuales desarrollan actividades en esta zona. Sin embargo, el Plan de Manejo Ambiental diseñado para la fase constructiva del OCP buscará minimizar y/o eliminar el efecto.

Luego de haber realizado el análisis global, incluyendo el estudio de las sub-variantes, se considera importante presentar un **resumen** de los criterios de evaluación utilizados en la selección entre las variantes Norte y SOTE Equivalente, en la siguiente tabla 4.1-28.

Nuevamente es importante mencionar los criterios que se han adoptado para la selección de la ruta del oleoducto.

- Proveer la máxima integridad, estabilidad, seguridad y disponibilidad al sistema del oleoducto;

- Minimizar los impactos sociales, culturales y ambientales evitando, en la medida de lo posible, áreas habitadas, especies de plantas y animales ambientalmente sensibles, áreas con alto potencial arqueológico;
- Minimizar la reforestación seleccionando rutas que cruzan áreas ya intervenidas, en lugar de áreas forestales;
- Reducir al mínimo el área afectada por la construcción del oleoducto, el tiempo de construcción, y minimizar en la formas mas practica el largo del oleoducto; y;
- Reducir al mínimo el numero de cruces de ríos y el potencial impacto a los cuerpos de agua en general.

Tabla 4.1-28		
Evaluación de las Variantes Norte y SOTE Equivalente		
Criterio / Variable	Ruta SOTE Equivalente	Ruta Norte
Factibilidad Técnica de Construcción		
Infraestructura de Hidrocarburos Existente	<ul style="list-style-type: none"> • La ruta sur requeriría la construcción del OCP cerca de dos tuberías en operación (SOTE y Poliducto Esmeraldas - Quito), existentes en el tramo San Juan de Chillogallo – Alluriquín (actual derecho de vía del SOTE). • El SOTE ha sido instalado en la cima y en valles muy angostos, lo cual hace que la colocación de un nuevo oleoducto sea físicamente difícil e insegura en secciones que son muy angostas e inestables para nueva construcción. • El segmento del SOTE entre San Juan y La Palma se encuentra paralelo a una línea de un Poliducto de 16 pulgadas. En este segmento el Poliducto no sigue la ruta del SOTE debido a limitaciones de espacio en el derecho de vía. • El oleoducto del SOTE se encuentra enterrado en 6 kilómetros aproximadamente de ruta y el resto esta en la superficie. • Entre Chiriboga y La Palma, por aproximadamente 14 Km., ambas líneas están instaladas una a lado de otra, sin dejar espacio para un nuevo ducto. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay infraestructura existente a lo largo de la ruta norte que pueda ser afectada por la construcción. • El oleoducto de OCP estará enterrado en todo su trazado.
Asuntos Socioeconómicos		
Actividades de Ecoturismo	<ul style="list-style-type: none"> • La Fundación Chiriboga desarrolla actividades de revegetación y recuperación del área y actividades de ecoturismo en la Estación La Favorita en Chiriboga (un área de observación de aves). 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto nivel de ecoturismo se ha desarrollado y se ha localizado en el valle del Río Mindo y en el Río Tandayapa (una distancia significativa del área de Mindo. Ecoturismo en el Valle de Mindo incluye la Fundación Amigos de Mindo, Pacaso – Fundación Pacaso, el Hostal Arashá, el Hostal Posada El Horizonte, Jardín Mindo, Orquidiario Mindo Lindo, Puntos Verdes, Hostal Carmelo, Mariposario La Isla, Pre-asociación de Guías Turísticos, Café del Monte. El ecoturismo en el Valle Tandayapa incluye: el Hostal Bellavista, el Hostal Aves de Tandayapa.

Tabla 4.1-28		
Evaluación de las Variantes Norte y SOTE Equivalente		
Criterio / Variable	Ruta SOTE Equivalente	Ruta Norte
<i>Impactos Económicos</i>	<ul style="list-style-type: none"> El espacio limitado a lo largo de la línea del SOTE presenta una alta probabilidad de ruptura que podría afectar a ambas líneas, resultando en impactos significativos para el área y pérdidas económicas al Gobierno del Ecuador debido a interrupciones de producción. La red vial en el sur es más densa, por lo que se afectaría al tráfico en la vía Panamericana y las actividades económicas de la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> La separación de las dos líneas (SOTE y OCP) limitaría el potencial de pérdidas económicas significativas debido a interrupciones de producción y emergencias, dejando a la otra línea en total capacidad de producción y consecuentemente, se aseguraría la continuidad en la provisión de divisas. Al disminuir el tiempo de construcción, el país se beneficiaría con la exportación anticipada de petróleo.
<i>Impactos Sociales</i>	<ul style="list-style-type: none"> La línea original del SOTE atraviesa a Quito y tiene muchos habitantes viviendo directamente a lo largo del DDV. Al desviar la ruta más hacia el sur de Quito, se encontraría con una densidad de población significativa. 	<ul style="list-style-type: none"> La densidad de población a lo largo de la ruta norte es baja, resultando en menores impactos sociales a las comunidades y propietarios de tierra.
Riesgos Físicos		
Topografía	<ul style="list-style-type: none"> El río Saloya pasa por un valle que es muy angosto, lo cual hace físicamente imposible la colocación de un nuevo oleoducto. El SOTE y el Poliducto ya utilizan los únicos sitios accesibles. 	<ul style="list-style-type: none"> La Cumbre de Mindo es el punto más alto entre las cuencas de los ríos Mindo y Tandayapa. La topografía de los valles es menos severa que la de la cuenca del río Saloya.
Geotecnia	<ul style="list-style-type: none"> Un número de secciones a lo largo de la ruta existente del SOTE son geotécnicamente inestables y han ocurrido derrumbes en los últimos años. La variante Quito Sur cruza fuertes encañonados con problemas erosivos importantes. Petroecuador ha tenido que responder a varias fallas en el oleoducto debido a esos derrumbes. 	<ul style="list-style-type: none"> La inestabilidad geotécnica será minimizada a lo largo de la ruta norte, siguiendo las líneas de cumbre.
Riesgo Volcánico	<ul style="list-style-type: none"> La Ruta Sur tiene un riesgo general más alto de actividad vulcanológica debido a su proximidad a ambos volcanes, el Guagua - Pichincha y el Ninahuilca. El volcán Guagua Pichincha, el cual recientemente comenzó un proceso de erupción, representa un riesgo moderado debido a la presencia de cenizas y consecuentemente potenciales deslizamientos de tierra hacia los valles de los ríos Saloya y Blanco. 	<ul style="list-style-type: none"> La Ruta Norte tiene un riesgo alto de actividad vulcanológica asociada con el volcán Guagua -Pichincha, el mismo que recientemente comenzó un proceso de erupción. Enterrando el oleoducto en las líneas de cumbre se minimizarán estos

Tabla 4.1-28		
Evaluación de las Variantes Norte y SOTE Equivalente		
Criterio / Variable	Ruta SOTE Equivalente	Ruta Norte
	<ul style="list-style-type: none"> • La ruta sur está catalogada como de alto riesgo debido a los flujos piroclásticos originados en los volcanes Guagua Pichincha y Ninahuilca. • La posibilidad de una explosión lateral dirigida hacia el suroeste podría afectar las áreas de San Juan y Chiriboga. 	riesgos potenciales.
Riesgos de Seguridad		
Problemas de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • El severo terreno, limitado derecho de vía y proximidad a los oleoductos SOTE (crudo) y el Poliducto (productos) hacen que la construcción a lo largo de ciertas secciones sea logísticamente difícil y de muy alto riesgo. El tramo San Juan – Estación de Chiriboga se asienta en un terreno con pendientes fuertes, donde el acceso y el emplazamiento de un nuevo oleoducto es difícil. • La compañía Williams Bros., la cual construyó el SOTE y ha realizado la reparación de los daños causados por el terremoto de 1987, recomendó el estudio de una variante por esa sección del SOTE (Estudios de Pre-Factibilidad). • La compañía Gulf Interstate Engineering (GIE), en el curso de sus estudios de factibilidad para el oleoducto nuevo, sugirió la búsqueda de una variante para esa sección la cual debería seguir un nivel de cima diferente. 	<ul style="list-style-type: none"> • La ruta norte no se desarrolla junto a un oleoducto activo y por consiguiente el riesgo es menor. • La ruta norte evita condiciones geomorfológicas inestables de manera que el riesgo es menor. • Con la separación entre los dos mayores sistemas de hidrocarburos del Ecuador (SOTE – OCP) se espera reducir los riesgos físicos y técnicos. • La ruta se encuentra cerca de la carretera Calacalí - La Independencia, que por sus condiciones buenas y de menor intensidad de uso, garantizará un tráfico con mayor seguridad.
<i>Respuesta de Emergencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • El tramo entre San Juan y la Estación Chiriboga se asienta en un terreno con dificultad para el acceso, debido a la presencia de pendientes severas. • Solo hay una ruta de acceso disponible de San Juan a Alluriquín. 	<ul style="list-style-type: none"> • La Sub-Variante Nono se encuentra cerca de la carretera Calacalí - La Independencia, la cual tiene múltiples accesos (Tandayapa, Santa Rosa) que pueden ser debidamente aprovechados. • La proximidad a un camino de acceso optimizará la respuesta a emergencias durante la fase operacional del OCP, minimizando los impactos ambientales potenciales.

Tabla 4.1-28		
Evaluación de las Variantes Norte y SOTE Equivalente		
Criterio / Variable	Ruta SOTE Equivalente	Ruta Norte
Asuntos Ambientales		
Bosques Protegidos	<ul style="list-style-type: none"> En la sección San Juan – Chiriboga hay varias áreas protegidas incluyendo la Estación Científica de Bosques Protegidos Guajalito, el Bosque Protegido Toachi Pilatón, los Bosques Protegidos de Santa Rosa y Yasquel, el Bosque Protegido de San Carlos de Yanaurco, Bosque Protegido de La Paz, Bosque Protegido de Toaza y el Flanco Este del Bosque Protegido del Volcán Pichincha (Fuente: BirdLife Intl. – mapa CECIA) 	<ul style="list-style-type: none"> A lo largo de la ruta norte se encuentran las siguientes áreas protegidas: Bosque Protector Mindo Nambillo, Bosque Protector de la Cuenca Alta del Guayllabamba y otras reservas privadas.
Area de Aves Importante (IBA) y Aves Endémicas del Areas (EBA)	<ul style="list-style-type: none"> El IBA en el Sector Sur del Mindo Nambillo Range. Los DDV del SOTE y el Poliducto corren dentro una zona de amortiguamiento – Valle del Río Saloya (IBA y el Bosque Protegido de Toachi – Pilatón. 	<ul style="list-style-type: none"> La ruta norte cruza 13.7 kilómetros del Bosque Protector Mindo - Nambillo y el Bosque Protector de la Cuenca Alta del Guayllabamba. Estos Bosques involucran una mezcla de usos de tierra incluyendo pastoreo, pastoreo mixto, tala selectiva de bosques y bosques primarios. El oleoducto OCP propuesto cruzaría 3.5 kilómetros de bosque primario el cual representa menos del 1% de la ruta. El IBA (Area de Aves Importante), es un área de gran importancia para aves de nivel internacional. También forma parte de la Región Biogeográfica del Alto Chocó. Esta sección de 3.5 kilómetros es el segmento más difícil para construcción. OCP desarrollará métodos especiales de construcción para minimizar los impactos ambientales potenciales.
Impactos Cumulativos	<ul style="list-style-type: none"> La construcción de un oleoducto próximo a dos oleoductos activos es muy peligrosa resultando en un incremento potencial de derrames y sus impactos ambientales asociados. 	<ul style="list-style-type: none"> Siguiendo líneas de cumbre estables, se minimizarán los riesgos asociados con un oleoducto. Técnicas mejoradas de ingeniería y construcción (ej. Línea enterrada,

Tabla 4.1-28		
Evaluación de las Variantes Norte y SOTE Equivalente		
Criterio / Variable	Ruta SOTE Equivalente	Ruta Norte
		sistema de monitoreo SCADA) pueden ser utilizados para minimizar riesgos.
Variantes Potenciales	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquier ruta que se escoja como una variante a la de San Juan – Chiriboga del SOTE, afectaría áreas ecológicamente sensibles adicionales en la cordillera de los Yumbos. • Esta variante potencial cruzaría entre 20 y 30 kilómetros de Bosque Primario Húmedo Tropical fuera de las Areas de Bosques Protegidos. Fuente: BirdLife Intl. – mapa CECIA, cadena montañosa los Yumbos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una ruta alternativa fue evaluada a lo largo de la carretera Calacalí – Nanegalito, pero la ruta está sujeta a condiciones de pendientes inestables. • Otra variante fue evaluada a lo largo de la carretera Nono – Tandayapa, pero esto obligaría la colocación del oleoducto dentro del valle del Río Alambi.
Recursos Arqueológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno 	<ul style="list-style-type: none"> • “Culuncos” (caminos pre Hispánicos)

4.1.5 Variante El Reventador

Otra variante que fue estudiada (Enero - Marzo del 2001) tanto en el campo como en gabinete, es la denominada “Variante del Reventador”, la misma que tiene por objetivo buscar una mayor seguridad precisamente en una de las áreas de mayor riesgo, donde el terremoto de marzo de 1987 produjo la rotura del SOTE en un importante tramo. La variante se extiende desde la Estación de Lumbaqui para seguir por las cumbres del alto Coca y empatarse en la estación de almacenamiento y transferencia de AGIP.

Esta variante, de aproximadamente 80 km., cruza en su mayor parte áreas colonizadas e intervenidas sin vía de acceso. Sin embargo, entre el Km. 15 + 000 y el 27+500, atraviesa el Bosque Protector “La Cascada” que comprende un área de 31.000 ha y que los estudios bióticos determinan una sensibilidad moderada debido a que algunas áreas del bosque también han sido intervenidas.

En el estudio, se realizó una caracterización del área de influencia de la “Variante el Reventador”, donde se analizan las características y estado de situación de los factores físicos, bióticos, socioeconómicos y arqueológicos. Además, se identifican sensibilidades y potenciales impactos que pudiera generar la construcción del OCP.

4.1.5.1 Sensibilidad Ambiental de las Alternativas de Ruta

CONCLUSIONES SOBRE LA VARIANTE EL REVENTADOR VS. SEGMENTO DEL SOTE

Los análisis realizados muestran que la variante El Reventador tiene, físicamente, una sensibilidad y riesgo menor al derecho de vía del SOTE. Esto se debe a una reducción en el riesgo vulcanológico, el riesgo sísmico, la sensibilidad y riesgos geomorfológicos, y el grado de inestabilidad geotécnica. Sin embargo, los suelos en esta variante tienen una sensibilidad más alta debido a su mayor fertilidad y debido a su característica plana.

En términos de calidad de agua, la variante también se encuentra en un área de mayor sensibilidad. Esto se debe a que el derecho de vía se encuentra en cuencas de drenaje, como la del Río Añagu, que cuentan con canales pequeños y, actualmente, no tienen impactos.

Uno de los impactos más adversos que se producirá en la zona es la remoción de la cubierta vegetal para facilitar las actividades de construcción. Si no se toman las medidas apropiadas, esto producirá alteraciones en la vegetación nativa remanente. Al mismo tiempo, la adicional compactación del suelo podría provocar erosión y sedimentación.

Al momento existe una presión alta para el uso de las tierras en el sector del Alto Coca, presión que se ha incrementado por la expectativa de la construcción de esta alternativa del OCP. Durante el desarrollo de los estudios se observó una gran cantidad de colonos posesionándose de los terrenos y realizando tareas de tala de bosques naturales.

En caso de producirse la tala de árboles en las riberas del río Coca, se afectaría en forma irreversible a la población de Guacamayos que allí habita. El incremento de sólidos en

suspensión en las aguas del mencionado río, ocasionarían impactos temporales sobre estos organismos acuáticos.

Al comparar con la alternativa paralela al SOTE, la alternativa del Reventador tendría un mayor impacto sobre las comunidades faunísticas. A mediano y largo plazos, se podría prever una presión grande sobre los remanentes de los bosques del corredor en la zona del Alto Coca, en cambio la alternativa para la construcción del OCP paralelo al SOTE, a pesar de ingresar en un pequeño tramo a la Reserva Ecológica Cayambe – Coca, por el estado actual de deterioro ambiental en que se encuentra casi toda el área, conllevaría impactos menores, por lo que el grupo de estudios faunísticos considera que la alternativa del Reventador ocasionará efectos negativos directos e indirectos, y algunos de estos permanentes en las comunidades animales.

Desde el punto arqueológico se puede determinar que la ruta de la variante El Reventador tiene un grado de sensibilidad más alta que el derecho de vía del SOTE. Esto se debe, principalmente, a la existencia de sitios monumentales cerca a Lumbaqui, Bombón y Borja.

4.1.5.2 Principales problemas detectados

La variante propuesta, no dispone de vía de acceso, lo que implicaría la necesidad de la construcción de un camino de 80 Km., utilizando métodos convencionales. Adicionalmente se tiene como limitante el río Quijos, que debería ser cruzado en varias zonas por las vías de acceso requeridas en las fases constructiva y de operación.

La construcción de vías de acceso para el mantenimiento de la tubería podría incrementar la colonización del área, trayendo consigo impactos considerables a las zonas de bosque natural con el aumento de actividades como la ganadería y el cultivo de especies comerciales. Las áreas bajo impactos indirectos serían: Parque Nacional Sumaco, Bosque Protector La Cascada, Bosque Protector el Tigre.

La variante se desarrolla por áreas con una gran presencia de colonos (80 % son fincas) y por zonas de bosque (20 %) que actualmente están siendo posesionados.

El derecho de vía atraviesa los bosques del Alto Coca que constituyen un corredor de amortiguamiento entre la Reserva Ecológica Cayambe-Coca y el Parque Nacional Sumaco – Napo Galeras, declarado como Reserva de la Biósfera. Se prevé un incremento de la presión colonizadora a lo largo de la línea del OCP y, con ello, una afectación a la de los remanentes de bosque naturales de esta zona de amortiguamiento.

Los análisis ambientales y sociales efectuados sobre esta variante, junto a los problemas técnicos detectados en los estudios de ingeniería básica, determinaron el abandono de la alternativa (mayor detalle ver volumen de Anexos).

4.1.6 Otras Variantes

En el desarrollo de los estudios de ingeniería básica del proyecto, se encontraron en el campo varios problemas para el cruce de la ruta, relacionados con aspectos técnicos de construcción,

de seguridad y de afectaciones ambientales (áreas sensibles) y sociales. Por tanto fue necesario la definición y análisis de algunas variantes creadas para solventar el problema específico de cada una. A continuación se resumen las principales :

4.1.6.1 Variante Lumbaqui

Fue definida, por limitación de espacio físico y con el propósito de evitar cruzar por la ciudad. La alternativa se encuentra a unos 4 Km. al noreste de Lumbaqui, atravesando el río Aguarico, se trata de una colina de cima plana, a 600 m.s.n.m. , por cuya parte media, pasaría la ruta alternativa del OCP, en un tramo de 1 Km.

4.1.6.2 Variante Baeza

Se la creó para dar seguridad al nuevo oleoducto, alejándose del río Quijos. La ruta se desvió hacia norte y tiene una longitud aproximada de 5 Km.

4.1.6.3 Variante San Mateo

En esta zona, se tienen condiciones de inestabilidad y riesgo (Estero Wínchele en donde se produjo una explosión del SOTE), por lo que fue necesario cambiar la ruta del OCP, rectificando el trazado hacia el noroeste con dirección a la localidad de Vuelta Larga. Toda la zona es un área montañosa con elevaciones hasta de 300 m.s.n.m. y pendientes muy pronunciadas.

En igual forma, a fin de evitar el cruce por sectores cercanos a los centros poblados, se realizaron pequeñas variantes en algunas ciudades tales como: Jambelí, Sevilla, San Miguel, Cascales, Gonzalo Pizarro, Recinto Amazonas, El Reventador, Santa Rosa de Quijos, etc.

4.1.6.4 Sub-Variantes Distrito Metropolitano de Quito

Sub-Variante Yaruquí

El trazado del OCP pasa por el Sur de Yaruquí. En reuniones mantenidas con la Dirección Metropolitana de Planificación de Quito, solicitó estudiar la posibilidad de cambiar el trazado en el sector de Yaruquí, pasando por el Norte del mismo.

Las razones expresadas por la Dirección Metropolitana de Planificación, son evitar la zona sur de Yaruquí, que si bien no está indicada como urbanizable en el plano de la Dirección General de Planificación del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, es una zona de futuro desarrollo a causa de la construcción del nuevo Aeropuerto de Quito.

El trazado propuesto por la zona Norte es más vulnerable desde el punto de vista de la integridad y seguridad de la tubería, debido a que, a diferencia del trazado por el Sur, este pasa por un sistema de Quebradas que forman finalmente el Río Uravía.

Ahora, si bien el mejor trazado es por la zona sur, se consideró lo expuesto por el municipio del Distrito Metropolitano en cuanto al desarrollo futuro de la zona y se tratará de resolver conjuntamente la ubicación del OCP en este sector.

Sub-Variante Pomasqui

Con motivo de lo solicitado por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, para analizar una variante del trazado del OCP eligiendo una posible ruta al Norte de Pichincha, en la zona de San Antonio de Pichincha y Pomasqui, se puede comentar que luego de analizar los mapas y cartografía del área y los trabajos en terreno para llegar a demarcar una potencial traza, se observó que el área esta afectada por las siguientes interferencias que no hacen viable instalar el OCP en esa zona:

Quebrada Las Monjas:

- El principal problema que se presenta en este lugar es el de estabilidad en el cruce como puede observarse en las fotografías adjuntas donde se ve la profundidad y forma de las quebradas que hacen imposible el tendido de un ducto.
- Desde el punto de vista de estabilidad, la zona es calificada como de alta peligrosidad, debido a que existen fenómenos activos, una alta probabilidad de ocurrencia y una alta intensidad (elevados volúmenes de materiales tendientes a movilizarse).”, además se incluyen copias del informe- sobre grandes deslizamientos con represamiento que son un riesgo (Proyecto Chespi).

Fallas activas

- Es preciso hacer énfasis que dentro de la quebrada Las Monjas se encuentra una de las fallas activas.

Intersección con Sitios Arqueológicos

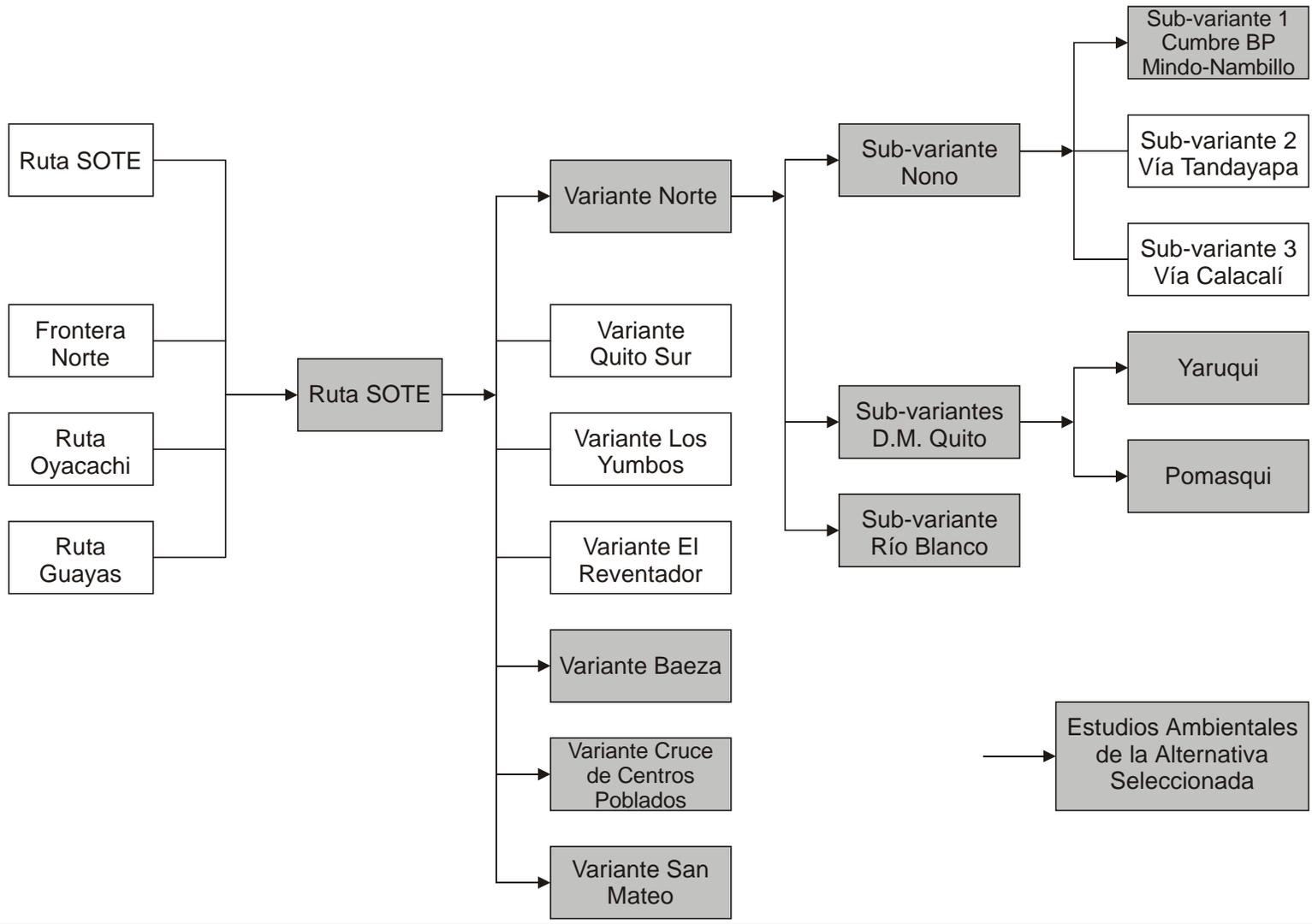
- En plano del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, figuran las áreas de Protección Arqueológica y de Protección Ecológica Arqueológica, incluida la Loma Catequilla.
- Existe un artículo publicado en Internet por las Fuerzas Armadas del Ecuador donde explican de la existencia de Pucará como el de Rumicucho que sería cruzado por la traza propuesta.

Intersección con Zonas de Reserva

- Una potencial variante al norte de la población de San Antonio podría intersectar con la Reserva Geobotánica Pululahua.

4.1.7 Proceso de Selección de Alternativas

A continuación se presenta un organigrama que esquematiza el proceso desarrollado en la selección de la alternativa para la ruta del OCP.



4.1.8 Ruta Seleccionada

Como resultado de un proceso complejo e interdisciplinario fue seleccionada y definida la ruta del OCP, con el siguiente desarrollo:

Se inicia en Nueva Loja (Lago Agrio), siguiendo en su mayor parte el corredor del SOTE, hasta la población de Cuchauco en la parroquia de Pifo, a continuación y utilizando un nuevo derecho de vía (Variante Norte), se dirige hacia el Occidente cruzando las zonas de Yaruquí, Pomasqui, Nono, Guarumos, Santa Rosa, San Tadeo para llegar a Pueblo Nuevo Quinindé, punto desde donde nuevamente continúa en forma paralela al SOTE hasta la localidad de San Mateo, en donde a través de una variante definida para cruzar cerca de la parroquia Vuelta Larga y dirigirse finalmente hacia Punto Gordo al sur de Balao.

4.2 Selección de Sitios

Durante este estudio ambiental, así como durante la fase de diseño, numerosas localidades para la implantación de facilidades fueron investigadas. Los criterios principales de selección de sitios fueron:

- Reducir al mínimo el impacto social, cultural, y ambiental evitando la instalación de facilidades en áreas sensitivas definidas en la caracterización de línea base o cercano a áreas habitadas;
- Reducir al mínimo el desbroce de remanentes de bosque primario, identificando e utilizando áreas altamente intervenidas; y
- Reducir al mínimo el establecimiento de caminos de acceso en áreas sensitivas optimizando el uso de la red vial existente.
- Operación eficaz del sistema de ingreso y transporte de petróleo del OCP.

4.2.1 Selección del Sitio para el Terminal Amazonas (Lago Agrio)

En la Tabla 4.2-1, se presentan las diferentes aspectos considerados en el estudio de alternativas para la selección del sitio para el Terminal Amazonas en la vecindad de Nueva Loja (Lago Agrio). El análisis global (características físicas, facilidad de construcción y afectaciones potenciales) efectuado sobre las alternativas de ubicación de la terminal Amazonas, determinó que el sitio B, es el más favorable. El sitio es recomendado de acuerdo al estudio de mecánica de suelos.³

4.2.2 Selección del Sitio para el Terminal Marino OCP (Esmeraldas)

En la Tabla 4.2-2, se presentan las diferentes aspectos considerados en el estudio de alternativas para la selección del sitio para el Terminal OCP en Esmeraldas.

³ Informe Geológico – Geotécnico de Alternativas para la Ubicación de la Estación Lago Agrio del OCP.- Techint.- Enero del 2001.

Tabla 4.2-1
Terminal Amazonas – Selección de Sitio

Descripción	Sitio Pozo 5	Sitio E	Sitio B	Area Propuesta Al Este
Localización geográfica con Respecto a la ciudad de Lago Agrio	Al sur oeste del centro de la Ciudad, desde la vía asfaltada que va al puente del Aguarico en construcción, se toma la entrada al pozo 5. A 2 Km de la estación del SOTE.	Al noreste del centro de la ciudad, sobre la vía que va a la frontera con Colombia, frente a la estación norte de Petroproducción, en la intersección con la vía desde el aeropuerto. A 6 Km de la estación del SOTE.	Al oeste del centro de la ciudad, a 4 Km desde la salida de Lago, Por la vía asfaltada a Sta. Cecilia, se recorren 1.5 Km hacia el Norte. A 5 Km de la estación Del SOTE.	Al este del centro de la ciudad, sobre la vía a Tarapoa, aprox. de 4 a 6 Km del campamento de PetroEcuador.
Coordenadas referenciales	N 10'008.250 E 288.895	N 10'012.650 E 292.600	N 10'010.800 E 286.700	N 10'008.700 E 295.800
Marco geológico				
<i>Morfología</i>	Suavemente inclinada a plana	Fuertemente inclinada a montañosa (lomosa)	Suavemente inclinada a plana	Fuertemente inclinada a montañosa (lomosa)
<i>Litología</i>	En las partes altas (lomas) se Encuentran limolitas descompuestas (lateritas) de espesor hasta 15 m, bajo éstas se encuentra la roca blanda de origen (limolita) En las partes bajas, cerca de los esteros, se encuentran Intercalados con las lateritas estratos de arenas (depósitos fluviales). La roca blanda se Encuentra en estas partes desde los 25 m.	En las partes altas (lomas) se Encuentran limolitas descompuestas (lateritas) de espesor hasta 5 m, bajo éstas se encuentra la roca blanda de origen (limolita) En las partes bajas, cerca de los esteros, se encuentran estratos de suelos lateríticos. La roca blanda se encuentra en estas partes desde los 15 m. No se encontraron estratos de arenas sueltas.	En las partes altas (lomas) se Encuentran limolitas descompuestas (lateritas) de espesor Hasta 15 m, bajo éstas se encuentra la roca blanda de origen (limolita) En las partes bajas, cerca de Los esteros, se encuentran Estratos de suelos lateríticos. La roca blanda se encuentra En estas partes desde los 25 m. No se encontraron estratos de Arenas sueltas.	En las partes altas (lomas) se encuentran limolitas descompuestas (lateritas) de espesor hasta 15 m, bajo éstas se encuentra la roca blanda de origen (limolita) En las partes bajas, cerca de Los esteros, se encuentran Intercalados con las lateritas estratos de arenas (depósitos fluviales). La roca blanda se encuentra en estas partes desde los 25 m.
<i>Hidrología y drenaje</i>	En las partes bajas del predio existen zonas pantanosas o Anegables que en época de lluvia conducen esteros de cierto caudal, por tal razón drenar estas muchas partes bajas para aprovechar esas	Existe un estero que cruza diagonalmente el predio, lo cual le da buenas características de drenaje natural. Este estero debidamente tratado y/o encauzado es fuente de Aprovechamiento de agua	Por estar conformado el predio Por una sucesión de lomas bajas, el drenaje natural de las Aguas lluvia es bueno, pues se Encauzan fácilmente hacia los Esteros que delimitan el terreno. Las zonas bajas se pueden	Por la abundancia de lomas, al pie de cada una de ellas existen esteros medianos y pequeños. El drenaje natural actual es bastante bueno pero es de esperarse que una vez cambiada la topografía para

Tabla 4.2-1				
Terminal Amazonas – Selección de Sitio				
Descripción	Sitio Pozo 5	Sitio E	Sitio B	Area Propuesta Al Este
	zonas del predio es muy Complicado. La forma en batea de parte del terreno complica el drenaje natural y convierte la parte baja en zona de acumulación de agua.	y lugar de descarga de las aguas lluvia de la estación. La zona baja del predio puede drenarse adecuadamente, encauzando zanjas o drenes hacia este estero.	Drenar fácilmente llevando Zanjas o drenes hacia los Esteros, de manera que su Aprovechamiento total es Factible.	implantar la estación, éste se complique pues será difícil tratar y encauzar la gran cantidad de esterios para drenar las zonas bajas resultantes.
Descripción de las condiciones Generales del suelo para fines de De cimentación de obras	Se descarta cimentación directa de todas las obras, es necesario pensar en cimentación profunda, y aún así los estratos competentes para asentar los pilotes están muy profundos. Se encontraron estratos de arenas susceptibles de sufrir Liquefacción.	Las condiciones del suelo son adecuadas para cimentación de obras civiles, sobre todo en la parte alta del predio donde se puede cimentar directamente 2 de los 3 tanques a construirse. El 3er tanque se cimentaría con pilotes de 15 m de largo, así como las bombas.	Las condiciones del suelo son Bastante favorables para una Cimentación directa para 1 de Los 3 tanques y los otros Tendría que pilotarse con pilotes De 15 m de largo. No se detectaron estratos de Arena suelta susceptibles De sufrir licuefacción, por lo que No hay problema con cimentaciones superficiales.	No se han realizado perforaciones en este sector pero se sabe, de acuerdo al reconocimiento geológico, que las condiciones del suelo desde el punto de vista de la cimentación no son las idóneas. En partes altas la roca blanda (limolita) no parece estar suficientemente superficial para ameritar cortes importantes de tierra; y en las partes bajas la abundancia de esterios y la mayor proximidad al río Aguarico hacen preveer que la estratificación es anárquica y será una intercalación de lateritas con arenas sueltas depositadas en las inundaciones causadas por el Aguarico.
Calificación del movimiento de suelos	El movimiento de suelos es limitado, dada la topografía bastante plana del predio; sin embargo la gran parte del material de corte es inutilizable por lo que para todos los relleños se tendrá que importar material granular y el material de desecho acomodarse en	El movimiento de suelos es considerable dado que habrá q' nivelar una loma para fundar 2 tanques. Si bien buena parte del material (limolita) se utilizará para nivelar plataformas donde no se construirá nada, debido al volumen a cortar se deberá buscar un botadero	El movimiento de suelos es Limitado debido a la topografía Del lugar y a que las lomas Son bajas y amplias por lo que el rasanteo para fundar los tanques es menor. El volumen de material a conducirse a un botadero es menor. Los cuvetos pueden confor-	El movimiento de suelos es considerable, puesto que la topografía del sector es muy lomosa. Para hallar el estrato competente se prevé tener que cortar un importante volumen de suelo que tendrá que acomodarse en un botadero. Encontrar el botadero no será

Tabla 4.2-1 Terminal Amazonas – Selección de Sitio				
Descripción	Sitio Pozo 5	Sitio E	Sitio B	Area Propuesta Al Este
	botaderos, los cuales son difíciles de hallar dado que la zona alrededor es plana.	importante, del cual no se dispone en los alrededores. Los cuvetos pueden conformarse durante la misma excavación en corte.	Marse durante la misma excavación en corte.	difícil pero siempre traerá problemas el manejo de aguas superficiales para no obstruir el drenaje natural del sector.
Dificultad constructiva	Complicación debido a que la cantidad de pilotes requeridos vuelve esta actividad sumamente crítica en el programa de trabajo y al ser la tarea inicial de obra civil, vuelve crítica toda la construcción de la estación. La cantidad de metros lineales de pilotes estimada es de 28.000 metros lineales.	Si bien el pilotaje es necesario solamente para un tanque, el volumen de tierra a moverse conlleva dificultades adicionales tales como el desalojo del material de corte, el tener que trabajar bajo el nivel freático lo que dificulta las excavaciones, hacer excavaciones importantes para el cambio de suelo, etc. Además, se estima en 21.000 m ³ el volumen de material de río necesario para el cambio de suelo para la fundación de 2 tanques, el problema con esta cantidad de material es que puede obtenerse del Aguarico solamente en época de estiaje y de al menos 3 minas.	Al reducir el volumen de suelo a moverse y limitar el pilotaje a Sólo dos tanques, se consigue Que desde el punto de vista De constructibilidad esta Alternativa sea más viable y menos ajustada para cumplirse en el plazo ofertado. En este sitio es factible cimentar Los tanques sobre el niv. freático lo que facilitará la excavación, Los rellenos, la conformación de Los cuvetos, etc.; pero sobre Todo implicará mayor seguridad En la cimentación del tanque. Adicionalmente, el volumen Estimado de material para cambio de suelo es menor por tanto Más manejable.	La mayor complicación ha tomarse en cuenta en este sitio es el volumen de suelo a moverse, dado que los estratos competentes están profundos. A esto se agrega que la proximidad del Aguarico implica un nivel freático superficial en partes bajas, por lo que al nivelar la plataforma para los tanques las excavaciones se volverían muy complicadas. Al no ser reutilizables los materiales cortados, se deberán llevar a un botadero. Se estima que la cantidad de pilotes, por las condiciones del suelo, será considerable, lo que probablemente vuelva crítica la construcción de la estación.
Salida hasta ROW del OCP y entrada de los oleoductos Secundarios	La salida del ducto desde la estación hasta el ROW del SOTE no es complicada, se puede hacerla pasando por detrás de las pocas zonas urbanizadas al costado sur de la vía a Quito. El o los ductos secundarios que lleven el crudo a la estación pueden llegar rodeando la	La salida desde la estación hasta el ROW del SOTE es más complicada, pues el ducto tiene que rodear toda la ciudad por su costado norte, pasando cerca de urbanizaciones recientes y utilizando para ello accesos a pozos y calles públicas. La llegada de el o los ductos	La salida hasta el ROW del SOTE desde la estación es Corta y fácil pues se puede Instalar la tubería al costado de una calle secundaria de 6 m de ancho pero que Tiene un derecho de vía de 3 m al costado de cada Borde. La longitud es solamente 1.2 Km.	La salida desde la estación hasta el ROW del SOTE es complicada puesto que hay que rodear en su totalidad la ciudad. La llegada de el o los ductos secundarios es fácil pues no tienen que entrar a la ciudad ni rodearla.

Tabla 4.2-1 Terminal Amazonas – Selección de Sitio				
Descripción	Sitio Pozo 5	Sitio E	Sitio B	Area Propuesta Al Este
	ciudad por el sur cruzando entre la reserva militar y el R. Aguarico.	secundarios a la estación es bastante complicada pues se debe evitar el aeropuerto y atravesar un sector de lomas	La llegada de el o los ductos Secundarios se puede hacer por el costado sur de la ciudad, Entre la reserva militar y el río Aguarico, cruzar la vía a Quito y entrar por la misma calle que Utiliza el OCP, utilizando el Borde opuesto.	
Entorno de cada ubicación	Alrededor de la estación existen mayormente potreros y bosques intervenidos. Desde la estación hasta el ROW no hay zonas muy pobladas, salvo fincas dispersas y pequeños caseríos.	Alrededor de la estación existen mayormente potreros y cultivos de café, banano y yuca. Existen fincas dispersas por lo que no es un sector muy poblado. Sin embargo, la vía a Colombia es un camino muy transitado con tendencia a poblarse.	El sitio de la estación se encuentra parcialmente Dentro de una lotización Reciente que no se ha poblado Todavía, por lo que al estar los Terrenos desocupados es fácil Procurarse una zona de retiro Para seguridad. La otra parte está rodeada de potreros y bosque	La estación estaría rodeada de potreros y cultivos, por lo que no se trata de un sector muy poblado, salvo por fincas dispersas. El crecimiento de la ciudad es menos acelerado hacia este sector.

Tabla 2.4-2 Alternativas para Terminal del OCP en Esmeraldas		
Descripción	Sitio A	Sitio B (Seleccionado)
Localización geográfica con respecto al terminal existente de Balao	2 Km. hacia el Suroeste de la playa existente de tanques de Petroecuador. Tras el Batallón de Infantería de Marina Balao.	3 Km al Oeste de la playa existente de tanques. Se ingresa desde la vía Esmeraldas - Atacames y se recorren 7 Km. Sector del estero Fornillo.
Coordenadas referenciales	N 10'105.000 E 642.000	N 10'105.000 E 644.000

<p align="center">Tabla 2.4-2 Alternativas para Terminal del OCP en Esmeraldas</p>		
Descripción	Sitio A	Sitio B (Seleccionado)
Marco geológico		
<i>Morfología</i>	Fuertemente inclinada a montañosa	Fuertemente inclinada a montañosa
<i>Litología</i>	El subsuelo del sitio donde se han proyectado los tanques de almacenamiento está constituido por: limos arcillosos de alta compresibilidad (MH), arcillas limosas de alta plasticidad (CH), arenas limosas no-plásticas (SM) y estratos aislados de arenas limo arcillosas (SC). No se detectó nivel freático.	El subsuelo del sitio donde se han proyectado los tanques de almacenamiento está constituido por: limos arcillosos de alta compresibilidad (MH), arcillas limosas de alta plasticidad (CH), arenas limosas no-Plásticas (SM) y estratos aislados de arenas limo arcillosas (SC). No se detectó nivel freático.
<i>Hidrología y drenaje</i>	La playa de tanques se encuentra en la cima de un cerro, por lo que todas las aguas de escorrentía son drenadas en forma natural hacia los esteros de las faldas. Las cuencas hidrográficas de estos esteros no son grandes y por hallarse la zona bastante deforestada, los caudales no son considerables.	La playa de tanques se encuentra en la cima de un cerro, por lo que todas las aguas de escorrentía son drenadas en forma natural hacia los esteros de las faldas. Las cuencas hidrográficas de estos esteros no son grandes y por hallarse la zona bastante deforestada, los caudales no son considerables.
Descripción de las condiciones generales del suelo para fines de cimentación de obras	Las condiciones del suelo y subsuelo de fundación de los tanques son adecuadas para pensar una cimentación superficial, con anillo de cimentación y cambio de suelo.	Las condiciones del suelo y subsuelo de fundación de los tanques son adecuadas para pensar una cimentación superficial, con anillo de cimentación y cambio de suelo. Las capacidades portantes arrojadas por los ensayos de mecánica de suelos son aceptables para soportar las solicitaciones dinámicas producidas por los tanques.

Tabla 2.4-2		
Alternativas para Terminal del OCP en Esmeraldas		
Descripción	Sitio A	Sitio B (Seleccionado)
Calificación del movimiento de suelos	<p>El movimiento de suelos fue ya Realizado anteriormente, en su mayoría, por Petroecuador, quien planeaba ampliar su playa de tanques a ese lugar.</p> <p>Lamentablemente, posteriormente a la conformación de la plataforma, Petroecuador ha estado utilizando parcialmente este lugar como botadero para disponer el material de desalojo de las obras de estabilización de taludes de la playa de tanques existentes. Dicha disposición ha sido hecha al volteo y no por compactación controlada, por lo que Habría que recoger de nuevo todo ese material y colocarlo adecuadamente. Esto implica la necesidad de construir accesos de máquina ladera abajo para volver a acarrear este material.</p>	<p>El movimiento de suelos es considerable, dado que es necesario conformar la plataforma de la playa de tanques, Sin embargo es algo que no puede evitarse, dado que para su funcionamiento a gravedad, el terminal requiere tener una cota elevada sobre el nivel del mar y esto se consigue solamente sobre un cerro, tal como lo hizo anteriormente Petroecuador para construir las instalaciones marítimas del SOTE.</p> <p>Sin embargo, lo importante es disponer adecuadamente del material de excavación y no desalojarlo y regarlo al volteo ladera abajo o en sitios en los que se pudiera obstruir drenajes naturales. A causa de esto es que Petroecuador ha tenido problemas de estabilidad de taludes en su playa de tanques. El material cortado será compactado controladamente al costado de la ladera, debidamente preparada, o en botaderos adecuados.</p>
Entorno de cada ubicación	<p>Los terrenos alrededor de este sitio son los pertenecientes al Batallón Balao de la Marina, los cuales han sido ocupados con facilidades o se han convertido en Potreros. Las laderas con fuerte pendiente de los cerros costaneros conservan en regular estado su vegetación original.</p>	<p>Mayormente, el terreno seleccionado, pertenece a PetroIndustrial y es parte de la extensión de los terrenos del complejo de refinería. El terreno, sin embargo, ha sido ocupado por poseionarios que han sembrado maíz y sandía. Las laderas conservan en estado regular su vegetación original, dado que los árboles aprovechables han sido talados.</p>

Tabla 2.4-2 Alternativas para Terminal del OCP en Esmeraldas		
Descripción	Sitio A	Sitio B (Seleccionado)
Superficie disponible	El área disponible en este lugar no era suficiente para albergar 5 tanques de 540.000 barriles cada uno, ahora que la capacidad del ducto se ha incrementado y por tanto la capacidad de almacenamiento también, y son necesarios 5 tanques de 750.000 barriles, no hay forma de hacerlos alcanzar en este predio.	El área de la que se puede disponer en este lugar, al conformar la plataforma de la playa de tanques, es suficiente para albergar los 5 tanques de 750.000 barriles cada uno, más sus cubetos y todas las instalaciones necesarias para la operación del terminal del OCP.

4.2.3 Localización de Facilidades

Parte de las facilidades que integran el proyecto total, constituyen las estaciones de bombeo y reductoras de presión que serán conectadas al OCP, por lo que se han definido varios sitios en donde se emplazarán este tipo de instalaciones. La tabla 4.2-2 resume los datos de localización.

Tabla 4.2-2 Localización de las Facilidades			
FACILIDAD	NOMBRE	COORDENADAS UTM	
		NORTE	ESTE
PS # 1	Amazonas (Lago Agrio)	10 010800	286600
PS # 2	Cayagama	9 997750	228700
PS # 3	Sardinas	9 952050	182000
PS # 4	Páramo	9 959400	822100
PRS # 1	Chiquilpe	9 995230	765850
PRS # 2	Puerto Quito	10 009000	726350
Terminal Marino	Terminal Marino OCP	10 104700	641900

4.3 Alternativas de Diseño

4.3.1 Diseño del Oleoducto

4.3.1.1 Diámetro de la Tubería

El cálculo hidráulico del sistema de tuberías que integran el nuevo oleoducto, incluyó varias opciones de diseño operacional con el uso de simulaciones por computadora a fin de determinar la línea óptima y los mejores diámetros de la tubería necesarios para lograr las velocidades de flujo deseadas bajo las condiciones operacionales anticipadas y dentro de criterios de seguridad operacional del sistema, incorporando criterios de seguridad de diseño. Para determinar el diseño más efectivo en términos de costos, se hizo una comparación del ahorro en el costo del capital invertido en una tubería de diámetro más pequeño con el capital adicional y los costos operativos que implicaría el uso de estaciones intermedias de bombeo que serían requeridas para superar las crecientes pérdidas de presión.

4.3.1.2 Protección Contra la Corrosión

Se consideraron diferentes métodos para la protección contra la corrosión de la tubería, los cuales variaron desde una ausencia de protección total hasta la colocación de un sistema integral de protección catódica. La alternativa seleccionada fue una combinación de los siguientes elementos:

- Recubrimiento de la tubería para protección externa contra la corrosión;
- Protección catódica; y

- Anodos de sacrificio.

4.3.2 Alternativas de Fuentes Primarias de Energía

Entre los criterios empleados para seleccionar los equipos utilizados como fuentes primarias de generación eléctrica incluyeron:

- Emisiones gaseosas mínimas;
- Disponibilidad, costo del combustible y suministro eléctrico confiable;
- Capital de inversión inicial; y
- Costos de mantenimiento durante el ciclo de vida.

4.3.2.1 Motores Impulsados por Petróleo Crudo

Esta alternativa se ha convertido en la alternativa óptima por satisfacer cabalmente los criterios antes descritos. Al igual que la alternativa anterior el capital de inversión es razonable y a largo plazo los costos de su implementación en el Proyecto son muy aceptables. La disponibilidad del petróleo crudo a un costo mínimo permite considerar a esta fuente de generación como la opción más lógica y primordial.

4.4 Alternativas de Métodos de Construcción

4.4.1 Técnicas de Construcción del Oleoducto

En la evaluación de las técnicas aceptables de construcción del oleoducto se consideró una serie de factores, entre los que se incluyeron el grado de intervención preexistente a lo largo del derecho de vía proyectado, las restricciones de amplitud del derecho de vía y la estabilidad de los suelos. Por lo tanto, es posible que una técnica que se considere inaceptable para un segmento podría ser aceptable para otro. Las técnicas seleccionadas incluyeron aquellas que más estrechamente satisfacían los siguientes criterios:

- Proveer la máxima seguridad, estabilidad y factibilidad constructiva;
- Reducir al mínimo los impactos sociales, culturales y ambientales; y
- Reducir al mínimo el costo y tiempo de construcción y el área total impactada.

4.4.2 Ventajas entre Tubería Enterrada vs. Tubería en superficie

Cuando se elige la mejor ruta para la construcción de un oleoducto, se busca aquella ruta que permita garantizar la estabilidad y seguridad integral del oleoducto a instalar compensando y nivelando esta necesidad con aquella ruta que a su vez represente el menor daño hacia el medio ambiente.

El Oleoducto OCP no escapa de esta regla general, con la particularidad de que la tubería a instalar es de gran diámetro por lo que las técnicas constructivas en este caso se ven limitadas dado el tamaño y peso de la cañería para poder efectuar una instalación teniendo en cuenta las medidas de prevención de accidentes y minimización de riesgos para el personal durante la construcción.

Para poder conducir el fluido para el cual fue construido, en este caso crudo pesado, es necesario que el fluido a transportar se encuentre a una temperatura aproximada de 60/70°C.

Aquí se encuentra con la primera ventaja de construir el ducto enterrado debido a que es necesario el aporte de menor energía para poder mantener el fluido en condiciones de ser transportado, mientras que para el caso de colocarse sobre superficie se debería aportar durante el trazado una cantidad adicional de energía para mantener el fluido en condiciones de ser transportado.

Por otro lado el ducto de gran diámetro tiene un peso aproximado de 2500 a 3000 Kg. cada tramo de tubería. Esto hace que sea muy difícil su manipuleo sin la utilización de equipos especiales de izaje, por ello aquí no se encuentra diferencia en la metodología constructiva entre tubo enterrado vs. tubo superficial debido a que el ancho del derecho de vía necesario para poder efectuar la construcción por cualquiera de los métodos es el mismo.

Otro punto a tener en cuenta es el impacto paisajístico. En este punto hay una clara ventaja del método constructivo de tubo enterrado vs. tubo superficial ya que para el primer caso luego de instalada la cañería no habría ningún impacto visual de la misma mientras que para el caso de tubo superficial este quedaría durante toda la vida útil del oleoducto un tubo de 70 cm de diámetro apoyado sobre marcos tipo H sobre elevado unos 50 cm del piso en todo el largo de la ruta generando impacto visual y una barrera muchas veces infranqueable para la fauna tanto doméstica como salvaje.

Otro punto importante a favor de la tubería enterrada es que ante la aparición de movimientos telúricos la disipación de energía del mismo a través del tubo es infinito debido a que la misma se encuentra simplemente apoyada en toda su longitud, mientras que en el caso de la tubería colocada superficialmente, los puntos de disipación de energía solamente estarán dados por los puntos de apoyo de la tubería en los marcos tipo H.

Otro punto a tener en cuenta es la posibilidad de rotura de la tubería ante movimientos en masa, aquí nuevamente se tiene una gran ventaja de la tubería enterrada debido a que la profundidad mínima de tapado en prácticamente toda su longitud, contempla la posibilidad de deslaves o movimientos en masa, mientras que la tubería colocada superficialmente ante la aparición de un deslave o movimiento en masa se comportaría como una barrera ante este movimiento generando que la tubería se rompa con el consecuente daño a veces irreparable para el suelo, la flora y la fauna.

Muestra de ello se tiene las roturas producidas en el SOTE especialmente en aquellos lugares en que el oleoducto está colocada en forma superficial. Resumiendo las ventajas de colocar la cañería enterrada vs. aérea son:

- Mayor estabilidad del oleoducto.
- Menor impacto paisajístico.
- Menor posibilidad de colapso ante movimientos telúricos.
- Menor posibilidad de colapso ante movimientos en masa.
- No representa una barrera física para la fauna doméstica y/o salvaje.
- Menor necesidad de aporte adicional de energía para mantener la temperatura del fluido a transportar por lo tanto menor necesidad de instalación de facilidades adicionales.

4.4.3 Técnicas Constructivas en Areas Sensibles

En la Tabla 4.4-1, se presenta las diferencias constructivas entre un método convencional constructivo para tuberías de gran tamaño y un método especial desarrollado para ser utilizado en áreas ambientalmente sensibles.

Tabla 4.4-1		
Técnicas Constructivas en Areas Sensibles		
Item	Construcción Normal	Construcción en Areas Sensibles
Método constructivo	Tubería enterrada	Tubería enterrada
Derecho de Vía	20 metros	9 metros (B.P. Alta Cuenca Rio Guayllabamba)
Diámetro de la Tubería	24" – 32" – 34" –36"	24"
Secuencia constructiva	Desbroce	Desbroce
	Nivelación	Nivelación
	Zanjeo	Desfile
	Desfile	Curvado
	Curvado	Soldadura
	Soldadura	Revestimiento
	Revestimiento	Zanjeo, bajada y tapada
	Bajada y Tapada	Recomposición del suelo
	Recomposición del suelo	
Spread (frente)	Abierto. Mayor cantidad de equipos operando. Alto nivel de exposición al ruido.	Compacto. Poca cantidad de equipos. Bajo nivel de exposición al ruido.
Afectación	Durante todo el período constructivo.	Corto. 120 días Una vez finalizada la construcción en esta zona, se clausura la misma
Tráfico	SI	NO
Pista utilizada como camino operativo	SI	NO
Construcción accesos	SI. Múltiples	NO en Mindo
Recomposición	Física para favorecer la revegetación natural.	Física para favorecer la revegetación natural, métodos de bioingeniería, hidro-siembra, revegetación con especies criadas en vivero.

4.5 Alternativa de “No Acción”

La alternativa de “No Acción” significa que el Proyecto del Oleoducto para Crudos Pesados no se ejecute ya sea por decisión del Gobierno del Ecuador o del Consorcio OCP Ecuador S.A. Aunque la alternativa en realidad no es práctica, esta no causaría ningún impacto al ambiente natural, pero sí un muy alto impacto al componente socioeconómico del área de influencia del proyecto.

Existe una razón fundamental por la cual ésta alternativa no es práctica. El Gobierno del Ecuador luego de varios años de postergación del proyecto debido principalmente a la falta de recursos económicos, autorizó a través del Ministerio de Energía y Minas, la construcción del Oleoducto de Crudos Pesados bajo iniciativa privada, para lo cual reformó la Ley de Hidrocarburos, a fin de permitir la inversión privada en el proyecto. Por lo expuesto se puede evidenciar que el Gobierno del Ecuador nunca planificó excluir la iniciativa privada para la ejecución del mismo.

El País cuenta en la actualidad con el Sistema de Oleoducto Trans-Ecuatoriano (SOTE), construido en la década de los 70 y registra hasta el momento tres ampliaciones sucesivas en su capacidad de transporte. En promedio su capacidad sostenible actual es de 390.000 barriles diarios de petróleo de 24 grados API⁴. La construcción del nuevo oleoducto tiene por objeto evacuar el crudo pesado proveniente de los campos de producción de las empresas privadas, permitiendo de esta manera el incremento de la producción de crudo de mejor calidad que se produce en los campos de Petroecuador. Sin este nuevo proyecto, las condiciones de transporte seguirán siendo restrictivas y desventajosas para el País, por lo que resulta totalmente inconveniente pensar en la no ejecución del proyecto.

4.5.1 Afectaciones Económicas

En el caso de considerar el supuesto de no realizar el proyecto, bajo esta alternativa el Estado Ecuatoriano perdería anualmente alrededor de 428 millones de dólares, aproximadamente a los precios internacionales actuales de crudo. En el sector externo se dejaría de percibir un mayor flujo de ingresos provenientes de las exportaciones adicionales de petróleo ya que no se contará con la capacidad adicional para evacuar una mayor producción. Adicionalmente se impedirá el ingreso de divisas por las importaciones de los equipos y materiales que según estimaciones el 50 % provienen del extranjero.

Por otro lado se desalentarían las inversiones adicionales petroleras que se programaron para incrementar sus campos de producción. Las obras de exploración y explotación en los campos adjudicados a las petroleras privadas determinan inversiones directas por 1500 millones de dólares, las mismas que también serían afectadas por la negativa supuesta a la ejecución del proyecto OCP.

En el sector fiscal, el impacto mayor se dará por dejar de recibir los ingresos por la exportaciones del crudo pesado.

⁴ El Comercio.- 16 de Enero del 2001.

La no construcción del OCP, tiene un efecto negativo para el Estado caracterizado como el lucro cesante que considera los ingresos que el Fisco deja de percibir por concepto de impuestos y aranceles que generará la obra, así como, las inversiones adicionales relacionadas con la exploración y explotación en campos de las petroleras privadas. Se consideran también los ingresos que se dejan de percibir por la participación del estado en la operación del ducto.

El Contrato entre el Gobierno del Ecuador y OCP Ecuador S.A. generará un ingreso extra de al menos 70 millones de dólares, durante la vigencia del contrato, según estimaciones del Ministerio de Energía y Minas (El Comercio.- 16 de Enero del 2001). Este ingreso se lo anulará con la alternativa de No Acción propuesta.

En el campo empresarial la “no construcción” del oleoducto tendría un efecto negativo, ya que en febrero del 2001, el índice de confianza empresarial empezaba a incrementarse en un 45 % (Deloitte & Touche .- El Hoy 5 de Marzo del 2001). El empresariado considera positiva el ingreso de recursos generado por el OCP. La alternativa de No Acción, impedirá este crecimiento del índice global de confianza empresarial del País y consecuentemente se generará un debilitamiento del sector.

Por último, se considera que la negativa al proyecto, representará para el país un nueva postergación que se refleja en una mala imagen para la inversión extranjera en el área de hidrocarburos.

4.5.2 Afectaciones Socioeconómicas

Con la no ejecución del proyecto, una importante parte de la población del País, distribuida en las tres regiones dejaría de obtener el empleo temporal que generaría la construcción del Oleoducto y sus facilidades. Datos de prensa (El Comercio.- 21 de Marzo del 2001) presentan los siguientes datos de ocupación de mano de obra local: 5000 puestos directos y 10 indirectos por cada uno de los anteriores. Estimaciones de algunas empresas determinan que el nuevo oleoducto demandará alrededor de 57.000 puestos de trabajo, de los cuales el 90 % será ecuatoriano.

4.5.3 Conclusiones de la Alternativa de “No Acción”

La alternativa que elimina la ejecución del proyecto, no presenta ningún tipo de impacto en los recursos naturales y etno-culturales del área de influencia del proyecto, sin embargo conlleva impactos negativos muy importantes tanto para la economía general del Ecuador, como para el aspecto socioeconómico de las tres regiones del Ecuador incluidas en el área de influencia del proyecto, reflejada en una frustración al desarrollo de programas de empleo temporal que ofrece la construcción del OCP. La opinión de los distintos sectores del País, se presenta totalmente favorable a la construcción del nuevo oleoducto para crudos pesados.