

ANEXO No 44

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN OBRAS O PROYECTOS ¹

1. INTRODUCCIÓN

En este documento, se desarrollan medidas preventivas estándar, denominadas “Buenas Prácticas Ambientales”, recomendadas como una herramienta de consulta con criterios y lineamientos de carácter general sobre la ejecución, operación y mantenimiento de actividades, obras o proyectos teniendo en cuenta las variables ambientales.

Las Buenas Prácticas Ambientales, son medidas que pueden aplicarse en general a las actividades de los diferentes sectores de proyectos, su aplicación no es de carácter obligatorio, sin embargo, éstas facilitan el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, al mismo tiempo de contribuir a minimizar los impactos ambientales originados por la implementación de los proyectos.

2. MEJORAMIENTO/REHABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO

2.1. IMPACTOS AMBIENTALES A PREVENIR Y/O MITIGAR

- a) Desencadenamiento de procesos erosivos en función a la retirada de la cubierta vegetal (desmonte) a lo largo y ancho de los caminos de acceso y en las áreas necesarias para la construcción de bancos de préstamo, buzones de excedentes y obras de arte.

La exposición del suelo al impacto directo de las gotas de lluvia causa la destrucción de los agregados y constituye una primera etapa en los procesos de remoción y pérdida de suelo (erosión por salpicadura). La intensidad de este proceso dependerá de los factores climáticos, litológicos, topográficos, vegetacionales y edáficos pero fundamentalmente de la acción antrópica (mecánica) que actúa en favor de las fuerzas erosivas.

- b) Destrucción de la estructura del suelo por fuerzas artificialmente inducidas (excavaciones, nivelado y compactación) que causan la pérdida del ordenamiento de los granos individuales que forman los agregados o la disminución de su capacidad para mantener y recuperar espontáneamente su forma. El proceso puede derivar en la destrucción completa de las unidades débilmente estructuradas y consecuentemente causar su “pulverización” tornando a las partículas susceptibles de ser arrastradas por agua y viento. La inversión y mezcla de estratos, también afecta negativamente las propiedades de los suelos y dificulta su capacidad de regeneración.
- c) Compactación de estratos subsuperficiales y encostramiento superficial debido a la circulación de vehículos y operación de maquinaria pesada. Efectos más evidentes en suelos con elevado contenido de limo como los que ocurren en las Llanuras Aluviales donde escasean los agentes formadores de agregados lo cual facilita que las partículas individuales transmigren a través del perfil y obstruyan los poros del suelo. Esta compactación provoca alteraciones en las relaciones hídricas del suelo, disminución de la permeabilidad, infiltración y aumento del flujo superficial que pasa a funcionar como agente de transporte de las partículas finas a lo largo de las pendientes (escorrentía) y provoca el arrastre en capas sucesivas (erosión laminar). Dependiendo de la intensidad de las precipitaciones, se impartirá turbulencia al flujo y el proceso

¹ Adaptado de: “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para actividades Hidrocarburíferas”. Ministerio de Hidrocarburos 2004

derivará en la formación de surcos cada vez más profundos hasta provocar la destrucción parcial o total de los horizontes (acarcavamiento).

- d) Afectación a la estabilidad de laderas o pendientes, cuando los caminos atraviesan zonas con relieve ondulado. Tales impactos son importantes cuando los caminos se desarrollan al pie de las serranías altas y colinas medias a bajas moderadamente disectadas como en los Piedemontes del Subandino. La susceptibilidad de estos paisajes frente a este tipo de intervención, dependerá de la pluviosidad de la zona aliada a una propensión del substrato geológico a los movimientos o flujos de material. La consecuencia es una redistribución de la masa y energía que resulta en la alteración del equilibrio de las laderas; efecto que depende de la forma de estos elementos del relieve siendo más susceptibles las formas rectilíneas y cóncavas que las convexas o en glacis. El nivel de inestabilidad provocado está estrechamente correlacionado con el grado de inclinación de la vertiente con respecto a la horizontal, así como de la longitud entre la cota máxima y la parte cóncava basal.
- e) Modificación de las relaciones suelo-paisaje como producto de la nivelación del terreno o la activación de movimientos en masa por deslizamiento debido a cortes profundos e inclinados en pendientes superiores al 15%, así como la socavación al pie de laderas largas y estrechas. El desencadenamiento de este proceso puede provocar el desplazamiento de volúmenes significativos de cobertura edáfica superficial y continuar con la remoción de material geológico en estado semi-sólido. Los sucesivos deslizamientos y el aterrizaje de los paquetes desplazados cubren las faldas de las vertientes y pueden imprimir al relieve una configuración que modifica negativamente el paisaje.
- f) Contaminación de suelos debido a contingencias durante el transporte o trasvase de combustibles y lubricantes así como accidentes (fugas, derrames) durante la operación de vehículos o maquinaria.
- g) Alteración y pérdida de hábitats de fauna silvestre, impacto que se refleja sobretodo en la alteración de cadenas tróficas, debido al ahuyentamiento de la comunidad de aves y de pequeños mamíferos caracterizados por un alto nivel de endemismo. Por otro lado, la perturbación y destrucción de sus hábitats (tanto por tala y movimiento de tierras) coloca a estas especies en una situación de alto riesgo, pudiendo reducir la oferta de refugio para aquellas que construyen nidos o madrigueras en cuevas (en el sotobosque) o huecos de árboles (roedores, marsupiales, reptiles y otros de hábitos arborícolas). Asimismo, la remoción de árboles antiguos reduce la existencia de nudos o protuberancias que ofrezcan sitios para nidificación (nidaje) de las aves mutualistas. Esto trae repercusiones recíprocas para la comunidad de plantas dado que una alta proporción usa a las aves como vectores de polen y semillas, por lo que al ahuyentarse las mismas, las formaciones vegetales están sujetas a fallas reproductivas y patrones alterados de flujo génico.
- h) Incidencia del efecto barrera por el fraccionamiento o la destrucción de hábitats. La fragmentación de áreas boscosas afecta visiblemente el nivel poblacional, dispersión y movimientos locales sobretodo de mamíferos mayores, cuyos ámbitos territoriales son amplios. Este efecto es moderado y transitorio para aves y mamíferos pequeños, que son desplazados a otros sectores donde pueden concentrarse o estar más expuestos a los depredadores. Por otro lado, el ruido de las maquinarias puede contribuir a una dispersión mayor de la fauna existente en el área. A esto debe agregarse el efecto de la polución de los gases de combustión de la maquinaria y vehículos utilizados en las obras y el mayor riesgo de atropellamiento ocasional de animales silvestres en la vía en construcción.
- i) Alteración del drenaje natural y régimen hídrico por la interrupción temporal y/o continua de la red de drenaje durante la construcción del camino y obras de arte. El movimiento de tierras en márgenes o riberas así como el cruce de vehículos y maquinaria a través de cursos de agua, ríos o quebradas puede generar perturbaciones en los ecosistemas acuáticos. La alteración del drenaje natural también puede ocurrir

durante la explotación de material de préstamo (arenas, gravas, cantos rodados) en depósitos de valle, terrazas y excavaciones subacuáticas en el lecho de los ríos, normalmente demandados para la construcción de obras en el camino de acceso (alcantarillas, badenes, puentes). Estos materiales detríticos, normalmente poco cohesionados, son extraídos directamente con equipos mecánicos (retroexcavadoras y volquetas) lo cual provoca el incremento de sólidos en suspensión aguas abajo del sitio de explotación afectando a la fauna acuática, despojando de vegetación las riberas de los ríos y exponiéndolas a la erosión.

La afectación a la calidad de las aguas también puede ocurrir por el vertido de material estéril, escombros, restos de vegetación y/o desechos sólidos. También puede ocurrir la contaminación de las aguas por derrame de combustibles o por lavado de vehículos en cuerpos de agua.

- j) Alteración de la calidad del aire por emisión de gases de motores de los vehículos de transporte y equipos pesados, así como partículas (especialmente los motores diesel), suspensión de material particulado (polvo) debido al movimiento de tierra y al tránsito de vehículos. Estas partículas pueden quedar en suspensión en el aire por largos períodos de tiempo y las partículas de mayor porte depositarse cerca de la fuente de emisión, afectando la salud de los trabajadores, población y los recursos bióticos ubicados en las inmediaciones de los caminos.
- k) Incremento en los niveles de ruido ambiental por efecto del funcionamiento y circulación de maquinaria pesada, equipo y presencia del personal. Dependiendo del tipo de maquinaria, los ruidos podrían elevarse desde niveles normales hasta incluso mayores a 90 dB en fuente (motores de orugas, volquetas, motoniveladoras, herramientas a motor: sierras eléctricas, vibrocompactadoras, perforadoras neumáticas manuales). En función a la intensidad y/o la duración de los ruidos generados pueden ocasionarse molestias a las comunidades cercanas a la zona de trabajo así como efectos nocivos sobre la salud de los trabajadores (sordera inducida, insomnio, etc.). Asimismo, los ruidos por impulso, muy intensos y de poca duración (de un segundo o menos), como aquellos ocasionados por explosiones de motores a gasolina (similares a disparos) así como los de alta frecuencia y tonos puros tales como los producidos por sirenas y bocinas, producen perturbación y ahuyentamiento de la fauna silvestre.
- l) La construcción de caminos dará origen a impactos sociales como ser: la migración de personas hacia el área del proyecto en busca de mejorar su calidad de vida, discrepancias entre empresa y población por la permanencia de caminos que según el EEIA deberían ser desmantelados, incremento en la posibilidad de accidentes personales, afectaciones a los usos y recursos de vida de la población y a la propiedad privada y colectiva, así como incremento en la presión sobre el uso y disponibilidad de servicios básicos existentes en la zona..
- m) Las actividades de movimiento de tierras generan riesgo de afectación a recursos arqueológicos que se encuentren en el área y sean descubiertos o afectados de manera casual.
- n) La construcción de caminos en TCO's (Tierras Comunitarias de Origen) y en Áreas Protegidas dará origen a impactos socioambientales como ser la migración de personas de otras áreas hacia el área del proyecto en busca de mejorar su calidad de vida, produciendo cambios tanto en las comunidades de origen, como en las Áreas Protegidas, además facilita el acceso de depredadores forestales y facilita el acceso de cazadores.

2.2. PRACTICAS DE MANEJO AMBIENTAL

2.2.1. Manejo y Conservación de Suelos

- a) Antes de la construcción de caminos nuevos y la habilitación de nuevas áreas, debe contarse con estudios y análisis geológicos y geotécnicos que permitan una selección de rutas y localización de áreas de modo que se minimicen los riesgos y se reduzca la necesidad de efectuar obras de estabilización de taludes y otras similares.
- b) Conformar la plataforma debidamente compactada y rypiada para reducir la erosión en la superficie de rodadura.
- c) Controlar la erosión e inestabilidad de taludes cuando existan cortes en pendientes pronunciadas con riesgo de deslizamiento. Adoptar medidas correctivas destinadas, tanto a reducir las fuerzas motoras (aquellas que dan origen al deslizamiento) como técnicas para aumentar las fuerzas resistentes (fuerzas que se oponen al deslizamiento). Entre las primeras se puede mencionar el uso de drenes, construcción de escalonamientos (bajantes) y abatimiento de taludes. Las fuerzas resistentes pueden ser aumentadas mediante la construcción de estructuras de retención, muros, trincheras estabilizadoras, pilotes, anclajes, materiales estabilizantes y otros.

De todas las medidas mencionadas las obras de drenaje son especialmente importantes dado que la mayoría de los proyectos hidrocarburíferos se desarrollan en zonas de elevada pluviosidad (trópico y subtrópico) donde existe el riesgo constante de producirse arrastre, desprendimiento y socavación lo cual genera inestabilidad en los taludes. En este sentido, las obras a construir deben garantizar una eficiente recolección, conducción y entrega de las aguas superficiales en un sitio seguro, de manera que se logre proteger los taludes y la propia plataforma del camino de los efectos de la erosión y filtración.

Las zanjas de coronación (construidas en la corona o parte más elevada del talud) son las obras más sencillas y eficientes en la interceptación y conducción de las aguas pluviales evitando su escurrimiento a través del talud. Las dimensiones, forma y ubicación de estas zanjas pueden variar de acuerdo a la topografía y pluviosidad de la zona. En suelos de textura arcillosa (cohesivos) se recomienda una sección rectangular de 0,40 m x 0,50 m de profundidad, además debe dotarse de una pendiente suficiente para lograr una rápida evacuación de la escorrentía captada (0,2%). También debe procurarse no situarlas muy próximas a las grietas de tensión o al borde del talud. (Figura 1.).

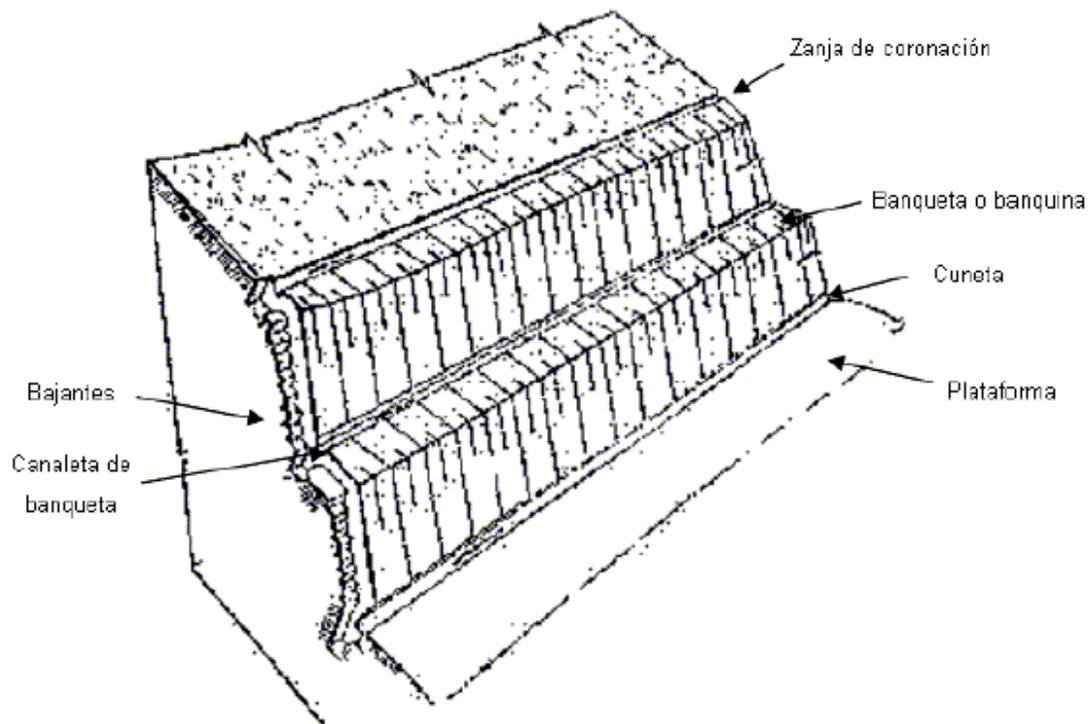
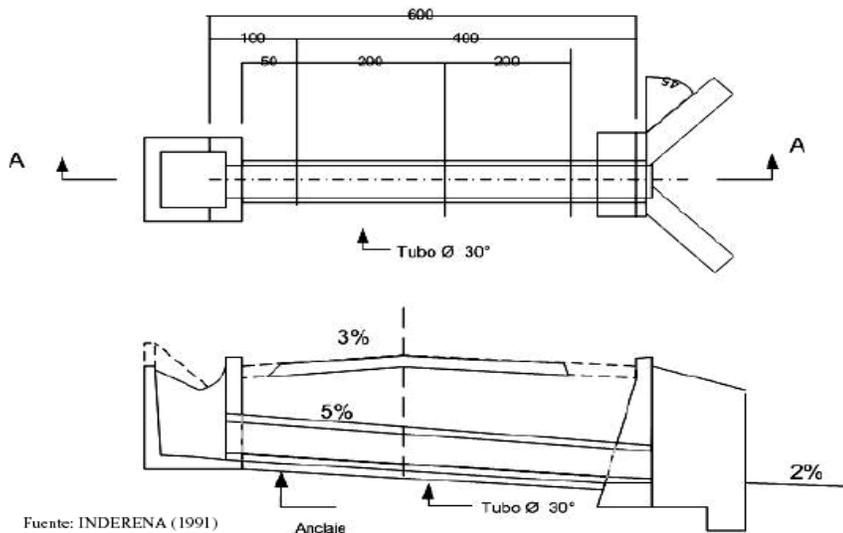


Figura 1. Obras de drenaje en taludes de caminos de acceso.

Fuente: INDERENA (1991)

Una vez lograda la captación de la escorrentía en las zanjas, se la debe conducir mediante cunetas y alcantarillas hasta quebradas, cañadas, cursos de agua u otros puntos seguros de descarga. En terrenos de relieve suave y bajo pendiente, las cunetas pueden excavarse en el propio suelo conformando una sección triangular, con inclinaciones de 1:3 del lado de la berma y 3:1 hacia el talud, de esta manera se facilitará su mantenimiento con motoniveladora. La altura puede ser de 0,4 m y el ancho superior puede ser de hasta 1,0 m.

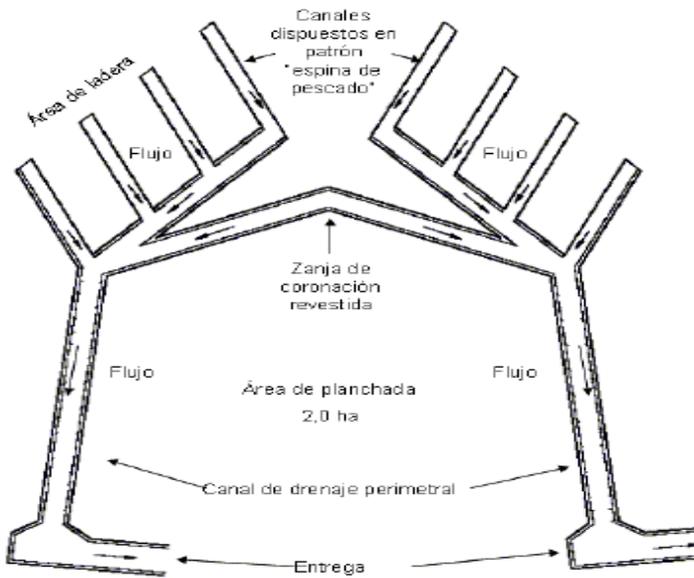
Figura 2. Esquema de alcantarillas para la evacuación de aguas pluviales de caminos



Fuente: INDERENA (1991)

En zonas escarpadas es preferible utilizar cunetas revestidas (concreto, mampostería de piedra, suelocemento) de sección semicircular. Las alcantarillas constituirán las obras de desagüe de las cunetas, para lo cual generalmente se utilizan tubos corrugados de metal o de concreto sobre los cuales se coloca un recubrimiento mínimo de 0,6 m. Finalmente, el sistema cuneta – alcantarilla debe acoplarse a obras de entrega que evitarán la socavación, para esto puede utilizarse un canal de concreto o una bajada en escalera construida con gaviones la cual actuará disipando la energía (Figura 2).

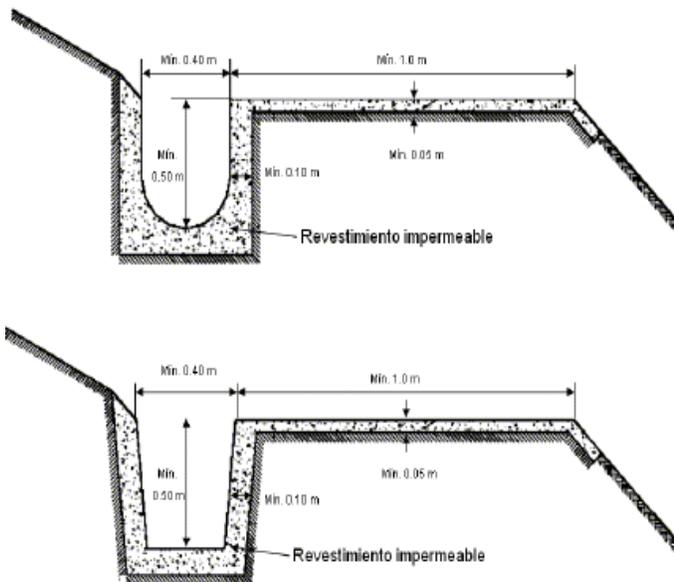
Figura 3. Esquema de un sistema de drenaje de área de planchada



d) En el caso de habilitación de áreas de planchada se implementará un sistema de drenaje para captar y evacuar la escorrentía de la superficie, conduciendo las aguas de escurrimiento pluvial hacia un punto seguro de descarga (Figura 3). Para esto se pueden utilizar zanjas de coronación revestidas de concreto cuyas dimensiones y ubicación dependerán de la topografía y pluviosidad de la zona (cálculo previo de caudales a coleccionar). Las dimensiones recomendables y detalles constructivos se muestran en la Figura 4:

Fuente: Suárez (1998).

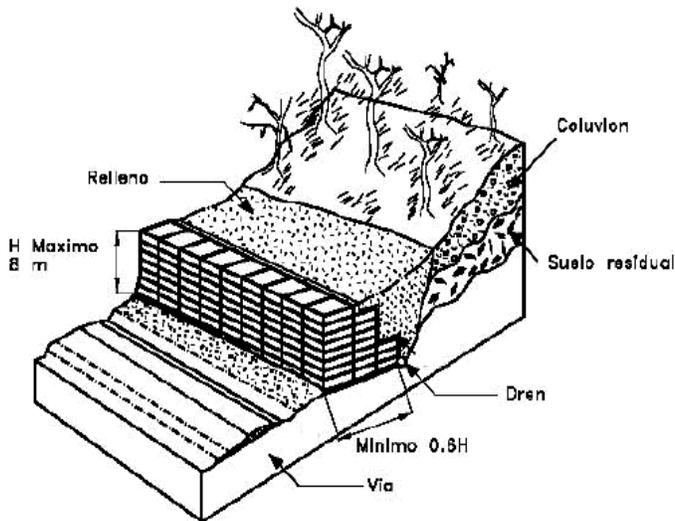
Figura 4. Detalle de la sección transversal en zanjas de coronación revestidas



Fuente: Suárez (1998).

Para garantizar la estabilidad de taludes en ocasiones se hace necesario recurrir a estructuras de retención. Los muros de gaviones constituyen una solución temporal o semi-permanente, viable para una amplia gama de casos dada su relativa flexibilidad a las deformaciones frente a esfuerzos de tensión y flexión (asentamientos), además de permitir un fácil drenaje. Se construyen en forma de bloques, prismas o cubos de 1,0 x 1,0 x 1,0 m con malla de alambre galvanizado hexagonal rellenos con piedra (piedras o cantos rodados) y eslabonadas. Los gaviones también pueden utilizarse con éxito para la protección de márgenes y control de cauces. También pueden armarse “colchones tipo reno” formando rectángulos de poco espesor (4,0 x 4,0 x 0,3 m). Normalmente los gaviones no requieren mano de obra especializada para construirlos y se aprovechan materiales de relleno disponibles en el sitio. (Figura 5).

Figura 5. Esquema de un muro de gaviones para la contención de taludes

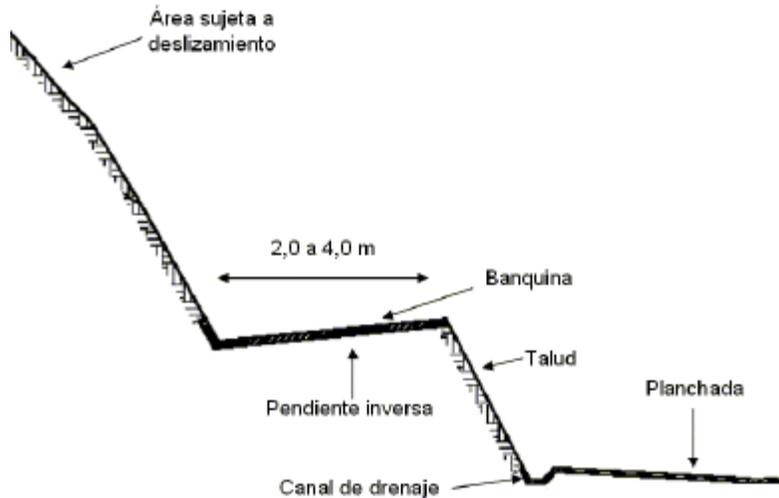


Fuente: Suárez (1998)

- e) Identificar a través de un estudio detallado de la zona, los lugares que servirán como bancos de préstamo y buzones de descarga del suelo utilizado. Se elegirán como bancos de préstamo canteras o terrenos en zonas con baja sensibilidad geomorfológica y biótica y preferiblemente ya intervenidas. Los trabajos de explotación deberán optimizarse para evitar la excesiva profusión de tajos y cicatrices que afecten el paisaje. En la fase de restauración deberán perfilarse las áreas de excavación y conformar taludes en las depresiones, hoyos o fosas artificialmente formadas. Las actividades de recomposición y revegetación deberán iniciarse inmediatamente se hayan finalizado los trabajos de explotación.
- f) En el caso de los buzones de descarga se seguirán similares criterios a los anteriormente mencionados, tomando especial cuidado en no situarlos próximos a cursos de agua. En la fase de restauración estas acumulaciones deberán conformarse de tal manera que alcancen una condición estable.
- g) Conservar en un área de reserva para la vegetación removida para su utilización en la fase de revegetación de acuerdo a lo indicado en el título 6 sobre Procedimientos de Restauración.
- h) Durante las excavaciones, cortes y sobretodo en áreas de explotación de materiales (bancos de préstamo) debe adoptarse la técnica del “capaceo” de acuerdo a las indicaciones del título 6 sobre Procedimientos de Restauración.
- i) Dotar al área de emplazamiento de planchadas con una ligera pendiente (mínimo 2grados) para lograr el escurrimiento de las aguas, hacia el sistema de drenaje sin provocar erosión.

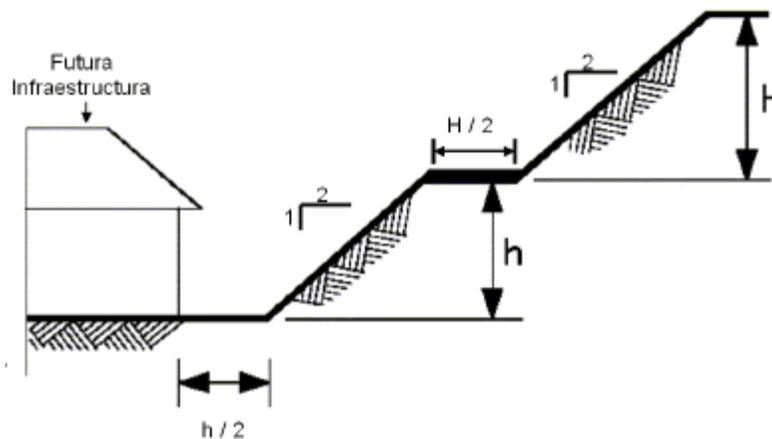
- j) En caso de ser necesarios cortes profundos, implementar taludes con suficiente inclinación y banquetas para prevenir deslizamientos y caída de escombros hacia el área de planchada (Figura 6). Asimismo, conformar taludes con inclinación adecuada para evitar riesgos a la futura infraestructura (Figura 7).

Figura 6. Banquinas para contener posibles deslizamientos en el área de planchada



Fuente: Adaptado de Suárez (1998)

Figura 7. Inclinación de taludes y aislamiento mínimo recomendable de la futura infraestructura en el área de planchada



Fuente: Adaptado de Suárez (1998)

- k) Para prevenir el riesgo de contaminación por derrames accidentales o fugas de combustibles y lubricantes deberán utilizarse bombas portátiles y contenedores auxiliares durante el reabastecimiento de combustible. El transporte de estas sustancias se realizará en vehículos cisternas que cuenten con equipo de contención de derrames y personal capacitado en su utilización. Estos vehículos deberán cumplir las reglas establecidas para el transporte de materiales combustibles o inflamables.

2.2.2. Protección de Flora y Fauna

- a) Mantener el DDV de los caminos de acceso en zonas boscosas lo más angosto posible, restringiendo el desmonte al mínimo requerido, y analizando las alternativas de trazado para minimizar la perturbación del hábitat más sensible. El corte de vegetación arbórea y arbustos que forzosamente deba ser cortado fuera del DDV, deberá ser autorizado por un especialista luego de un inventario de reconocimiento.
- b) Durante el desmonte, se debe tener cuidado de no afectar áreas aledañas por caída de árboles, el mismo debe realizarse hacia el centro del DDV del camino.
- c) La vegetación cortada no debe ser quemada, ni se utilizará el fuego como medio de limpieza o desbroce. Deberá prohibirse estrictamente la utilización de la vegetación como combustible.
- d) Los troncos resultantes de la retirada de vegetación arbórea que por su tamaño tengan interés comercial, pueden ser alternativamente entregados a comunidades que así lo soliciten.
- e) Evitar la alteración de la vegetación que se halla dentro de los 100 m de proximidad a las orillas de los cuerpos de agua principales y 20 m de proximidad a ríos, lagunas y lagos secundarios.
- f) Transplantar, a un lugar adecuado, especies vegetales endémicas, en peligro de extinción o con valor botánico que forzosamente tengan que ser removidas. Para esto previamente se deberá cuantificar el número de ejemplares mediante un inventario rápido de reconocimiento realizado por un especialista, quien definirá la viabilidad y procedimientos para esta operación.
- g) Desviar el trazado del camino para evitar sitios de alta sensibilidad ecológica, cuando las condiciones de ingeniería así lo permitan.
- h) Prohibir la remoción de vegetación en áreas adicionales con fines de utilización como material de construcción. Cuando se requiera madera para obras de construcción, deberá emplearse únicamente el material resultante de las tares de desbroce y de ser necesario más material se adquirirá a empresas madereras o comerciantes autorizados.
- i) Controlar la velocidad de los vehículos durante la fase de operatividad del proyecto, a fin de evitar el atropellamiento de animales silvestres o domésticos, sobre todo cuando la carretera atraviesa sectores con bosques menos alterados.
- j) En la fase de restauración de todos aquellos sectores fuera del DDV que por algún motivo fueron alterados por la construcción del camino, deberán proporcionarse las condiciones para facilitar el establecimiento de una nueva cobertura vegetal.

2.2.3. Protección de Recursos Hídricos

- a) Evitar la instalación de equipos e infraestructura en un radio de 100 m de cualquier corriente de agua o cuerpo de agua, respetando la franja de vegetación ribereña.
- b) Prohibir la disposición de material de corte, restos vegetales o cualquier otro desecho sólido o líquido en los cuerpos de agua superficial o en sus márgenes.



- c) Implementar obras de arte (alcantarillas y badenes) para cruces de ríos y/o quebradas diseñados con capacidad suficiente, para que pase el flujo pico estimado sin que se produzcan rebalses o estancamientos aguas arriba. Antes de la época de lluvias realizar la reparación, limpieza y mantenimiento de las obras de drenaje.
- d) Los desvíos temporales de la corriente de cursos de agua deben realizarse implementando diques preferiblemente contruidos con material del propio lecho (sí existiese).
- e) Prohibir el lavado de vehículos o maquinaria, así como la manipulación de combustibles o lubricantes en las proximidades de los cuerpos de agua. El aprovisionamiento y mantenimiento deberá efectuarse en la infraestructura del campamento destinada para este fin.
- f) La explotación de bancos de préstamo en ríos no debe realizarse bajo agua, ni afectar la estabilidad de las márgenes naturales. Para esto, se deberá mantener una distancia mínima de 5 m entre la margen natural del río y el punto de inicio de la explotación. Al finalizar las labores deberán desmantelarse todas las instalaciones y distribuir el material de sobretamaño, eliminando promontorios y rellenando depresiones.

2.2.4. Control de la Contaminación Atmosférica

- a) Realizar el mantenimiento periódico de maquinaria y equipo de acuerdo a las especificaciones técnicas antes y durante la etapa de ejecución, efectuando a la vez el seguimiento y monitoreo de la eficiencia de combustión y rendimiento de la misma (especialmente en motores a diesel).
- b) Humedecer mediante riego con cisterna las áreas de circulación de vehículos y tránsito de maquinaria para mitigar las emisiones de polvo y partículas en los accesos desprovistos de capa de rodadura. El riego deberá hacerse por aspersión, sobretodo en la época seca del año, cuando se requiere un humedecimiento con una lámina de 2,0 l/m² por lo menos 2 veces por día. En ningún caso deberá utilizarse aceite quemado u otros residuos aceitosos, para atenuar el efecto del polvo.
- c) Para atenuar la propagación y emisión de polvo durante las labores de manipulación de suelo y áridos, la descarga desde las volquetas deberá hacerse desde alturas inferiores a 1,0 m cuando sea posible. También debe procurarse el recubrimiento con lona de la carga transportada en volquetas, particularmente cuando se atraviesan áreas pobladas. La cobertura debe ser de material resistente y estar sujeta firmemente a la carrocería.

2.2.5. Control del Ruido Ambiental

- a) Realizar la programación de operaciones de tal forma que los niveles de ruidos no sean excesivos. Evitar el trabajo nocturno o en horas pico de actividad de vida silvestre (anocheceer y amanecer) y la simultaneidad en la operación de trabajo y equipo. Distribuir las actividades para mantener un número mínimo de vehículos en las áreas de trabajo. Los niveles de ruido recomendados para no causar perturbaciones a las poblaciones son: durante el día: 45 dB; durante el anocheceer: 37 dB y durante la noche: 32 dB. Estos valores corresponderán a los sectores poblacionales concentrados ubicados entre 200 y 1000 m del trazado del proyecto.
- b) Dotar a vehículos y maquinaria en operación de sistemas silenciadores. Realizar el mantenimiento y reparación de aquellos que generen niveles de ruido más altos de lo normal y otorgar a los trabajadores el equipo auditivo de seguridad correspondiente.

- c) Limitar el uso de bocinas, alarmas o sirenas a lo estrictamente necesario.

2.2.6. Medidas para mitigar impactos por vibraciones producto de obras

Las vibraciones se consideran un factor de riesgo para la salud de los trabajadores que están expuestos a ellas, por lo que se deben adoptar las medidas de prevención pertinentes para mitigarlas.

En el caso de que no fuese posible evitar las vibraciones en el trabajo de las Empresa Constructora, esta debe evaluar los riesgos y establecer medidas preventivas. Las Empresas Constructoras, deben analizar minuciosamente todos los trabajos o procesos que incluyen vibraciones para determinar si es posible eliminarlos, reducirlos o evitar que los trabajadores estén expuestos por períodos prolongados. Debiendo considerarse, dentro de las medidas técnicas preventivas para las vibraciones, entre otras, las siguientes:

- a) Dotar a las máquinas de amortiguadores.
- b) En caso de ser posible, utilizar herramientas que no vibren.
- c) Emplear medios de protección personal como guantes antivibratorios.
- d) Fijar bien las máquinas a su base para evitar movimientos innecesarios.
- e) Realizar mantenimientos periódicos de máquinas.
- f) Reportar inmediatamente el mal funcionamiento de las máquinas.
- g) Limitar el tiempo de exposición a las vibraciones.
- h) Tomar descansos de 10 minutos por cada hora de trabajo en condiciones de vibración.
- i) Alternar el trabajo con otras herramientas que no tienen vibraciones.
- j) Realizar un reconocimiento médico específico anual para conocer el estado de afectación de las personas.

2.2.7. Aspectos Sociales, Económicos y Culturales

- a) Realizar el proceso de Consulta Pública, Negociación y Acuerdo con las comunidades involucradas, respecto a todas las actividades que podrían contribuir a la protección del medio ambiente natural y el desarrollo socioeconómico de la zona.
- b) Establecer luego de la etapa de consulta y negociación, los mecanismos de mitigación y compensación con todos los afectados por daños y perjuicios a la población, los derechos de uso y utilización de los recursos adquiridos, o afectaciones detectadas a la propiedad pública y privada por las actividades a realizar. Plasmear los acuerdos en Planes de Gestión y Relacionamiento Comunitario que sirvan como instrumentos de gestión socioambiental para el Proyecto.
- c) Establecer procesos de información y comunicación, en coordinación permanentemente con las autoridades y población local sobre las actividades que se realizan, con el objetivo de no afectar los parámetros e indicadores de la calidad de vida de la comunidad por las actividades de la empresa.
- d) La velocidad de los vehículos y maquinaria dentro del Derecho de Vía debe restringirse a 30 Km/h y reducir a 20 Km/h en aquellos lugares donde haya población cercana.
- e) En caso de encuentro accidental con sitios o restos arqueológicos, durante las actividades de construcción de caminos de acceso o en las inmediaciones de la zona de trabajo, deben seguirse los lineamientos estipulados por el Viceministerio de Cultura en el Procedimiento para el Salvamento de los Recursos Arqueológicos e Históricos en los Derechos de Vías y Préstamos de Tierra en las Empresas de Hidrocarburos, que incluyen la interrupción inmediata de los trabajos en un radio de 30 m, como mínimo,



así como la prohibición de retirar o manipular las piezas arqueológicas o intentar alterar el sitio. Para esto debe establecerse un cordón de seguridad con señalización prohibiendo el acceso al área. Posteriormente, debe comunicarse inmediatamente a las autoridades competentes (Dirección Nacional de Arqueología o Viceministerio de Cultura) sobre las características del hallazgo y de esta manera contar con la presencia de un equipo de arqueólogos en el área. En áreas de reconocida sensibilidad arqueológica se debe contar con cuadrillas de arqueólogos en el equipo, que inspeccionen el terreno antes de ingresar las cuadrillas de desmonte.

2.2.8. Tierras Comunitarias de Origen (TCO's) y Áreas Protegidas (AP's)

- a) Coordinar con los actores involucrados la construcción de caminos de acceso en Tierras Comunitarias de Origen, de modo que las nuevas rutas se hagan inaccesibles al público, colocando barreras naturales de maderos y maleza. De ser necesario, se deben establecer controles con personal permanente, en coordinación con los representantes de las comunidades originarias.
- b) Para la circulación de vehículos y maquinaria al interior de las áreas protegidas se debe aplicar un nivel estricto de administración de tráfico, estableciendo restricciones por tipo de vehículos (tractores, camiones, automóviles, etc.); por hora del día en el que pueden operar o circular (de día, de noche, por horarios, etc.); por tipo de acceso (pasar a través del área sin poder estacionar); restricciones de velocidad; acceso permitido solamente a los residentes locales y otras. Estas especificaciones deben estar explícitamente especificadas en la señalización correspondiente.
- c) Informar oportunamente a las autoridades locales y comunidad sobre las actividades a realizar. Señalar las áreas de trabajo de la empresa, las áreas de uso de la población y las áreas de uso común. (Por ejemplo, zonas agrícolas, de abastecimiento de agua, zonas restringidas o privadas, etc.).
- d) Establecer acuerdos de ocupación y derecho de paso de tierras con los propietarios individuales y/o colectivos, y establecer los mecanismos de compensación más justos a todos los afectados.

3. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE EQUIPO Y PRESENCIA DE PERSONAL

3.1. IMPACTOS AMBIENTALES A PREVENIR Y/O MITIGAR

Se deben considerar los siguientes impactos, identificados durante esta etapa, tomando en cuenta su duración en el tiempo:

- a) Como consecuencia de la circulación de personal y vehículos se producen emisiones de material particulado y gases de combustión en caminos de tierra, afectando a la población, vegetación y fauna vecina ubicada en las inmediaciones de caminos, campos y campamentos. También es probable el atropello de personas, animales silvestres y domésticos en las vías de acceso o al atravesar centros poblados.
- b) La emisión e incremento en los niveles sonoros por el trabajo de maquinaria pesada, compactadoras y aplanadoras, junto con la presencia de personal puede perturbar y ahuyentar la vida silvestre, así como causar molestias en las comunidades cercanas a la zona de trabajo.

- c) La captación, instalación y operación del sistema de abastecimiento de agua, genera un riesgo en términos de afectación a la calidad y cantidad del recurso, y puede también- provocar conflictos con usuarios del agua de la misma fuente.
- d) La presencia de personal en la zona incrementará los riesgos de afectación a los factores bióticos debido a la posibilidad del incremento de consumo en carne, cueros, pieles, plumas, huevos y otros productos provenientes de la fauna silvestre. Asimismo, puede afectar la vegetación por la recolección de frutos, semillas y otros productos vegetales nativos.
- e) La presencia de personal en la zona generará expectativas y probables conflictos (por conductas personales) con las comunidades cercanas en relación con sus valores culturales y socioeconómicos producto de la intervención de su medio y afectación al conjunto de componentes que definen su calidad de vida. Algunos de estos se manifiestan en centros urbanos menores, donde el costo de vida y los niveles de prostitución aumentan.
- f) La instalación de maquinaria y equipos y la presencia de personal dará origen a impactos sociales como ser afectaciones a la propiedad privada y colectiva. También pueden producirse impactos relacionados con el incremento en la presión sobre los servicios básicos existentes en las zonas donde se instalan las facilidades del proyecto.

3.2. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Para prevenir o mitigar los impactos anteriormente mencionados se establecen los siguientes criterios de manejo y control ambiental:

- a) Incluir manuales ambientales, procedimientos e instrucciones de trabajo y operación para todos los frentes de trabajo, equipos y maquinaria.
- b) Planificar y programar todas las actividades de instalación y transporte de maquinaria y equipamiento, de tal manera de evitar simultaneidad excesiva en operación, riesgos innecesarios al personal, población y fauna, y contaminación accidental por mal manejo de la maquinaria y equipo.
- c) Tomar la iniciativa en la gestión de relaciones con la comunidad, para crear responsabilidad compartida hacia la solución de problemas, contingencias e impactos socioambientales.
- d) Aplicar los mecanismos de comunicación, consulta, negociación y compensación apropiados para el control de impactos ambientales y el fortalecimiento de las capacidades y competencias; ambos para la mejora en el bienestar de los involucrados.
- e) Establecer programas de capacitación del personal y mejoramiento continuo de la gestión ambiental, como una herramienta para la evaluación y seguimiento del cumplimiento de la Responsabilidad Social Corporativa de la empresa.

Sobre la base de estos criterios, se deberán seguir las prácticas a continuación descritas, las cuales se han agrupado según el factor ambiental que se preservará.

3.2.1. Control de Calidad del Aire y Ruido Ambiental



- a) Humedecer con regularidad, mediante riego con cisterna, las áreas de circulación de vehículos y movilización de personal, para mitigar el exceso de polvo que afecta a las áreas pobladas y perturban a la fauna.
- b) Regular las velocidades de circulación de los vehículos, mediante la señalización de caminos, para disminuir las emisiones de polvo.
- c) Implementar programas de mantenimiento continuo de maquinaria y equipo, de tal forma de mejorar la eficiencia de combustión en los motores.
- d) Señalizar preventivamente del área de trabajo de la empresa, el área de uso de la población y las áreas de uso común. (Por ejemplo zonas agrícolas, de abastecimiento de agua, zonas restringidas o privadas, etc.).
- e) Dotar a la maquinaria y vehículos de sistemas silenciadores, y realizar el mantenimiento y reparación de aquellos que generen niveles de ruido más altos de lo normal.
- f) Programar las actividades de instalación de tal forma que los niveles de ruido no sean excesivos evitando la simultaneidad en la operación de todos los equipos.

3.2.2. Control de la Flora y Fauna

- a) En proyectos ejecutados en áreas de bosque, prohibir estrictamente al personal dependiente o contratista involucrarse en la extracción y/o aprovechamiento de recursos maderables y no maderables del bosque, las actividades de caza y pesca, así como la compra de especies silvestres.
- b) Circular a velocidades bajas (sin exceder los límites establecidos) para evitar el atropellamiento de animales silvestres.
- c) Utilizar rejillas o filtros en la toma de agua, para evitar daño a peces y especies acuáticas.

3.2.3. Control de Recursos Hídricos.

- a) La localización del sitio de abastecimiento de agua debe considerar facilidades de acceso, niveles de inundación de la corriente, topografía y finalmente los intereses de la comunidad.
- b) Limitar la extracción o captación de agua a una cantidad que no sobrepase los 20% del flujo de cuerpos de agua dinámicos tales como ríos o arroyos. (RMCH, Art. 48º).
- c) Realizar el tratamiento, purificación y/o desinfección del agua, si no cumple con características fisicoquímicas y/o biológicas mínimas para el uso.
- d) El manejo, tratamiento, utilización y disposición del recurso hídrico debe realizarse con métodos tendientes a la conservación y reciclaje del mismo.
- e) Cuando la provisión de agua se realice aprovechando fuentes naturales superficiales como lagos, lagunas, ríos o arroyos se debe:
 - Ubicar la planta de captación y bombeo alejada de la senda de acceso de la fauna silvestre o animales domésticos, hacia sus abrevaderos naturales.
 - Ubicar las instalaciones en un recinto convenientemente cercado.

- Proteger los límites del recinto con bordes o zanjas de contención de manera de asegurar que derrames de combustibles o aceite de los motores y bombas no puedan ser arrastrados hasta las fuentes de agua.
- f) Realizar revisiones periódicas con el fin de detectar fugas o corrosión de los ductos si el transporte de agua se realiza por tubería.

3.2.4. Aspectos Socioeconómicos y Culturales

- a) Realizar el proceso de Consulta Pública, Negociación y Acuerdo con las comunidades involucradas, respecto a todas las actividades que podrían contribuir a la protección del medio ambiente natural y el desarrollo socioeconómico de la zona.
- b) Implantar un Código de Conducta para los trabajadores tomando en cuenta las costumbres y cultura locales. Es importante que este código de conducta no sea presentado como una imposición sino como una necesidad que posibilite un relacionamiento social positivo entre trabajadores y comunidad con el objetivo de establecer el respeto y cooperación mutua entre partes. En tal sentido, los aspectos esenciales que debe contener el referido código son:
- Respeto a las autoridades locales
 - Respeto a la identidad étnica y los valores culturales locales
 - Evitar situaciones conflictivas por relación entre trabajadores y mujeres de la comunidad.
 - Evitar que el personal en su tiempo libre ingiera bebidas alcohólicas o permanezca en la comunidad.
- c) Implementar mecanismos de control respecto al cumplimiento del código de conducta. De igual modo se deben implementar incentivos y penalizaciones.
- d) Llevar adelante programas de Concienciación y Educación Ambiental, Educación Sexual y Reproductiva a trabajadores y pobladores.
- e) Establecer una estructura de comunicación clara que sea de conocimiento de las autoridades de la comunidad y el municipio, de tal forma que la empresa promotora de la AOP pueda conocer de manera rápida oportuna y sin mediación, las preocupaciones de la población local.
- f) Establecer procesos de información y comunicación, en coordinación permanentemente con las autoridades y población local sobre las actividades que se realizan, con el objetivo de no afectar los parámetros e indicadores de la calidad de vida de la comunidad por las actividades de la empresa. Algunas actividades del proceso de información pueden ser:
- Señalizar preventivamente el área de trabajo de la empresa, el área de uso de la población y las áreas de uso común (por ejemplo, zonas agrícolas, de abastecimiento de agua, zonas restringidas o privadas, etc.)
 - Precisar la información, los mensajes y los medios de difusión y comunicación de acuerdo a las características poblacionales.
 - Enunciar y explicar a la población los impactos que se ocasionarán y las medidas que se realizarán para mitigarlos.
 - Difundir teléfonos de emergencia y personas de contacto.
 - Respaldo documentalmente (para ambas partes) los convenios y consensos establecidos.

- g) Prohibir al personal dependiente o contratista la compra o recolección de recursos arqueológicos y culturales.
- h) Implementar medidas de prevención (inducciones a la población) para evitar la presencia de pobladores en las áreas de trabajo.
- i) Utilizar bocinas y circular a baja velocidad para evitar el atropellamiento de personas y de animales domésticos y silvestres. La velocidad máxima de circulación por los caminos de acceso no debe exceder los 40 km/h reduciéndose a 25 km/h en zonas accidentadas, 20 km/h en áreas pobladas y 10 km/h en zonas escolares.
- j) En caso de encuentro accidental con sitios o restos arqueológicos, durante las actividades, evitar la extracción de materiales que desmiembren lugares arqueológicos y si se encuentra un hallazgo durante la construcción o ejecución de la obra se comunicará al Viceministro de Cultura o al Centro Nacional de Catalogación del Patrimonio Artístico y se suspenderá temporalmente la obra.

La riqueza histórica y arqueológica, incluyendo la destinada al culto religioso y la propiedad particular, no podrá ser exportada por ningún concepto (Art. 3 del D.S. N°05918 de 10 de Noviembre de 1961, sobre patrimonio). Los monumentos o yacimientos arqueológicos, así como los objetos provenientes de las ruinas y excavaciones, son declarados de propiedad del Estado Boliviano. Queda totalmente prohibida la venta de objetos arqueológicos nacionales (Art. 1 y Art. 3 del D.S. N°07234 de 30 de Junio de 1965, sobre excavaciones arqueológicas y prohibición de ventas de objetos arqueológicos).

Todo ciudadano tiene la obligación de denunciar a las personas que destruyen y trafican el patrimonio cultural boliviano a las autoridades de cultura, policía turística, la prefectura, la alcaldía y aduana.

3.2.5. Tierras Comunitarias de Origen (TCO's)

En el caso de TCO's son aplicables todas las prácticas anteriormente descritas, considerando adicionalmente las siguientes:

- a) Fortalecer los programas de capacitación, supervisión, seguimiento y control del cumplimiento de los programas de relacionamiento comunitario, planes de gestión social, así como los instrumentos de información y mecanismos de compensación establecidos de acuerdo a normativa vigente.

4. HABILITACIÓN DE ÁREAS PARA CONTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y/O INSTALACION DE CAMPAMENTOS

4.1. IMPACTOS AMBIENTALES A PREVENIR / MITIGAR

- a) Durante la habilitación de sitios, se produce la alteración de la calidad del aire por emisión de gases de motores de los vehículos de transporte de material, por operación de maquinaria pesada, emisión de polvo por movimiento de tierra e incremento de niveles de ruido por efecto del funcionamiento y circulación de maquinaria pesada.
- b) En el caso de que la habilitación de áreas requiera una considerable remoción de cobertura vegetal, se producirá la destrucción de hábitat y perturbación y ahuyentamiento a la fauna en diversos niveles, efecto que puede dañar el equilibrio ecológico de la zona, además del impacto generado por la erosión.
- c) Modificación del drenaje natural de escorrentía

- d) En el caso de la construcción de campamentos puede ocasionar la afectación a los recursos naturales debido a la contaminación derivada de la disposición de residuos sólidos y efluentes domésticos en cuerpos de agua o suelos sensibles o con niveles de napa freática superficial. La acumulación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos a la intemperie y sin protección también contaminará estos recursos por la acción de las lluvias y el viento, además de generar focos de infección peligrosos para la salud humana, pudiendo afectar poblaciones aledañas.

4.2. PRACTICAS DE MANEJO AMBIENTAL

La construcción de cualquier campamento por cuenta y para uso propio o realizado por empresas contratistas para el uso de éstas, son sujetos de la aplicación de todas las medidas ambientales y controles respectivos por parte de la AOP, siendo la AOP la única responsable desde la instalación hasta el abandono y restauración de las áreas intervenidas.

4.2.1. Control de la Calidad del Aire y Ruido Ambiental.

- a) Realizar el mantenimiento de vehículos y maquinaria antes de la etapa de ejecución, evitando el mal funcionamiento de los motores y generación de gases con efecto de contaminación atmosférica por mala combustión de los mismos.
- b) Humedecer mediante riego con cisterna las áreas de circulación de vehículos y tránsito de maquinarias, para mitigar la generación excesiva de polvo que afecta las áreas pobladas y perturba a la fauna. Otorgar a los trabajadores el equipo de protección respiratoria correspondiente.
- c) Realizar la programación de operaciones de tal forma que los niveles de ruido no sean perturbadores. Evitar el trabajo nocturno y la simultaneidad en las operaciones de maquinaria y equipos.
- d) Dotar de sistemas silenciadores a la maquinaria en operación y vehículos. Realizar el mantenimiento y reparación de aquellos que generen niveles de ruido más altos de lo normal y otorgar a los trabajadores el equipo auditivo de seguridad correspondiente.
- e) Considerar el establecimiento de cinturones de vegetación u otras pantallas visuales y acústicas en las áreas específicas del campamento para minimizar el impacto visual y sonoro de las instalaciones.

4.2.2. Control de Flora y Fauna

- a) En lo posible ubicar el proyecto de infraestructura, en áreas donde se requiera el mínimo de nivelación, aprovechando áreas que causen una menor transformación visual y sean accesibles por vías existentes. Minimizar los movimientos de tierra y el corte de taludes utilizando terrazas a diferentes niveles.
- b) Evitar la alteración de la vegetación que se halla dentro los 100 metros de proximidad a las orillas de los cuerpos de agua principales, secundarios, lagunas y lagos.
- c) Evitar el corte de árboles, específicamente para obtener material de construcción. Utilizar madera adquirida de proveedores autorizados. Una buena planificación del desmonte incluirá el manejo de cinturones de vegetación y el aprovechamiento de áreas intervenidas preservando el paisaje.



4.2.3. Control de Recursos Hídricos

- a) En lo posible, no ubicar la infraestructura y/o campamento, aguas arriba de las fuentes de abastecimiento de núcleos poblados, para evitar la contaminación y la generación de competencia por el uso del recurso.
- b) Ubicar la infraestructura y/o campamento a una distancia mínima de 100 m de cuerpos de agua, en áreas previamente intervenidas o de vegetación secundaria.
- c) Durante la construcción, tomar en cuenta los requerimientos de drenaje de agua pluvial. Capturar la escorrentía pluvial separadamente de las aguas efluentes hacia plantas de tratamiento que incluyen procesos de aireación, clarificación y desinfección, antes de la disposición final.
- d) Recuperar y almacenar la capa superior del suelo, así como, la vegetación producto del desbroce, para su posterior reutilización durante la recomposición y restauración en la fase de abandono.
- e) Almacenar residuos peligrosos líquidos (aceite usado, solventes, otros) en recipientes o tanques cerrados con estructuras de contención para evitar posibles derrames. Tanto los recipientes como el área de almacenamiento deben contar con la identificación y señalización de seguridad correspondiente.
- f) Realizar el mantenimiento de equipos (cambio de aceites) en lugares apropiados y designados para este efecto y no en los frentes de trabajo.
- g) Recolectar, clasificar y disponer desechos sólidos no peligrosos para la incineración, compostaje, reciclado o disposición en rellenos sanitarios autorizados.
- h) Dotar de sistemas silenciadores a la maquinaria en operación y vehículos. Realizar el mantenimiento y reparación de aquellos que generen niveles de ruido más altos de lo normal y otorgar a los trabajadores el equipo auditivo de seguridad correspondiente.

4.2.4. Control de Flora y Fauna

- a) Ubicar la infraestructura y/o campamentos, en áreas donde se requiera el mínimo de nivelación, aprovechando áreas que causen el menor transformación visual y sean accesibles por vías existentes. Minimizar los movimientos de tierra y el corte de taludes utilizando terrazas a diferentes niveles.
- b) Evitar la alteración de la vegetación que se halla dentro los 100 metros de proximidad a las orillas de los cuerpos de agua principales, secundarios, lagunas y lagos.
- c) Evitar el corte de árboles, específicamente para obtener material de construcción. Utilizar madera adquirida de proveedores autorizados. Una buena planificación del desmonte incluirá el manejo de cinturones de vegetación y el aprovechamiento de áreas intervenidas preservando el paisaje.

4.2.5. Control de Recursos Hídricos

- a) Evitar ubicar campamentos aguas arriba de las fuentes de abastecimiento de núcleos poblados, para evitar la contaminación y la generación de competencia por el uso del recurso.
- b) Ubicar la infraestructura y/o campamento, en áreas previamente intervenidas o de vegetación secundaria o en claros del bosque.

- c) Durante la construcción, tomar en cuenta los requerimientos de drenaje de agua pluvial. Capturar la escorrentía pluvial separadamente de las aguas negras (retrete) y grises (lavado de utensilios, ropa y baño de las personas) para minimizar el volumen de agua a tratarse y la contaminación cruzada.
- d) Las áreas destinadas a la disposición de residuos orgánicos y sustancias potencialmente contaminantes, deben estar señalizadas y en lugares protegidos de la intemperie (fosas y contenedores) evitando así la contaminación por fugas, difusión y arrastre de partículas.
- e) Evitar depositar en las quebradas próximas, cualquier volumen de corte excedente producto de la habilitación del área, haciéndolo en lugares adecuados previamente seleccionados por su baja sensibilidad.

4.2.6. Control de Suelos

- a) Ubicar la infraestructura y/o campamentos en áreas despejadas y/o previamente intervenidas, con pendientes poco pronunciadas y con bajo riesgo de erosión e inestabilidad; utilizar la mínima área necesaria para cumplir con los requerimientos operativos de la infraestructura.
- b) Recuperar y almacenar la capa superior, así como, la vegetación producto del desbroce, para su posterior reutilización durante la recomposición y restauración, en la fase de abandono.
- c) Realizar el mantenimiento de equipos (cambio de aceites), en lugares apropiados y autorizados para ese efecto y no en los frentes de trabajo.
- d) Recolectar, clasificar y disponer residuos sólidos no peligrosos para la incineración, compostaje, reciclado o disposición en rellenos sanitarios autorizados.

5. APROVECHAMIENTO DE ÁRIDOS

Durante la extracción de áridos para su empleo en los proyectos, se recomienda adoptar las siguientes medidas, de tal forma que se minimicen los impactos a los factores ambientales que puede causar esta actividad.

- a) Proteger los márgenes del río, estableciéndose franjas laterales de seguridad. Como mínimo se establece el tercio del ancho del río. En caso de meandros el área explotable debe ser el tercio de la curva interior (curva de deposición).
- b) Construir mitigadores de corriente en caso de aprovechamiento de áridos en cauces de ríos o afluentes con pendientes igual o superior al 5% (cinco por ciento).
- c) Señalizar de forma permanente los lugares de riesgo, en el caso de aprovechamiento de áridos en zonas de riesgo
- d) Ubicar las fosas de sedimentación de finos (lamas) en un sitio que cumpla con condiciones técnicas de un sistema de disposición transitoria o final según normas vigentes. Limpiar las fosas de sedimentación antes de que se colmaten.
- e) Reutilizar el material sedimentado y extraído de las fosas, en áreas con potencial agrícola o confinarlo en lugares de disposición segura, y en ningún caso depositarse en el río o afluentes de ríos.



- f) Para el aprovechamiento planificado de áridos, construir fosas de recarga, longitudinales y paralelos al eje del río, con la finalidad de acumular sedimentos de grava y arena del material de arrastre, con lo que se mantendrá controlado el curso del agua, evitando riesgos de desbordes e inundaciones en las orillas.
- g) Con el fin de evitar riesgos de accidentes dentro las fosas, que se originen como consecuencia de los trabajos de extracción de áridos, quienes realicen el aprovechamiento de áridos deberán colocar avisos, carteles y banderas de señalización preventiva totalmente visibles, no permitiéndose el acceso de personas a estos sectores.
- h) Ubicar las instalaciones para el procesamiento de áridos en actividades mayores o mecanizadas (trituration, clasificación y lavado) deberá establecerse fuera de los lechos de ríos
- i) Ubicar los sitios de almacenamiento, depósitos de insumos, combustibles y lubricantes, generadores de energía y otras instalaciones, fuera de las riberas de los ríos, cumpliendo normas de seguridad industrial y ambiental.

6. PROCEDIMIENTOS PARA LA RESTAURACIÓN

Los procedimientos que se desarrollan a continuación, sirven de guía para lograr la restauración de áreas afectadas por el proyecto. Su finalidad es la de recobrar atributos estructurales y funcionales perdidos o dañados, recomponer parte de la apariencia paisajística, restituir los valores y servicios ambientales que éstas áreas prestaban y recuperar sus bases productivas tratando de replicar y acercarlas lo mejor posible al estado previo a la intervención.

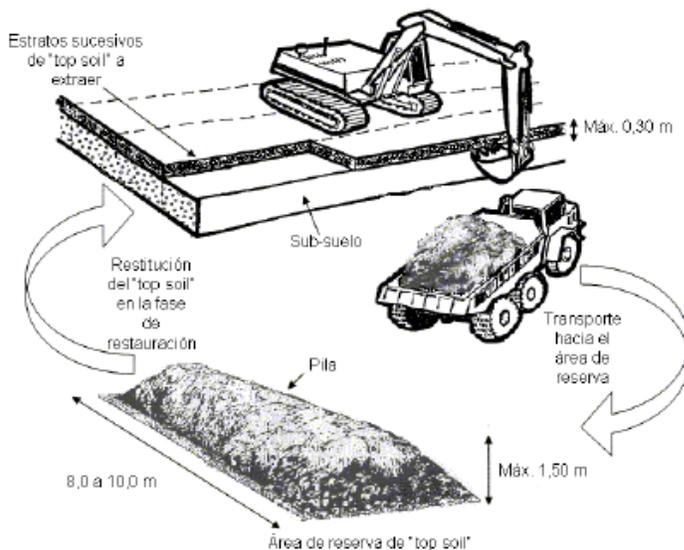
Las técnicas de restauración propuestas abarcan un espectro de actividades en apoyo o asistencia a la regeneración natural. La estrategia general consiste en intervenir a varios niveles, manipulando factores edáficos, hídricos, vegetacionales y otros, minimizando factores limitantes y liberando los agentes tensionantes.

6.1. PROCEDIMIENTOS PREVIOS

6.1.1. Manejo de restos de desbroce y suelo superficial

- a) Durante la etapa de habilitación de áreas mediante desbroce, los restos (hojas, ramas, cortezas u otros materiales de origen vegetal) deben almacenarse temporalmente en un área de reserva para su posterior utilización en los tratamientos de restauración propuestos. El sitio de almacenamiento no debe interrumpir el escurrimiento natural del terreno y debe situarse a una distancia mínima de 100 m de cuerpos de agua.
- b) Durante las excavaciones y cortes debe adoptarse la técnica del “capaceo” que consiste en la retirada cuidadosa y diferenciada del suelo superficial, evitando su mezcla con los sustratos subyacentes o su enterramiento. Para la segregación de este estrato puede adoptarse una profundidad promedio de 0,3 m. Una vez acopiado el material, debe trasladarse hacia un sitio de espera o de reserva; entretanto se realizan los movimientos de tierra. Se depositará conformando montículos o cordones de 10,0 m de longitud y como máximo de 1,5 m de altura, para evitar la pérdida de las características del suelo (Figura 8).

Figura 8. Técnica del “capaceo” para extracción y reserva del estrato superficial a ser utilizado en la restauración de planchada.



Fuente: MAAF (2000)

6.1.2. Selección de especies vegetales

- a) Para la selección de especies nativas potencialmente utilizables en la restauración, deberán considerarse que las mismas estén dotadas de características y estrategias adaptativas que les permita colonizar medios difíciles, dinamizar la regeneración de los suelos y rehabilitar el ecosistema con un mínimo de intervención humana.
- b) A fin de obtener gran parte de las características antes mencionadas debe optarse preferentemente por especies vegetales representantes de la flora local o nativa; tanto para evitar los riesgos al equilibrio ecológico que conlleva la introducción de especies exóticas, como para aprovechar la adaptación a los rangos ambientales de la zona especialmente en base a su tolerancia/resistencia a condiciones limitantes. Sin embargo, algunas especies exóticas pueden ser utilizadas desde que las tareas de restauración se realicen en áreas intervenidas y se posea información validada sobre el comportamiento de estas especies en ambientes similares. Si los proyectos se desarrollan al interior de áreas protegidas, en ningún caso deberán emplearse especies exóticas.
- c) En los casos en los que haya sido necesario la tala/retiro de árboles/arbustos para implementar el subproyecto que involucre obras (construcción de puentes, mejoramiento/rehabilitación de caminos, mantenimiento/rehabilitación de pequeñas presas, construcción de sistemas de riego), es necesario desarrollar medidas de compensación. (por ejemplo, si se tala 01 individuo arbóreo, la contratista/ejecutora de la obra debe compensar mediante la plantación de 10 individuos arbóreos)

6.1.3. Propagación de las especies seleccionadas

La Empresa Contratista responsable de la Actividad Obra o Proyecto (AOP) debe asegurar plantines de especies vegetales nativas para la revegetación de los lugares afectados. En caso de no disponerse de proveedores de



plantines de las especies vegetales nativas, el responsable de la AOP debe producir los mismos en vivero propio. El mismo es una instalación destinada a la producción masiva de plantines de especies vegetales cuyo objetivo es brindar las condiciones ideales al material propagativo hasta que las plántulas adquieran suficiente vigor para ser transplantadas en su lugar definitivo. El vivero debe instalarse en un emplazamiento elegido en función a la disponibilidad de: sectores de topografía plana; fuentes de abastecimiento de agua permanente y de buena calidad y buenas condiciones de accesibilidad, lo cual facilitará el traslado de los plantines a los lugares definitivos de plantación, así como las labores de acopio de materiales a utilizar para la producción.

6.2. EJECUCIÓN DE LA RESTAURACIÓN

Las situaciones en las que es necesaria la restauración, pueden variar desde medios severamente perturbados, hasta aquellos en los cuales apenas es necesaria una ligera intervención para lograr su recuperación. En aquellos terrenos cuya capacidad natural de regeneración se ha reducido considerablemente, es muy difícil establecer una cubierta vegetal similar a la original a corto plazo. En este sentido, debe instaurarse un proceso de reconstrucción estructural y funcional del ecosistema afectado, siguiendo los patrones espacio temporales propios de la sucesión vegetal natural.

Para lograr el objetivo propuesto, debe optarse por la técnica denominada “plantación seral” la misma que consiste en implantar inicialmente especies vegetales de un “orden ecológico bajo” (hierbas), las mismas que una vez instaladas permitirán la instalación de especies cada vez más exigentes (arbustos y árboles) procurando llegar paulatinamente a una condición similar a la original. Las etapas del proceso de restauración se describen a continuación:

6.2.1. Adecuación del terreno e introducción de herbáceas

La presencia de un suelo desnudo es el caso más sensible a tratar en la restauración ya que exige la aplicación de tratamientos tendentes a favorecer la instalación inmediata de algún tipo de cobertura vegetal en condiciones muy limitantes. La introducción de herbáceas se considera la primera fase para iniciar el proceso, cuya finalidad principal es proteger la superficie de la agresividad de los principales agentes erosivos a la vez que se busca aumentar la resistencia del suelo a la erosión (estructuración) e impedir el inicio de procesos de encostramiento superficial (sellado del espacio poroso). Las hierbas también funcionarán como una protección frente a la alta intensidad solar atenuando la amplitud térmica y disminuyendo la evaporación del suelo, lo que incrementará la disponibilidad de agua para las especies subsecuentes.

La introducción de herbáceas no requiere de tratamientos complejos, dado que estas especies presentan menores exigencias edafoclimáticas con relación a arbustivas o arbóreas. Como etapa previa a su implantación, se procederá a la adecuación del substrato mediante el aporte del material de suelo superficial reservado durante la habilitación de las áreas (ver punto 6.1.1). En caso de disponerse de compost, estiércol, rastrojos u otros materiales orgánicos, estos deben adicionarse como enmiendas orgánicas que coadyuvarán a retener y preservar la humedad a la vez que mejorarán las condiciones nutricionales del suelo.

El acondicionamiento del suelo se iniciará con el aflojado de la capa superficial (30 cm) con azadón y cuando sea necesario con picota o chonta para la eliminación de costras superficiales y el subsolado de capas adensadas para facilitar la infiltración de agua. Cuando sea necesario, se procederá a la remoción de rocas y gravas mayores a $\frac{3}{4}$ " utilizando zaranda. Posteriormente, se realizará la distribución homogénea del suelo y nivelado con rastrillo rellenando las depresiones. El suelo superficial deberá distribuirse uniformemente sobre la superficie del terreno formando una capa de 10 cm. Las enmiendas orgánicas pueden incorporarse a razón de $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e incorporarse con rastrillo a una profundidad de 5 cm. Una vez lograda una “cama” adecuada

para las semillas se procederá a la siembra distribuyendo manualmente las semillas en toda la superficie siempre procurando que la densidad sea uniforme y cubriendo a continuación con una fina capa de sustrato.

6.2.2. Consolidación de herbáceas e introducción de precursor leñoso

Una vez que la cobertura vegetal compuesta por herbáceas se instala y prospera en el terreno, se deben introducir de precursor leñoso, especies de porte arbustivo o subarbustivo que, se asume, son precursores de las arbóreas. Las mismas se transplantan mediante técnicas similares a las arbóreas que se describen más adelante.

6.2.3. Consolidación de precursor leñoso e introducción de arbóreas

Una vez conseguida la instalación de arbustivas se procede al repoblamiento forestal en sí, es decir la implantación de una cobertura arbórea. A continuación se describen las actividades necesarias para este fin.

6.2.3.1. Preparación del sitio de plantación

Los sitios destinados a la introducción de arbóreas deben cumplir requerimientos mínimos respecto a las condiciones edáficas. Así para definir las áreas destinadas a las plantaciones forestales, deben realizarse sondeos para evitar aquellos sitios que tengan limitaciones muy severas sobretodo respecto a la profundidad efectiva y grado de drenaje interno. Se considera que la plantación de especies arbóreas solamente podrá realizarse en suelos que tengan como mínimo 0,5 m (moderadamente profundos) hasta el lecho rocoso o capa endurecida. En cuanto al drenaje los suelos deben tener una eliminación satisfactoria del agua del suelo de modo que el perfil sólo permanezca húmedo por un corto lapso de tiempo.

Una vez escogido el sitio para la plantación, debe procederse a la retirada de la vegetación en un radio de 0,5 m alrededor de cada hoyo a ser excavado. No conviene eliminar las especies herbáceas y arbustivas en zonas de elevada pendiente que funcionarán como protección frente a la erosión.

6.2.3.2. Distanciamiento

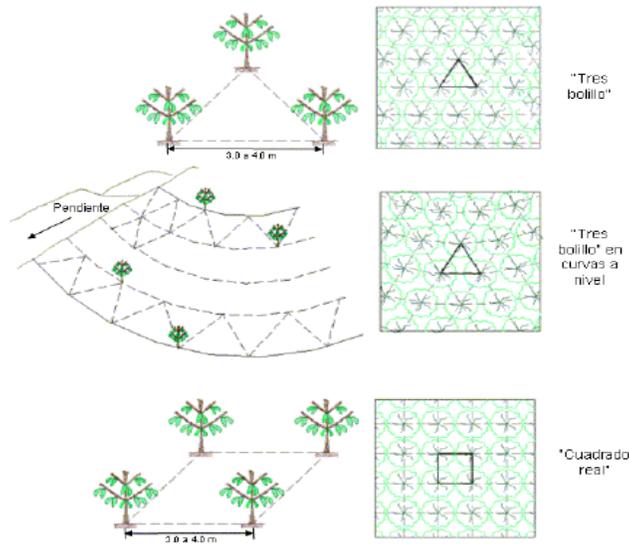
El distanciamiento entre una planta y otra dependerá de: la especie a ser plantada; las condiciones ambientales; las prácticas de manejo que se realizarán y del objetivo de la plantación. Por tratarse de plantaciones destinadas a la protección del suelo y restauración de áreas susceptibles a la degradación, deberán adoptarse densidades altas. Así para árboles de copa frondosa, el distanciamiento será de 3,0 m entre plantas. Árboles de copa reducida y arbustos podrán plantarse con distanciamiento de 2,0 x 2,0 m.

6.2.3.3. Trazado y marcación

El trazado de la plantación se realizará según la topografía del terreno. En zonas planas o de poca pendiente (de hasta 2%) el trazado se realiza en “cuadrado real”. Normalmente las zonas a tratar presentan mayores pendientes por lo que debe optarse por el patrón de plantación al “tresbolillo” (triángulo), con las líneas de plantación siguiendo las curvas de nivel; es decir, perpendicularmente a la pendiente (Figura 9).

Esta disposición permite la plantación de un mayor número de ejemplares por unidad de área que en “cuadrado real”, además ofrece la mayor oposición al barrido de los vientos (manteniendo el microclima) y evita la concentración del flujo de la escorrentía superficial, forzándola a dividirse en filetes de agua minimizando el arrastre del suelo. Sin embargo, este sistema de trazado exige una cuidadosa sistematización a fin de establecer adecuadamente los puntos que servirán de orientación general para la plantación.

Figura 9. Trazado y disposición de especies forestales para revegetación



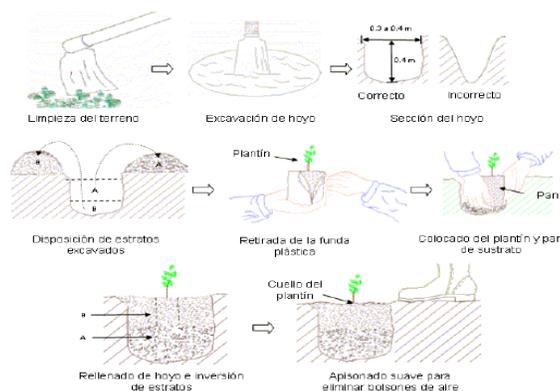
Fuente: DTAMA (2002).

6.2.3.4. Apertura de hoyos

Una vez realizada la marcación con estacas se procede a la apertura de los hoyos para la plantación. Los mismos deben tener unas dimensiones mínimas que garantizan un volumen suficiente para ser aprovechado por las raíces. Es aconsejable que como mínimo se excaven hoyos de 40 x 40 x 40 cm en terrenos que así lo permitan. Debe tomarse el cuidado de que los hoyos no adquieran la forma de cono invertido.

Durante la excavación es conveniente separar los primeros 10 o 20 cm de suelo (normalmente con mayor porcentaje de materia orgánica) del suelo inferior, para luego aprovechar este estrato como relleno del área radicular de las plantas. Asimismo la apertura de hoyos debe programarse para no dejar por mucho tiempo el suelo excavado y expuesto al arrastre por la lluvia (Figura 10).

Figura 10. Secuencia de operaciones para el transplante de especies arbóreas



Fuente: DTAMA (2002)

6.2.3.5. Transplante

La plantación definitiva o “transplante” es el momento crucial de la plantación forestal, sobretodo se deben considerar las condiciones climatológicas de la región, de tal manera a realizar el transplante coincidiendo con el inicio de la época lluviosa del año; de esta manera, los plantines aprovecharán al máximo la disponibilidad de agua para desarrollar su sistema radicular asegurando su supervivencia y crecimiento en la época de déficit hídrico. Sin embargo, se podrán efectuar plantaciones como máximo hasta un mes antes del final de la época de lluvias.

Una vez en el campo, las bolsas con plantines son cortadas para facilitar la retirada del “pan” de tierra y raíces lo más intactos posible. Una vez retirada la bolsa se procede a la poda de raíces puesto que tienden a desarrollar un enmarañado en la base de la bolsa que debe ser eliminada con navaja cortando los últimos 3 cm. Seguidamente, se coloca el “pan” con la planta en el centro del hoyo hasta una altura que no queden enterrados más de 2 cm del cuello de la planta, luego se rellena paulatinamente con el suelo excavado colocando el suelo orgánico (superficial) alrededor del pan y el suelo restante por encima (inversión de estratos). El suelo alrededor de la planta debe ser apisonado para eliminar espacios con aire y garantizar un buen contacto entre el “pan” y el suelo, seguidamente se nivela el terreno evitando que se formen depresiones que pueden causar anegamiento y pudrición del plantín (Figura 10).

6.2.3.6. Protección contra ganado

Las plantaciones jóvenes son muy atractivas para el ganado por lo que deben implementarse medidas para impedir el acceso del mismo al área de las plantaciones y corredores de paso de ganado. La medida más efectiva (pero más costosa) es el cercado de las áreas con alambradas, no obstante dependiendo de la superficie a cercar puede ser inviable su utilización. Alternativas para la protección contra ganado incluyen actividades de monitoreo y control y restricción de acceso a zonas sujetas a procesos de revegetación, así como la implementación de zonas de tránsito para ganado.

6.2.3.7. Protección contra incendios

Los bosques instalados con fines de protección deben contar con fajas cortafuegos (trechos sin vegetación) situados de tal manera que impidan el avance de un posible incendio. El área de cortafuegos debe mantenerse en lo posible libre de material inflamable (paja, ramas secas, etc.) y evitar la quema de rastrojos o pastos como medida de limpieza de terrenos próximos a las zonas de forestación.

6.2.4. Restauración de áreas erosionables

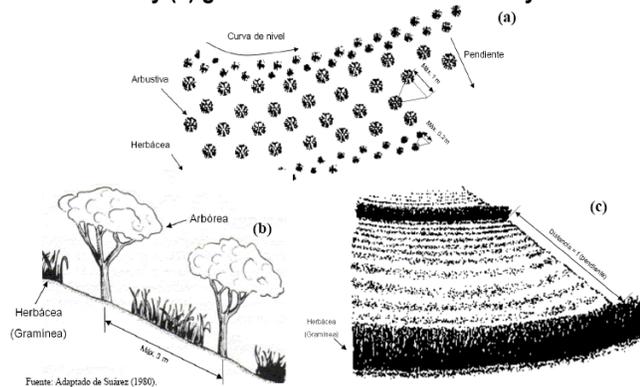
Fundamentalmente, se plantea la prevención y control de la erosión mediante la combinación de herramientas físico - mecánicas y biológicas que favorecerán el proceso de sucesión vegetal hasta lograr una cobertura significativa del terreno y su recuperación escénica en el mediano plazo, junto con la estabilización del substrato en el corto plazo. Las técnicas propuestas se describen a continuación:

6.2.4.1. Barreras vivas

Las barreras vivas son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso sembradas a través de la pendiente y a distanciamientos cortos para disminuir la velocidad de la esorrentía y retener el sedimento que en ella se transporta.

La barrera viva debe conformarse de tal manera que adquiera una continuidad en el menor lapso de tiempo posible. Con este fin, las plantas deben disponerse en hileras simples al tresbolillo separadas 20 cm entre sí para obtener la densidad adecuada. En el caso de tratarse de material vegetativo (macollos), debe roturarse el suelo aflojándolo en una faja de 30 cm de ancho y 10 cm de profundidad. Luego se planta el material al distanciamiento mencionado. En el caso de siembra por semilla, se colocarán 2 semillas por postura a una profundidad de 5 cm en la faja aflojada.

Figura 11: Restauración de taludes con barreras vivas de: (a) plantaciones al “tresbolillo” de herbáceas combinadas con especies arbustivas; (b) franjas de herbáceas combinadas con arbóreas y (c) gramíneas formando matas muy densas



Fuente: Adaptado de Suárez (1980)

El trazado debe realizarse “en contorno”, es decir acompañando las curvas de nivel (Figura 11) de tal manera que formen un obstáculo efectivo a la escorrentía. Esta disposición también favorece la acumulación de sedimentos los mismos que conforme son depositados entre la base de las plantas, modifican la microtopografía del sitio conformando un relieve aterrazado lo cual constituye una ventaja para disminuir la erosión (trampa de sedimentos). Para el trazado de las barreras en contorno, debe determinarse la pendiente representativa del terreno con equipo topográfico seleccionando aquel sector que posea una inclinación promedio de toda el área a intervenir. Sobre esta referencia se procede al trazado y estaquillado de una “línea guía” o “línea madre” la cual se ubica a favor de la pendiente. La primera estaca se coloca en la parte más alta del terreno a restaurar, a partir de la misma, se estaquilla el resto de la línea colocando estacas a intervalos regulares en dirección hacia un punto de referencia situado pendiente abajo (estaca pintada de blanco). Es importante verificar que todas las estacas formen una línea recta, caso contrario deberá rectificarse su posición.

Debido a que se utilizarán en terrenos deforestados, las barreras deben establecerse con una separación (intervalo) relativamente corto entre ellas. Este distanciamiento (distancia entre curvas de nivel) estará dado en función a la pendiente del terreno donde se aplicarán los datos de la Tabla 1, es decir, a medida que este sea más empinado, mayor será el número de barreras a establecer. Las curvas de nivel se trazarán transversalmente y a partir de la línea guía con ayuda de equipo de nivelación. Debe colocarse estacas a lo largo de toda la curva, distanciadas de 2,0 m unas de otras. Debe cuidarse que las curvas trazadas mantengan un gradiente uniforme en todo el recorrido, caso contrario deberá procederse a la corrección de la estaca respectiva. Finalmente, a ambos lados de la curva de nivel estaquilladas debe demarcarse con cuerda y cal el ancho de la faja donde de procederá a la plantación.

Tabla 1: Distanciamiento entre barreras vivas en función a la pendiente del terreno



Pendiente (%)	Distancia entre barreras (m)
10	15
15	10
20	9
25	8
30	6,5
35	6,0
40	6,0

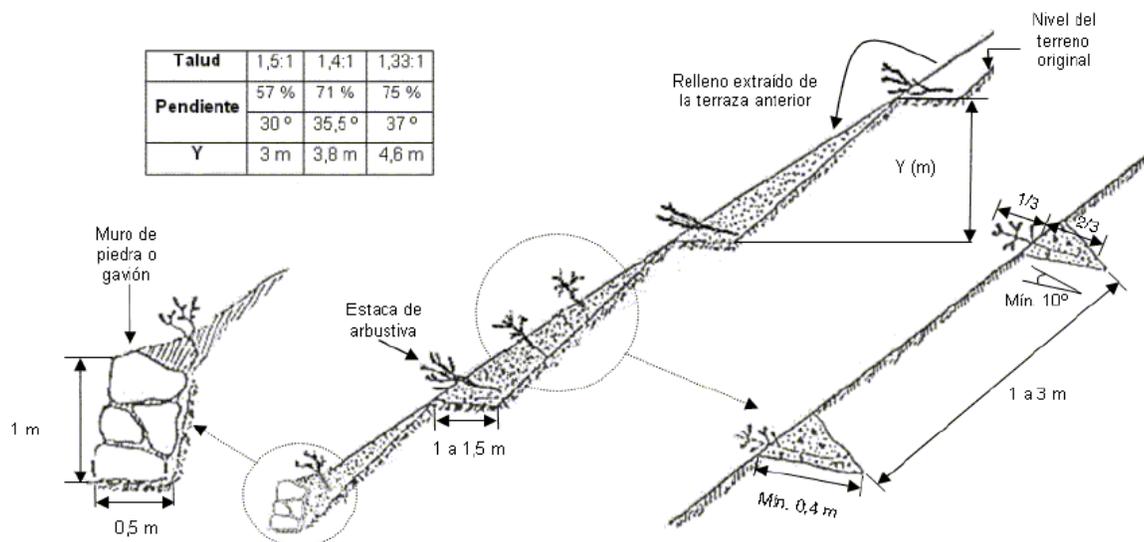
Fuente: Suárez (1980).

Debido a que puede existir competencia por agua y nutrientes entre las plantas que conforman la barrera y otras que se instalarán entre ellas, es necesario que se mantenga una franja de 0,5 m a ambos lados de la misma, libre de otras especies.

A los 30 días de realizada la siembra o plantación es necesario la resiembra (refalle) de los claros formados por fallas de germinación o macollos que no tuvieron prendimiento. Por otra parte, anualmente, al final de la estación lluviosa, debe realizarse un mantenimiento (poda) y retirada de macollos evitando que las plantas se extiendan lateralmente deformando las barreras establecidas. Una vez realizado el deshierbe, los rastrojos deben acumularse en la base de la barrera.

En terrenos con pendientes superiores al 10% las barreras vivas deben asociarse con zanjas de infiltración (ver subtítulo 6.2.4.2). Las barreras vivas también pueden formarse con algunas especies leñosas (caducifolias y subcaducifolias), que tienen la capacidad de enraizar y propagarse por medio de estacas (segmentos, cortes o fragmentos de tallos) de 15 a 30 cm de longitud y un diámetro entre 0,5 a 5 cm. El método consiste básicamente en cortar las ramas de donantes vigorosos y sanos con alta cantidad de reservas alimenticias y plantarlas directamente en el suelo para desencadenar la producción de raíces en la porción de la estaca que está en contacto con el suelo (Figura 12). Los cortes se obtienen de ramas de con cierto grado de lignificación (ramas duras) que no se deshidratan y conservan la humedad el tiempo suficiente para generar un nuevo crecimiento de raíces y ramas. Se deben elegir los segmentos basales o centrales de la rama, que son los que contienen mayores reservas y yemas, pues de ellos se derivan las ramificaciones secundarias. Por ello no son adecuadas las ramas con entrenudos muy largos o de ramas pequeñas y débiles.

Figura 12. Restauración de taludes con barreras vivas mediante estacas de especies arbustivas



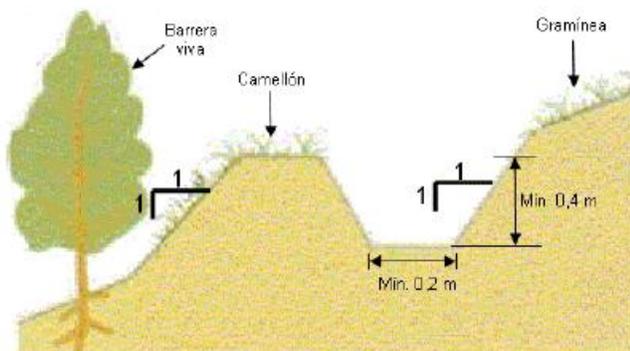
Fuente: Adaptado de Gonzáles (1998) y Suárez (1998)

6.2.4.2. Zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración son trincheras excavadas en las laderas con la finalidad de captar la escorrentía proveniente de las partes altas, antes que ésta adquiera velocidades erosivas. De esta manera, se “cosechan” las aguas y almacenan temporalmente, a fin de que se infiltren lentamente humectando el área bajo tratamiento. Asimismo, las zanjas retienen los sedimentos removidos por el flujo hídrico a la vez que evitan la formación de surcos que pueden conducir a la formación de cárcavas en el terreno.

Las zanjas de infiltración se construyen a semejanza de canales con una sección transversal trapezoidal. Deben tener un ancho mínimo en la base de 20 cm y un tirante de 40 cm. Se construyen en contorno, procediéndose de la misma manera explicada en el punto 6.2.3.3. En función a las curvas de nivel se procede al trazado y marcaje de los límites de la excavación con estacas, cuerdas y cal. Las trincheras son excavadas hasta la profundidad requerida, inicialmente con paredes verticales disponiendo el suelo en el borde inferior, posteriormente se realiza el corte del talud superior e inferior. El suelo proveniente de la excavación dispuesto en el borde inferior de la zanja, debe amontonarse a fin de conformar una sobre-elevación, “ceja” o camellón. Este tiene la función de aumentar la capacidad de captación de la zanja. Debe compactarse ligeramente y revestirse con una cobertura de gramíneas (Figura 13).

Figura 13. Perfil de zanja de infiltración asociada con barrera viva y revestimiento de gramíneas



La relación del talud recomendable es de 1:1. El largo de cada zanja será de 5 m estando separadas unas de otras por tabiques o diques dispuestos a intervalos de 0,5 m. Estos tabiques son simplemente muros que se forman al dejar espacios sin excavar y cuya finalidad es la de garantizar que el agua no corra a lo largo de la zanja. En este mismo sentido, la gradiente longitudinal debe ser nula a fin de conseguir una infiltración homogénea del agua recibida a lo largo del fondo de la zanja.

Fuente: CONAF (1998)

Las zanjas son efectivas en pendientes de hasta el 50%. Deben disponerse transversalmente a la máxima pendiente del terreno en el sentido de las curvas de nivel. Se intercalan en el terreno, de tal manera que funcionen en conjunto captando la escorrentía, en la eventualidad que los volúmenes superen la capacidad de almacenaje de las mismas, produciendo su rebalse. Los intervalos entre zanjas estarán en función de la pendiente del terreno. (Tabla 2).

Tabla 2. Distanciamiento entre zanjas de infiltración en función a la pendiente del terreno.



Pendiente (%)	Distancia entre zanjas (m)
5	20
10	15
15	12
20	9,5
25	9
30	8
35	7,5
40	6,5
45	6
50	5,5

Fuente: Suárez (1980).

La instalación de una barrera viva a todo lo largo de la zanja constituye un componente fundamental del sistema propuesto. La barrera debe conformarse mediante la siembra de especies de macollaje tupido tanto en el borde superior del talud como en el camellón. También pueden instalarse especies arbóreas o arbustivas con la finalidad de estabilizar el terreno, disminuir la velocidad del flujo proveniente de la ladera y filtrar la escorrentía captada atrapando los sedimentos. De esta manera se prolonga la vida útil de la zanja que requerirá una menor frecuencia de mantenimiento. El mantenimiento consiste en la retirada de los sedimentos acumulados para mantener la profundidad adecuada, operación que debe realizarse anualmente, al final de la época seca.

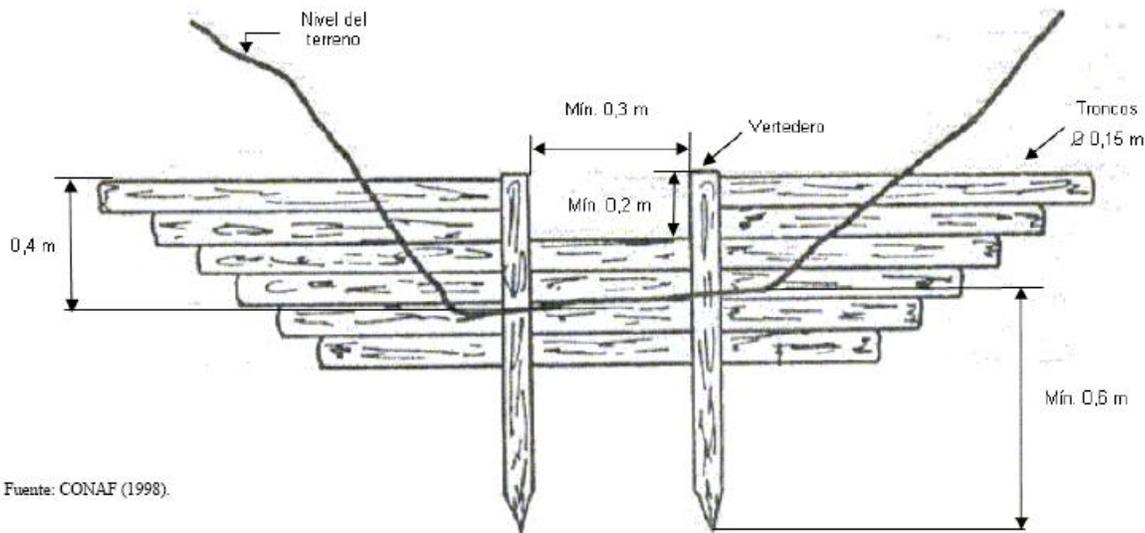
6.2.4.3. Empalizadas

Esta medida se aplica en aquellos sectores que presentan erosión hídrica severa. La forma más avanzada de este tipo de erosión son las cárcavas, las cuales se originan a partir de la concentración del flujo de escorrentía en determinados sitios del terreno (normalmente depresiones, irregularidades o surcos preexistentes). Al fluir en dirección de la pendiente, dependiendo del volumen y velocidad que adquiera, el agua formará un surco progresivamente más profundo, capaz de ampliarse tanto en longitud como transversalmente adquiriendo normalmente una sección en “V”.

Las empalizadas son diques de madera robustos aptos para lograr el control y recuperación de cárcavas. Se trata de estructuras temporales de carácter mecánico, instaladas transversalmente al curso de las cárcavas con la finalidad de reducir la energía cinética de la escorrentía y retener y acumular los sedimentos arrastrados. Por otro lado, estas obras evitan que el flujo constante erosione el lecho de la cárcava y continúe el proceso de desmoronamiento, a la vez que permiten la acumulación de un volumen de sustrato suficiente para la retención de humedad y el enraizado de especies vegetales.

Los diques propuestos son de fácil y rápida construcción cuando se cuenta con el material disponible en el área. Se utilizan estacas de madera rolliza de 10 a 15 cm de diámetro firmemente unidas con alambre de amarre (Figura 14). Estas empalizadas deben estar suficientemente enterradas en el fondo y en los flancos de la cárcava. El vertedero central de la estructura tiene la función de evacuar un eventual caudal excedente. Asimismo es necesario proteger el área de vertido con un delantal para impedir que la obra sea destruida por socavación.

Figura 14: Perfil de empalizada o dique de troncos para restauración de focos de erosión severa.



Se utilizarán varios diques a lo largo del lecho de la cárcava, distribuidos a intervalos uniformes, de manera que funcionen de manera escalonada durante las lluvias intensas.

Anualmente las estructuras deben recibir mantenimiento, sin embargo, se recomienda realizar inspecciones después de lluvias fuertes para verificar posibles daños y realizar las reparaciones pertinentes. El mantenimiento adquiere especial importancia sobretodo en la fase de instalación, cuando los materiales aún no están suficientemente consolidados.

6.3 MANTENIMIENTO DE LAS ÁREAS RESTAURADAS

La empresa contratista de la obra y el GAM/GAIOC deben considerar medidas para el mantenimiento de las áreas restauradas, una vez concluida la obra y posterior a la entrega definitiva de ésta:

a) Mantenimiento de áreas restauradas hasta la entrega definitiva de la obra

- La Empresa Contratista es la responsable de la evaluación de las plantaciones realizadas con fines de restauración, considerando, entre otras, las siguientes medidas: 1. Verificación de superficie con plantaciones de restauración (10 individuos plantados por la tala o afectación de 1 individuo). 2. Determinación del porcentaje de sobrevivencia de los individuos en campo. 3. Determinación del porcentaje de sobrevivencia con relación a la entrega de plantas. 4. Determinación de porcentaje de plantas faltantes. 5. Muerte de las plantaciones y causas.

b) Mantenimiento de áreas restauradas posterior a la entrega definitiva

- El GAM/GAIOC es responsable del mantenimiento de las áreas restauradas posterior a la entrega definitiva de la obra durante la fase de operación y mantenimiento de esta, verificando que la población de individuos arbóreos/arbustos restaurados en la superficie plantada se mantenga en el largo plazo. En caso de individuos arbóreos faltantes por diferentes causas posterior a la entrega definitiva, éstos deben ser repuestos por el GAM/GAIOC.