
OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS ESTUDIOS AMBIENTALES

***METODOLOGIA CONSTRUCTIVA A SER
APLICADA EN EL BOSQUE PROTECTOR
MINDO-NAMBILLO Y CUENCA ALTA DEL
RIO GUAYLLABAMBA***

Preparado para:



OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS
(OCP) ECUADOR S.A.

Preparado por:

E N T R I X

ENTRIX Inc.

Quito – Ecuador

TECHINT

Abril 2001

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1-1
1.1 DEFINICIONES.....	1-1
2. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS ALTERNATIVOS.....	2-1
2.1 MÉTODOS CONSTRUCTIVOS	2-1
2.1.1 <i>Alternativa 1: Sistema de Monoriel – Nikkari Monorack</i>	<i>2-1</i>
2.1.2 <i>Alternativa 2: Sistema de Cable Carril – Cantieri Seik.....</i>	<i>2-2</i>
2.1.3 <i>Alternativa 3: Sistema Constructivo Restringido</i>	<i>2-4</i>
2.2 PLAN DE EJECUCIÓN.....	2-5
2.2.1 <i>Alcance</i>	<i>2-5</i>
2.2.2 <i>Plan de Ejecución Sector El Campanario – El Castillo (Cable Carril) ..</i>	<i>2-5</i>
2.2.3 <i>Plan de Ejecución sector San José – Cerro El Campanario y Cerro El</i> <i>Castillo – Loma Murillo (Sistema Constructivo Restringido).....</i>	<i>2-11</i>

FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la sensibilidad que se observa en el sector de Mindo – Nambillo y especialmente entre los cerros El Campanario y El Castillo, se han analizado diferentes metodologías constructivas específicas para esta zona tal como se desarrollarán más adelante, para minimizar de esta manera los impactos ocasionados como consecuencia de la construcción.

1.1 Definiciones

Para el mejor entendimiento de las metodologías constructivas, es necesario puntualizar en las siguientes definiciones:

- **Barrera de protección:** Estructura diseñada y construida a lo largo del límite inferior de la plataforma de trabajo, para retener el suelo producto del corte y la cobertura orgánica. Esta barrera será construida utilizando los árboles existentes como soporte vertical, y como soporte transversal se utilizarán los árboles y follajes cortados en el área intervenida.

Si existiesen sectores donde los árboles existentes no fueran suficientes en tamaño o en cantidad, se hincarán puntales o pilotes fabricados de materiales tales como perfiles de acero, barras de perforación usadas, vigas de hormigón, etc.

Como soporte horizontal podrán utilizarse geotextiles, malla de alambre, tubería de acero, placas o tableros de hormigón premoldeado, etc.

- **Cobertura Orgánica:** Está constituida por los primeros 20 centímetros de suelo que contiene raíces, vegetación, restos de ramas, hojas, etc.

2. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS ALTERNATIVOS

2.1 Métodos Constructivos

Ante la realidad de encontrarnos con el desafío de atravesar una zona de alta sensibilidad, como es la del objeto de este apartado, hemos explorado alternativas constructivas que mitiguen el impacto ambiental en este sector.

Las alternativas constructivas analizadas, priorizan en primera medida disminuir el ancho de la apertura de la trocha y la tala de árboles. A continuación se listan y exponen las metodológicas analizadas:

2.1.1 Alternativa 1: Sistema de Monoriel – Nikkari Monorack

Este sistema fue utilizado en el Proyecto Villano por la empresa Arco Oriente. El diámetro de la tubería utilizada en este proyecto y en consecuencia su peso y las pendientes del terreno donde se instaló la tubería permitieron que parte del montaje de la tubería se realice utilizando un sistema basado en un Monoriel, sobre el cual se montó un sistema motorizado de tracción para transportar la tubería.

En este proyecto la tubería era de 12 pulgadas y el ancho de la plataforma de servicio varió entre los 4 y 5 m., como puede apreciarse en la foto de abajo.

Foto 1



En el caso del sector de Mindo, el peso de la tubería nos exige utilizar el sistema de Triple Riel con un sistema de tandem para la tracción de la carga. Esta situación sumada a que la tubería en este sector será de 24" de diámetro, nos obliga a pensar en una plataforma de servicio de 6 a 7 m de ancho promedio.

Foto 2



Ahora bien, habiendo recolectado toda la información requerida por el fabricante de este sistema para analizar su implementación, el mismo concluyó que las pendientes abruptas que presenta la altimetría del sector de Mindo, sumado al peso de la tubería no garantizan el éxito de esta alternativa.

Para adecuar el trazado al uso de este sistema evitando las pendientes abruptas, deberíamos abandonar el filo del cerro y ubicarlo a media ladera del mismo, donde los daños en la construcción al efectuar el corte para la plataforma serían sensiblemente mayores.

Por las razones expuestas hemos abandonado esta alternativa como una de las posibles a implementar en la construcción del OCP en el sector de Mindo.

2.1.2 Alternativa 2: Sistema de Cable Carril – Cantieri Seik

El sistema de Cable Carril que hemos considerado proviene de la industria Forestal donde las empresas que explotan los bosques requieren extraer la madera sin impactar al medio ambiente con la construcción de múltiples caminos de accesos.

Mas allá de la industria forestal, se ha estado implementando en el área de la construcción y mantenimiento transportando materiales y equipos. Sabemos de la construcción de un oleoducto aplicando esta metodología en la República de China y en Tailandia.

Foto 3



Como vemos, esta es una alternativa que consiste en un cable carril que cuenta con una postación a lo largo del tendido que permite lograr los giros verticales y horizontales. Sobre este cable carril va montado un carro con un guinche que permite subir y bajar carga.

Este sistema permite minimizar el ancho de la apertura de la plataforma de trabajo debido a que una vez realizada la apertura de la plataforma de servicio e instaladas las columnas que alinean el cable carril, los equipos menores y la tubería pueden ser ingresados hasta el lugar de construcción por medio del carro de carga, minimizando el ingreso de equipos de gran tamaño.

Esta metodología constructiva especial será utilizada para la construcción del oleoducto en el sector comprendido entre el cerro El Campanario y cerro El Castillo.

Este Plan Constructivo ha sido desarrollado usando el aporte técnico y ambiental de profesionales altamente calificados y ha sido preparado tomando en consideración la mejor información física y ambiental disponible. El plan constructivo será refinado durante la ejecución de los estudios de detalle definitivos considerando criterios externos e información ambiental de detalle.

Si durante la construcción se presentan problemas físicos no anticipados, dificultades técnicas o otras condiciones mas allá del control de OCP o su contratista, métodos alternativos constructivos podrán ser aplicados empero siempre manteniendo los objetivos iniciales del proyecto los cuales incluyen la protección al medio ambiente.

La decisión de proceder con cualquier modificación a este Plan Constructivo deberá ser tomada conjuntamente con OCP Ecuador S.A, el contratista, el equipo de monitoreo ambiental y la Subsecretaría de Energía y Minas. El procedimiento a seguir será el establecido en el PMA para fase de construcción.

2.1.3 Alternativa 3: Sistema Constructivo Restringido

En sistema esta caracterizado principalmente por los siguientes aspectos, los cuales serán explicados en mayor detalle más adelante:

- ◆ Instalación previa de barreras de protección continuas para contener el suelo removido durante la construcción de la plataforma.
- ◆ Instalación y monitoreo de trampas de sedimentos en proximidades de las nacientes de quebradas o posibles escurrimientos de agua.
- ◆ Plataforma de trabajo de sólo 9 metros de ancho máximo en promedio.
- ◆ Utilización de retroexcavadora articulada para instalación de barrera de protección.
- ◆ No utilización de bulldozers para movimiento de suelos.
- ◆ Grupo de trabajo especializado y concientizado con la sensibilidad de este sector.
- ◆ Bolsas neumáticas para levantar y facilitar el acoplamiento de tuberías en sectores estrechos.
- ◆ No construcción de caminos de acceso permanentes o de asistencia.
- ◆ Utilización de técnicas de bioingeniería tales como estacas vivas, fascinata, mallas de yute e hidrosiembra.
- ◆ Reconstrucción del perfil del terreno a semejanza de su condición original.
- ◆ Implementación de un vivero específico para el sector de Mindo previo a la construcción, basado en la recolección de semillas por parte de especialistas en el área.
- ◆ Instalación de barreras de control de acceso con guardias las 24 horas en cada extremo del sector.

Un diagrama típico de este método constructivo restringido se encuentra al final de esta sección.

2.2 Plan de Ejecución

2.2.1 Alcance

El alcance de este Plan de Ejecución comprende entre el sector San José coordenadas UTM N 9996851.96 y E 755751.65 y el sector de Loma Murillo coordenadas UTM N 9995185.21 y E 765801.66.

La metodología constructiva del Cable Carril (Alternativa 2) será utilizada entre el Cerro El Castillo coordenadas UTM N 9995135.41 y E 762099.02 y el Cerro El Campanario de coordenadas UTM N 9996481.97 y E 760339.35 .

La metodología constructiva de sistema restringido (Alternativa 3) será utilizada entre el sector San José y el Cerro El Campanario y entre el Cerro El Castillo y la Loma Murillo.

2.2.2 Plan de Ejecución Sector El Campanario – El Castillo (Cable Carril)

Topografía y actividades preliminares

Los grupos de topografía determinarán a lo largo de la ruta la exacta ubicación de la plataforma de trabajo, los anchos de los cortes y la ubicación de la barrera de protección para cada sección.

Un grupo especializado en la identificación de las especies vegetales efectuará un inventario de la flora existente a lo largo de los límites del derecho de vía y recogerá los brotes de árboles, semillas, matorrales, hierbas de todas las especies a ser utilizadas en la recuperación del área intervenida. Un mayor detalle de estos aspectos, puede ser observado en el Plan de Inventario Botánico del EIA del Proyecto.

Se construirá un vivero específico para el sector de Mindo, ubicado en el área de Guarumos, debido a que en este lugar se dispone de espacio, accesos, agua y personal de la zona para mantenerlo. El Plan de Revegetación incluido en el EIA, describe las actividades que se cumplirán en este sector.

La intención es sembrar las semillas colectadas y plantar los cortes en canchas de cría o bolsines ubicados en el vivero lo más pronto posible de manera de asegurar que las especies estén listas para ser replantadas inmediatamente luego de la construcción.

La vegetación y árboles cortados serán previamente registrados y contabilizados, a manera de inventario para conocimiento de cantidad de especies por tipo y tamaño.

Desbroce

Una vez realizada la demarcación del ancho, se comenzará con el desbroce de la vegetación existente. En una primera instancia se efectuará el desbroce de unos 4 metros aproximadamente, para luego ubicar definitivamente la plataforma nivelada de trabajo en los 7 metros de ancho promedio necesarios, minimizando dentro de lo posible el corte de grandes especies arbóreas.

Esta actividad se realizará con machete para la vegetación pequeña y con motosierra para aquellas especies de más de 20 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP), a las que se les dejará un muñón de aproximadamente un metro de altura el que luego será extraído mediante el uso de retroexcavadora, en igual forma se procederá con las especies menores al diámetro anteriormente indicado.

Esta manera de efectuar la tala de árboles permite garantizar la dirección de caída sobre la plataforma o pista de las especies que son cortadas y evitar que se deterioren especies aledañas.

Las especies caídas serán trozadas separando el ramaje del tronco para luego ser utilizadas en la construcción de la barrera de protección.

Una vez que la vegetación ha sido desbrozada, una pequeña retroexcavadora articulada (Tipo Kaiser S2 o similar) construirá una estrecha plataforma de trabajo a lo largo del límite inferior del área afectada para así iniciar la construcción de las barreras de protección.

Esta pequeña retroexcavadora articulada estará también equipada con un dispositivo para hincar los puntales o pilotes en aquellos lugares donde los árboles existentes no sean suficientes.

Barreras de Sedimentación

Simultáneamente a las tareas de desbroce, se instalarán barreras de sedimentación en las nacientes de las quebradas que finalizan en el Río Mindo y/o en el Río Tandayapa. Estas barreras secundarias tienen por objetivo detener en una segunda instancia el suelo que pudiese superar o filtrar la barrera de protección, eliminando así la posibilidad de contaminar con sólidos las cuencas de los ríos.

Estas barreras serán monitoreadas periódicamente y especialmente luego de las lluvias. Las barreras se retirarán a juicio del especialista ambiental cuando se haya concluido la ejecución de la obra en este sector.

La ubicación de estas barreras a construirse se encuentra indicadas en los planos de elevación adjuntos.

Remoción de la cobertura orgánica superficial

A medida que la construcción de la barrera de protección finalice, se iniciará la remoción de la cobertura orgánica de la plataforma de trabajo, colocándola contra la barrera de protección.

En los sectores aledaños a la barrera de protección esta tarea será realizada con la ayuda de la pequeña retroexcavadora articulada. En el resto del área intervenida la remoción se hará con una retroexcavadora convencional.

Esto asegurará que la última porción de material removido durante la limpieza final del área de almacenamiento temporal contra la barrera, sea de tipo orgánico. Este material recuperado y esparcido sobre el perfil de terreno reconstituido proveerá un medio adecuado para el restablecimiento de la vegetación.

Apertura y nivelación del terreno

Una vez efectuada la remoción de la cobertura orgánica, se comenzará a efectuar la nivelación y apertura del terreno mediante el uso de retroexcavadoras y topadoras con winche, solo como equipo de retención de la retroexcavadora en aquellos sectores que por razones de seguridad se requiera. El detalle de este proceso, para los diferentes segmentos, se puede observar en las figuras de las Secciones Transversales incluidas al final de éste plan.

El suelo resultante de esta tarea será desplazado hacia la barrera de protección. Los cortes a realizar y el movimiento de suelo para la nivelación será el mínimo necesario para conformar una plataforma de trabajo nivelada de 7 metros de ancho, en promedio.

Para minimizar el movimiento de suelo a realizar se priorizará el curvado de las tuberías, dentro de los límites permisibles, o la utilización de curvas inducidas en caliente, a una remoción excesiva de materiales por nivelación.

De acuerdo a los estudios preliminares realizados en el sector, no se espera encontrar macizos rocosos durante la apertura de pista, sin embargo si esto ocurriera se utilizarán explosivos para su remoción. Actualmente existen metodologías que permiten realizar voladuras de roca en forma controlada, las cuales minimizan la proyección de material y reducen considerablemente los niveles de ruido al momento del estruendo.

El horario de detonación de los explosivos será informado oportunamente a quién corresponda. Los fragmentos de roca producto de la voladura, serán acomodados de forma tal de evitar el desprendimiento de los mismos ladera abajo.

Montaje del Cable Carril

Una vez efectuado el desbroce del terreno y conformada la plataforma de trabajo, será necesario el montaje de las torres soporte del cable carril a lo largo de la misma.

La ubicación de estas torres a lo largo del trazado, responde a requerimientos de ingeniería de diseño del fabricante y puede observarse en los planos de elevación adjuntos.

La cantidad de torres a instalar permitirán disminuir la catenaria del cable y absorber las variaciones verticales y horizontales del terreno.

Las torres portantes del cable serán instaladas sobre la plataforma de trabajo y requerirán de un sobre ancho adicional debido a que es necesario instalar junto con ellas bloques de fundación de °H°A y tensores soporte anclados al suelo.

Accesos al área

Tal lo adelantado, no se construirán accesos dentro del sector.

Para poder acceder a los límites de la sección contenida entre los cerros El Castillo y El Campanario, se construirá un acceso temporal desde el camino Guarumos – Tandayapa hasta el Cerro Guarumos y otro desde el camino Bella Vista – Santa Rosa hasta el Cerro La Bola.

Ambos accesos tendrán vallas de control con guardias, las 24 horas del día.

Acopios temporales de tubería

Debido a que en el sector del cerro El Campanario y cerro El Castillo se prevé montar el cabrestante impulsor del sistema de cable carril, será necesario contar en dichos sectores con

una zona limitada para el acopio provisorio de tubería con el fin de alimentar el sistema de transporte a lo largo de toda la sección.

Desfile de tubería

El desfile de tuberías se realizará utilizando el cable carril. Este sistema permitirá transportar la tubería directamente a la zona de montaje.

En todos los casos la tubería será apoyada sobre sacos rellenos con suelo del lugar.

Curvado de la tubería

Un equipo de topografía de línea será el responsable de ir relevando todas las curvas a realizar en el tendido de la tubería e irá marcando los caños a ser curvados indicando el tipo de curva, los grados necesarios para acompañar los diferentes niveles, tanto en sentido horizontal como vertical, existentes a lo largo del trazado.

Todas las curvas necesarias para este sector serán ejecutadas en los acopios temporales de tuberías en el cerro El Campanario y el cerro El Castillo.

Apertura de zanja

La apertura de zanja se efectuará justo antes de proceder al montaje de la tubería. El avance de esta actividad estará acorde con la capacidad de bajar y tapar los tubos.

Soldadura de la tubería

El equipo de soldadura irá soldando los tubos uno a uno sobre el nivel de la zanja excavada y bajando inmediatamente la tubería ya soldada.

Luego de efectuada la soldadura, las costuras serán ensayadas mediante métodos no destructivos para verificar su calidad y lograr su aprobación.

Se instruirá al personal de soldadura en la recolección, manejo y disposición de todos los residuos generados por la actividad (electrodos, alambre, cepillos, gratas, vidrios, etc.).

Revestimiento

Luego de ser aprobadas las uniones soldadas, las mismas serán pulidas con chorros de arena, y luego recubiertas con una pintura anticorrosiva.

Bajada y Tapada

La cañería será depositada en el fondo de la zanja y se apoyará sobre sacos rellenos de suelo del lugar, previamente a ello deberá verificarse la no presencia de piedras que pudieran lastimar el recubrimiento de la tubería.

En zonas de pendiente fuerte se colocarán a espacios regulares en función de la inclinación del terreno taponos de zanja, los cuales consisten en colocar dentro de la zanja alrededor de la cañería bolsas rellenas con suelo del lugar conformando una pared, que a intervalos regulares evita la erosión del material de relleno de la zanja.

Una vez bajado cada tramo de tubería o columna, se procederá a efectuar el tapado de la misma utilizando para ello el material extraído durante la excavación.

El material será compactado mediante el paso de la oruga de una retroexcavadora sobre la línea del tubo.

En ningún caso los residuos generados por la construcción serán depositados dentro de la zanja y cubiertos por el material de relleno.

Pruebas de hermeticidad o resistencia.

Una vez que la tubería ha sido tapada, se realizará la prueba de resistencia de la misma para lo cual se presurizará la línea en secciones de largo variable, ya sea con aire o con agua, a una presión superior a la de operación.

La prueba en este sector será realizada en solo una sección continua, estando los extremos de la misma y sus correspondientes cabezales fuera de esta área.

Desmontaje del Cable Carril

Una vez que se haya comprobado con la prueba de hermeticidad la resistencia de la tubería, se hayan retirado todos los elementos utilizados para el montaje y prueba de hermeticidad y se verifique que no es necesario transportar hacia la zona ningún elemento o material adicional, se procederá a desmontar el cable carril y sus torres soporte, quedando únicamente la plataforma de servicio y la tubería enterrada.

Recomposición inicial

Las tareas de recomposición se iniciarán una vez finalizadas las actividades de bajada y tapada, en los lugares donde la plataforma no deba utilizarse más como acceso.

Primeramente se comenzará a reconstruir el perfil preexistente con la ayuda de retroexcavadoras, ya sea de laderas, filos o lomos de cerro, recuperando el suelo retenido en las barreras de protección.

Finalmente se reubicará sobre el perfil reconstituido el material orgánico previamente acumulado contra la barrera de protección.

Esta capa constituirá un medio fértil que facilitará la revegetación natural y facilitará de ser necesarias la posterior resiembra y reforestación.

En zonas de pendiente pronunciadas ya sea en cortes o en filos o lomos de cerro recompuestos, se podrán colocar también los árboles talados como barreras, colocándolos en forma de espina de pescado, soportados por estacas clavadas al suelo y con suelo del lugar en el borde de ataque de los mismos, allí también se colocarán estacas vivas de especies de la zona para favorecer el rápido crecimiento de dichas especies y la consecuente estabilización del suelo.

De esta manera se logrará disminuir la velocidad de escorrentía de aguas de lluvia y evitar el comienzo de procesos erosivos sobre la pista.

En zonas de cortes de laderas recuperadas donde la pista cruza nacientes de quebradas, se construirán canaletas transversales de desagüe lateral para evitar que la escorrentía de agua por dichas quebradas arrastre lateralmente el material de recomposición de la pista.

Con bolsas rellenas de suelo del lugar se conformará el fondo y las paredes laterales de estas canaletas de desagüe. Estas canaletas a su vez tendrán según la pendiente del cruce lateral, 2 o 3 escalones con pendiente invertida para de esta manera poder disminuir la velocidad del agua de escorrentía.

Las Barreras de Protección instaladas durante la etapa de conformación de la plataforma de trabajo no serán removidas de su lugar, de manera que aseguren la estabilidad de la pendiente lateral y reduzcan el potencial riesgo de erosión manteniendo la inclinación de esta pendiente menos fuerte.

Recomposición final y revegetación

La recomposición final se iniciará inmediatamente después de terminadas las tareas de reconformación del perfil del terreno.

De acuerdo al Plan de Revegetación (EIA), se procurará mantener el mismo tipo de vegetación nativa de la zona utilizando dos medidas para la revegetación del derecho de vía:

- clavar estacas vivas o transplantar especies obtenidas en zonas adyacentes al derecho de vía.
- recurrir al sembrado por voleo de semillas de especies nativas previamente recolectadas o bien de gramíneas de rápido crecimiento, pasando sobre las mismas una rama pesada o algún otro elemento para efectuar el tapado y mezclado de las semillas con el suelo existente.

Con la adopción de ambas medidas se conseguirá además de una estabilización efectiva y permanente del terreno, el mejoramiento del impacto visual en un corto plazo posterior a la terminación de las actividades constructivas.

Si llegara a ser necesario, dadas las condiciones particulares del terreno (rocoso – fuerte pendiente), será conveniente utilizar métodos de bioingeniería, tales como hidrosiembra, para favorecer la rápida revegetación del área afectada.

Lo descrito anteriormente contribuirá a mantener la estabilidad de los suelos hasta que empiece a generarse la revegetación natural.

Adicionalmente, para garantizar una mejor y mayor revegetación del derecho de vía, se procurará que todas las estructuras superficiales de control de erosión y estabilización estén conformadas o incorporen algún tipo de vegetación que pueda crecer y expandirse con el tiempo.

Se permitirá la revegetación arbórea del área impactada por la construcción dejando un corredor de 4 metros sobre la tubería donde solo se permitirá el crecimiento de gramíneas.

De la misma manera, se recompondrá y revegetará el lugar que fuera utilizado para el acopio temporal de tubería y/o curvado de la misma y montaje del guinche del cable carril.

Posteriormente a la recomposición del terreno, se verificará que no se produzca arrastre de sedimentos; y en los lugares en los cuales se compruebe esto, se colocarán barreras de retención que eviten el transporte de estos materiales hasta cursos mayores de agua.

Aquellos cortes que provoquen un impacto visual severo desde caminos de acceso o desde el costado del valle del río Mindo, deberán ser disimulados plantando árboles nativos delante de ellos, en filas espaciadas de 20 a 30 metros, dependiendo de las condiciones del sitio y de la pendiente. De esta forma el impacto visual será de corto plazo, hasta que crezca la vegetación.

Se llevará a cabo, periódicamente después de la construcción, un monitoreo de estabilidad de pendientes, control de erosión y éxito de la revegetación. En los sitios en los cuales se evidencien rasgos de erosión se aplicarán medidas posteriores de remediación; de la misma manera, en los sitios en los que se detecte poco grado de revegetación, se deberá aplicar un tratamiento adecuado para conseguir que la cobertura vegetal se restablezca lo antes posible.

2.2.3 Plan de Ejecución sector San José – Cerro El Campanario y Cerro El Castillo – Loma Murillo (Sistema Constructivo Restringido)

Topografía y actividades preliminares

Los grupos de topografía determinarán a lo largo de la ruta la exacta ubicación de la plataforma de trabajo, los anchos de los cortes y la ubicación de la barrera de protección para cada sección.

Un grupo especializado en la identificación de las especies vegetales efectuará un inventario de la flora existente a lo largo de los límites del derecho de vía y recogerá los brotes de árboles, semillas, matorrales, hierbas de todas las especies, a ser utilizadas en la recuperación del área intervenida.

Se construirá un vivero específico para el sector de Mindo, ubicado en el área de Guarumos, debido a que en este lugar se dispone de espacio, accesos, agua y personal de la zona para mantenerlo.

La intención es sembrar las semillas colectadas y plantar los cortes en canchas de cría o bolsines ubicados en el vivero lo más pronto posible de manera de asegurar que las especies estén listas para ser replantadas inmediatamente luego de la construcción.

Los árboles a ser cortados serán previamente registrados y contabilizados con el fin de inventariar los mismos.

Dada la sensibilidad de la zona es necesario señalar que durante esta etapa de la fase constructiva OCP, el equipo de monitoreo ambiental y Techint evaluarán el trazado y delimitarán zonas críticas dentro de la plataforma de trabajo y su área de influencia directa. El objeto es principalmente delimitar el área crítica y de ser factible realizar micro-variantes a la ruta.

Desbroce

Una vez realizada la demarcación del ancho, se comenzará con el desbroce de la vegetación existente. En una primera instancia se efectuará el desbroce de unos 6 metros aproximadamente para luego reubicar finalmente la plataforma nivelada de trabajo en los 9 metros necesarios, minimizando el corte de grandes especies.

Esta actividad se realizará con machete para la vegetación pequeña y con motosierra para aquellas especies de más de 20 cm diámetro a la altura de pecho, a las que se les dejará un muñón de aproximadamente un metro de altura, el que luego será extraído mediante el uso de retroexcavadora, lo mismo que las especies menores al diámetro anteriormente indicado.

Esta metodología permite garantizar la dirección de caída sobre la plataforma o pista de las especies que son cortadas y evitar que se deterioren especies aledañas.

Las especies caídas serán trozadas separando el ramaje del tronco para luego ser utilizadas en la construcción de la barrera de protección.

Una vez que la vegetación ha sido desbrozada, una pequeña retroexcavadora articulada (Tipo Kaiser S2 o similar) construirá una estrecha superficie de trabajo a lo largo del límite inferior del área afectada para así iniciar la construcción de la barrera de protección.

También dispondrá de un dispositivo para hincar los puntales o pilotes en aquellos lugares donde los árboles existentes no sean suficientes

Barreras de Sedimentación

Simultáneamente a las tareas de desbroce, se instalarán barreras de sedimentación en las nacientes de las quebradas que finalizan en el Río Mindo y en el Río Tandayapa. Estas barreras secundarias tienen por objetivo detener en una segunda instancia el suelo que pudiese superar o filtrar la barrera de protección, eliminando así la posibilidad de contaminar con sólidos las cuencas de los ríos.

Estas barreras serán monitoreadas periódicamente y especialmente luego de las lluvias.

Las barreras se retirarán a juicio del especialista ambiental cuando se haya concluido la ejecución de la obra en este sector.

La ubicación de estas barreras a construirse se encuentra indicadas en los planos de elevación adjuntos.

Remoción de la Cobertura Orgánica Superficial

A medida que la construcción de la barrera de protección finalice, se iniciará la remoción de la cobertura orgánica, colocándola contra la barrera de protección.

En los sectores aledaños a la barrera de protección esta tarea será realizada con la ayuda de la pequeña retroexcavadora articulada. En el resto del área intervenida la remoción se hará con una retroexcavadora convencional.

Esto asegurará que la última porción de material removido durante la limpieza final del área de almacenamiento temporal contra la barrera, sea de tipo orgánico. Este material recuperado y esparcido sobre el perfil de terreno reconstituido proveerá un medio adecuado para el restablecimiento de la vegetación.

Apertura y Nivelación del Terreno

Una vez efectuada la remoción de la cobertura orgánica, se comenzará a efectuar la nivelación y apertura del terreno mediante el uso de retroexcavadoras y topadoras con

winche, sólo como equipo de retención de la retroexcavadora en aquellos sectores que por razones de seguridad se requiera.

El suelo resultante de esta tarea será desplazado sobre la barrera de protección. Los cortes a realizar y el movimiento de suelo para la nivelación será el mínimo necesario para conformar una plataforma de trabajo nivelada de 9 metros de ancho en promedio.

Se prevé reducir el ancho de la plataforma en los sectores donde el filo del cerro y sus pendientes laterales no permitan lograr el ancho necesario sin un considerable movimiento de suelo.

Para minimizar el movimiento de suelo a realizar se priorizará el curvado de las tuberías, dentro de los límites permisibles.

De acuerdo a los estudios preliminares del sector, no se espera encontrar macizos rocosos durante la apertura de pista, sin embargo si esto ocurriera se utilizará explosivos para su remoción. Actualmente existen metodologías que permiten realizar voladuras de roca controladas que minimizan la proyección de material y reducen considerablemente los niveles de ruido del estruendo.

El horario de detonación de los explosivos será informado oportunamente a quién corresponda. Los fragmentos producto de la voladura, serán acomodados de forma tal de evitar el desprendimiento de los mismos ladera abajo.

Accesos al área

Para poder acceder al área se prevén construir los siguientes caminos de accesos temporales tal como puede observarse en la figura 2 adjunta:

- Desde el camino Guarumos – Tandayapa hacia la Loma Murillo.
- Desde el camino Bella Vista – Santa Rosa hacia el cruce de la quebrada Santa Rosa.
- Desde el camino Nono – Alaspungo hacia la Loma Murillo.

Todos los accesos tendrán vallas de control con guardias, las 24 horas del día.

Acopios temporales de tubería

Los equipos que realizarán la apertura de la pista, construirán los acopios temporales a lo largo del trazado para el normal armado de las columnas.

Esas mismas zonas de acopio serán utilizadas para la ubicación del equipo de curvado, cuando por razones de pendiente no pueda curvarse directamente sobre la pista.

Puntos de retención de equipos

Las tareas de montaje requerirán de la asistencia de equipos de tamaño suficiente para retener, por medio de un cable de acero, a los equipos que trabajen directamente en el montaje cuando la pendiente de la plataforma sea mayor a 25 grados.

Desfile de tubería

El desfile de tuberías se realizará utilizando solamente un pipe carrier, a fin de minimizar el tránsito vehicular por la pista.

En todos los casos la tubería será apoyada sobre sacos rellenos con suelo del lugar.

Curvado de la tubería

Un equipo de topografía de línea será el responsable de ir relevando todas las curvas a realizar en el tendido de la tubería e irá marcando los caños a ser curvados indicando el tipo de curva, los grados necesarios para acompañar los diferentes niveles tanto en sentido horizontal como vertical existentes a lo largo del trazado.

En las zonas de baja pendiente, el equipo de curvado realizará las curvas en los caños desfilados (in situ), mientras que en las zonas de fuerte pendiente las curvas serán realizadas en las zonas de acopio temporales, para llevarse finalmente al sector donde serán soldadas.

Soldadura de la tubería

El equipo de soldadura de línea irá soldando los tubos conformando columnas.

Para poder efectuar la soldadura, los tubos deberán elevarse y colocarse sobre camas conformadas por tacos.

En las zonas de fuerte pendiente en cambio, los tubos irán llevándose desde la zona de acopio temporario hacia el lugar de a uno y se irá avanzando de abajo hacia arriba para que la columna quede trabada con el primer tubo soldado el que estará estaqueado al piso para evitar el deslizamiento de la columna.

Luego de efectuada la soldadura, las costuras serán ensayadas mediante métodos no destructivos para verificar su calidad y lograr su aprobación.

Se instruirá al personal de soldadura en la recolección, manejo y disposición de todos los residuos generados por la actividad (electrodos, alambre, cepillos, gratas, vidrios, etc.)

Revestimiento

Luego de ser aprobadas las uniones soldadas, las mismas son arenadas y luego recubiertas con una pintura anticorrosiva.

Las columnas entonces ya están en condiciones de ser bajadas a la zanja.

Excavación de zanja, bajada y tapada

En esta zona, la apertura de zanja se realizará durante los días previos a la bajada o en el mismo día, con el fin de minimizar el tiempo de permanencia de zanja abierta, reduciendo de este modo las posibilidades de desmoronamiento de la misma, de que se caigan animales dentro de la misma y de que se produzcan efectos erosivos como consecuencia de lluvias.

En las zonas donde se encuentre roca, el zanjeo será realizado previo al desfile para evitar el daño a los tubos durante la voladura.

Se irá zanjeando de a tramos de columna armada colocándose el material extraído sobre la plataforma de asistencia en la medida de lo posible.

Previamente a la bajada se probarán las condiciones del recubrimiento anticorrosivo de la tubería mediante el uso de un detector de fugas de aislamiento. En aquellos lugares en que se detectara una fuga en el aislamiento, la misma será reparada mediante la colocación de un parche de las mismas características del recubrimiento.

La cañería será depositada en el fondo de la zanja apoyada sobre sacos rellenos de suelo del lugar, previamente a ello deberá verificarse la no presencia de piedras que pudieran lastimar el recubrimiento de la tubería.

En zonas de pendiente se colocarán a espacios regulares en función de la inclinación del terreno taponos de zanja, que consiste en colocar dentro de la zanja alrededor de la cañería bolsas rellenas con suelo del lugar conformando una pared a intervalos regulares que evita la erosión del material de relleno de la zanja.

Una vez bajado cada tramo de tubería o columna, se procederá a efectuar el tapado de la misma utilizando para ello el material extraído durante la excavación.

El material será compactado mediante el paso de la oruga de una retroexcavadora sobre la línea del tubo.

En ningún caso los residuos generados por la construcción serán depositados dentro de la zanja y cubiertos por el material de relleno.

Pruebas de Hermeticidad o Resistencia.

Una vez que la tubería ha sido tapada, se realizará la prueba de resistencia de la tubería para lo cual se presuriza la línea en secciones de largo variable, ya sea con aire o con agua, a una presión superior a la de operación.

Recomposición inicial

Será importante iniciar las tareas de recomposición una vez finalizadas las actividades de bajada y tapada, en los lugares donde la plataforma no deba utilizarse más como acceso.

Primeramente se comienza a reconstruir el perfil preexistente con la ayuda de retroexcavadoras, ya sea de laderas, filos o lomos de cerro, recuperando el suelo retenido en las barreras de protección.

Finalmente se reubicará sobre el perfil reconstituido el material orgánico previamente acumulado contra la barrera de protección.

Esta capa constituirá un medio fértil que facilitara la revegetación natural y de ser necesarias la posterior resiembra y reforestación.

En zonas de pendiente pronunciadas ya sea en cortes o en filos o lomos de cerro recompuestos, se podrán colocar también los árboles talados como barreras, colocándolos en forma de espina de pescado, soportados por estacas clavadas al suelo y con suelo del lugar en el borde de ataque de los mismos, allí también se colocarán estacas vivas de especies de la zona para favorecer el rápido crecimiento de dichas especies y la consecuente estabilización de dichos suelos.

De esta manera se logra disminuir la velocidad de escorrentía de aguas de lluvia y evitar el comienzo de procesos erosivos sobre la pista.

En zonas de cortes de laderas recuperadas donde la pista cruza nacientes de quebradas, se construirán canaletas transversales de desagüe lateral para evitar que la escorrentía de agua por dichas quebradas arrastre lateralmente el material de recomposición de la pista.

Con bolsas rellenas de suelo del lugar se conformará el fondo y las paredes laterales de estas canaletas de desagüe. Estas canaletas a su vez tienen según la pendiente del cruce lateral, 2 o 3 escalones con pendiente invertida para de esta manera poder disminuir la velocidad del agua de escorrentía.

Las Barreras de Protección instaladas durante la etapa de conformación de la plataforma de trabajo no serán removidas de su lugar, de manera que aseguren la estabilidad de la pendiente lateral y reduzcan el potencial riesgo de erosión manteniendo la inclinación de esta pendiente menos fuerte.

Recomposición final y revegetación

La recomposición final deberá iniciarse inmediatamente después de terminarse las tareas de reconfiguración del perfil del terreno, siguiendo lo especificado en el Plan de Revegetación del EIA del Proyecto.

Se procurará mantener el mismo tipo de vegetación nativa de la zona utilizando dos medidas para la revegetación del derecho de vía:

- clavar estacas vivas o transplantar especies obtenidas en zonas adyacentes al derecho de vía.
- recurrir al sembrado por voleo de semillas de especies autóctonas previamente recolectadas o bien de gramíneas de rápido crecimiento, colocándoles encima una rama pesada para efectuar el tapado y mezclado de las semillas con el suelo existente.

Con ambas se conseguirá además de una estabilización efectiva y permanente del terreno, un impacto visual de corto plazo posterior a la terminación de las actividades constructivas.

Si llegará a ser necesario, dadas las condiciones particulares del terreno (rocoso – fuerte pendiente), será conveniente utilizar métodos de bioingeniería, tales como hidrosiembra, para favorecer la rápida revegetación del área afectada.

Lo descrito anteriormente contribuirá a mantener la estabilidad de los suelos hasta que empiece a obrar la revegetación natural.

Adicionalmente, para garantizar una mejor y mayor revegetación del derecho de vía, se procurará que todas las estructuras superficiales de control de erosión y estabilización estén conformadas o incorporen algún tipo de vegetación que pueda crecer y expandirse con el tiempo.

Se permitirá la revegetación del área impactada por la construcción dejando un corredor de 6 metros sobre la tubería donde solo se permitirá el crecimiento de gramíneas.

De la misma manera, se recompondrán y revegetará aquellos lugares que fueron utilizados para el acopio transitorio de tubería y/o curvado de la misma.

Posteriormente a la recomposición del terreno, se verificará que no se produzca arrastre de sedimentos; y en los lugares en los cuales se produce arrastre evidente de los mismos, se colocarán barreras de retención que eviten el transporte de estos materiales hasta cursos mayores de agua.

Aquellos cortes que provoquen un impacto visual severo desde caminos de acceso o desde el costado del valle del río Mindo, deberán ser disimulados plantando árboles nativos delante de ellos, en filas espaciadas de 20 a 30 metros, dependiendo de las condiciones del sitio y de la pendiente. De esta forma el impacto visual será de corto plazo, hasta que crezca la vegetación.

Se llevará a cabo, periódicamente después de la construcción, un monitoreo de estabilidad de pendientes, control de erosión y éxito de la revegetación. En los sitios en los que se detecte poco grado de revegetación, se deberá aplicar un tratamiento adecuado para conseguir que la cobertura vegetal se restablezca lo antes posible.

FIGURAS

