



Prescripciones Técnicas

OBRAS DE ARTE

**EQUIPO 4b Prevención de la Erosión
(Cosecha).**

DOCUMENTO TÉCNICO

Versión: 6	Fecha: 08 / 2017	Páginas: 19
----------------------	----------------------------	-----------------------

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCION	3
2.	IMPLEMENTACIONES	3
2.1.	Salud y Seguridad Ocupacional:	3
2.2.	Sistema de Gestión Integrado	3
2.3.	Medio Ambiente.....	3
2.4.	Emergencias	3
2.5.	Operación	3
3.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y ALCANCES FSC	4
4.	INICIO DE ACTIVIDADES.....	4
5.	PLANIIFCAION DE OBRAS DE ARTE.....	6
6.	CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE.....	8
6.1.	Construcción de Alcantarillas	8
6.2	Construcción de Bajadas de Agua	9
6.3	Construcción de Zanjas de Derivación	11
6.4	Construcción de Disipadores de Energía.....	11
6.5	Construcción de Defensas, Contenciones y/o Empalizadas.....	12
6.6	Construcción de Obras Complementarias.....	13
6.7	Construcción de Puentes.....	13
7.	MONITOREO DE OBRAS DE ARTE	18

1. INTRODUCCION

En la construcción de caminos existen una serie de obras complementarias necesarias para su estabilización. Estas obras apuntan a tener un control sobre la evacuación de las aguas lluvias y canalización de los cursos de agua permanentes y temporales. De esta forma se logrará disminuir la erosión del terreno, la contaminación de cursos de agua y mejorar la estabilidad de los caminos. Estos trabajos son conocidos como obras de arte.

Como resultado de la modificación del terreno es que se hace necesaria la construcción de estas obras de arte posterior al movimiento de tierra.

En este documento se tratará sobre la construcción de obras de arte con toda la implicancia medioambiental que esto conlleva.

2. IMPLEMENTACIONES

Para la construcción de obras de arte se requieren de algunas implementaciones muy similares al resto de las actividades, cumpliendo con toda normativa interna de Medio Ambiente, Salud y Seguridad Ocupacional.

2.1. Salud y Seguridad Ocupacional:

- Debe contarse con un análisis de riesgo diario (ARD), el cual debe identificar los aspectos críticos que se presentan diariamente.
- Derecho a saber firmado en faena de cada trabajador.
- Contar con los elementos de protección personal correspondientes.

2.2. Sistema de Gestión Integrado

- Disponibilidad de registros de faena, procedimientos y registros del Sistema de Gestión Integrado (SGI) completos y actualizados
- Procedimientos de trabajo de la Emsefor en terreno, que incluya la construcción de obras de arte
- Registro de asistencia mediante libros o tarjetas de control

2.3. Medio Ambiente

- Plano del predio, que permita identificar claramente la ubicación de la zona de trabajo.

2.4. Emergencias

- Existencia de un plan de emergencia vigente y contar con los recursos requeridos para control de derrames.
- Extintores operativos y vigentes disponibles

2.5. Operación

- Debe existir la señalización adecuada en el lugar que restrinja el acceso.
- El camino debe permanecer cerrado impidiendo el libre tránsito por la construcción de puentes o alcantarillas.
- Equipo de comunicación adecuado, que asegure contacto permanente de él o los operadores en caso de emergencia.

- Vehículo de transporte de personal
- Requerimientos Sanitarios (IF054)

3. CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y ALCANCES FSC

La construcción de obras de arte permite no sólo un saneamiento y estabilización adecuados de los caminos forestales, sino también un eficaz control de erosión y conservación de las aguas. Por esta razón es que se debe tener especial atención en abarcar toda la superficie a intervenir, para así disminuir al máximo la alteración del medioambiente.

La construcción de obras de arte debe hacerse posterior al movimiento de tierra, con el objetivo de no dejar expuesta la superficie alterada a las condiciones climáticas.

Las obras de arte como las alcantarillas son un instrumento que permite mantener los cursos naturales del agua, conservando el sistema original de escorrentía superficial de las cuencas. Al mismo tiempo, las obras complementarias se utilizan como un instrumento de decantación de sedimentos arrastrados por el agua, disminuyendo su velocidad y capacidad erosiva.

Una buena práctica en la construcción de alcantarillas es evitar la contaminación del agua con los sedimentos generados en la excavación, por lo que se debe procurar que el material removido no tome contacto con el escurrimiento, depositándolo siempre sobre el camino.

Las intervenciones en caminos vecinales se deben realizar previa consulta a las personas afectadas por el desarrollo de las obras, considerando sus intereses y experiencias que ayudan a la determinación del tamaño y ubicación de la(s) alcantarillas y lograr resultados óptimos.

Se debe considerar los usos que terceros puedan dar al agua, por lo que en el caso de utilización para consumo humano, estas intervenciones deben ser avisadas oportunamente a la comunidad afectada.

Solo se debe realizar intervenciones planificadas, cualquier trabajo realizado fuera del área de trazado debe ser autorizado por el supervisor de caminos y registrado en el libro de faena.

4. INICIO DE ACTIVIDADES

Dentro de las actividades de construcción de obras de arte, deben tenerse en cuenta una serie de consideraciones previas.

- Contar con la autorización correspondiente por parte de la unidad de caminos.
- Dar el aviso correspondiente al área y a las unidades que se requieran.
- En el caso de construcción de puentes, deberá revisarse previamente el lugar en conjunto con el supervisor e identificar aspectos, tales como el tipo de puente, las obras complementarias y otros antecedentes relevantes.
- En el caso de construcción de alcantarillas, el tamaño y la ubicación de la alcantarilla forma parte del diseño, pero puede ocurrir que durante la construcción del camino se encuentren sectores bajos no reflejados en la cartografía, demandando la instalación de alcantarillas no presupuestadas. Formará

parte de la inspección visual confirmar la ubicación y tamaño del tubo a instalar. De forma conjunta se definirán las obras complementarias que se tendrán que construir en cada caso.

- La construcción de alcantarillas en caminos públicos debe respetar las disposiciones de la Ley de Tránsito, Título VIII, Artículo 96, Sobre la señalización, cruces de ferrocarril y señales luminosas reguladoras del tránsito.

La ley establece que quien ejecute trabajos en las vías públicas, estará obligado a colocar y mantener por su cuenta, de día y de noche, la señalización que corresponda y tomar medidas de seguridad adecuadas a la naturaleza de los trabajos, conforme al Manual de Señalización de Tránsito. Deberá, además, dejar reparadas dichas vías en las mismas condiciones en que se encuentre el área circundante, retirando, de inmediato y en la medida que se vayan terminando los trabajos, las señalizaciones, materiales y desechos.

- Salvo casos de emergencia, los trabajos en las vías públicas deberán ser comunicados y según se requiera, autorizados por escrito por la dirección de vialidad respectiva, previa presentación de proyecto de obra a ejecutar.
- La carga del vehículo que transporte el material para la construcción de alcantarillas o puentes, no podrá exceder el ancho de la carrocería, hasta una altura máxima de 4 metros. Además, la carga no podrá sobrepasar el extremo anterior del vehículo. Por la parte posterior la carga no podrá arrastrar ni sobresalir del extremo del vehículo en más de dos metros, cuando sobresalga más de 0,5 metros, deberá llevar en el extremo de la carga una luz roja, si fuere de noche y un banderín del mismo color, si fuere de día. Ese banderín será de género o material plástico de 0,5 x 0,4 metros, colocado de forma adecuada y amarrado al extremo de la carga. Los tubos deben ser fuertemente sujetos unos a otros, y también al vehículo.
- La recepción y descarga de tubos en el predio debe ser normal y relativamente fácil. El manejo de ellos puede ser de forma manual o con maquinaria, nunca dejar caer para evitar daños. El movimiento con maquinaria puede utilizarse con estrobos y amarrados a ambos lados del tubo para tener estabilidad.
- El almacenamiento de tubos debe ser en un lugar cercano a la instalación, lejos del tráfico de maquinarias. Acoples y accesorios deben guardarse acostados para evitar daños y deformaciones. Las tuberías pueden apilarse temporalmente en un área despejada y plana. Se deben asegurar con cuñas o bloques de madera ubicados a cada lado de la pila, a dos metros de ambos extremos de la tubería. Las pirámides no deben ser más anchas de 6 metros ni más altas de 1,8 m.
- El volteo de los árboles a utilizar como material para la construcción de las defensas de alcantarillas y puentes, debe ser realizado únicamente por personal debidamente acreditado y autorizado. El jefe de faena indicará el lugar y cantidad de material necesario para la construcción, considerando las medidas necesarias para facilitar su traslado hasta la ubicación de la obra de arte. El trozado de la madera quedará a cargo del motosierrista de la cuadrilla.

5. PLANIFICACION DE OBRAS DE ARTE

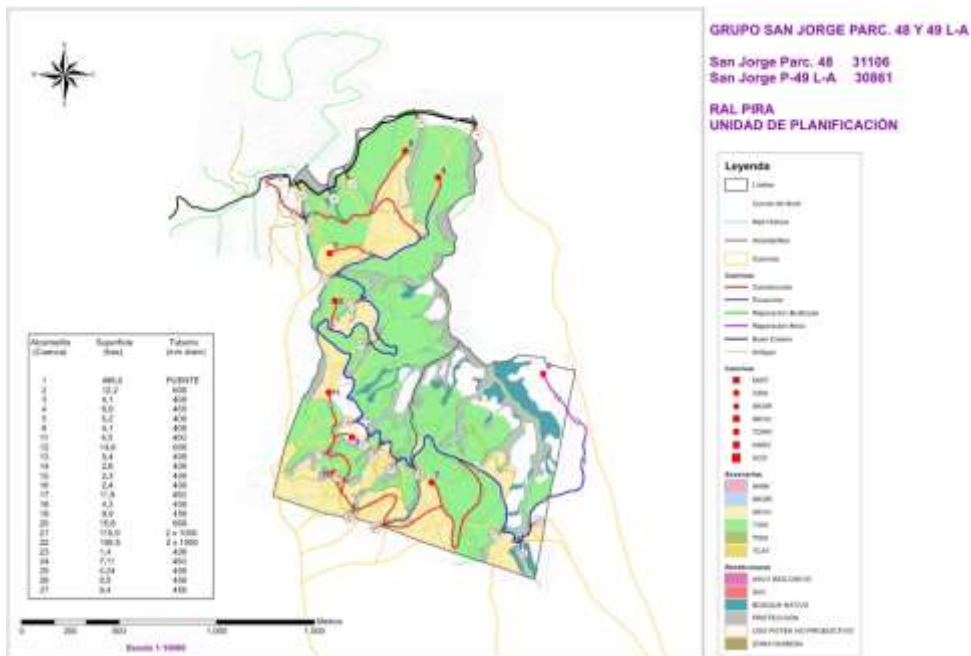
La planificación de la red de Alcantarillas dentro de un predio se realiza previo a la construcción de ellas por parte de la EMSEFOR y existen dos metodologías, ambas operan en función de la pluviometría y la fisiografía de cuencas que presentan el predió. El resultado de la planificación es un plano predial con la ubicación teórica de alcantarillas según tipo de diámetro.

Las dos formas de cálculo en la planificación de red de alcantarillas que utiliza FASA es el Método manual, basado en el estudio Gayoso y el sistema FASA SIGAA (Sistema de Generación Automática de Alcantarillas).

- **El Método Manual (Gayoso)**, genera en forma teórica la ubicación de la red de alcantarillas primarias. El método se basa en el estudio del año 2001, para la estimación de caudales y alcantarillas para Predios de la FAZS cosechados el año 2002. A partir de esta información se determinó los caudales máximos por superficie, para sectores de predios de Valdivia y determina los diámetros y ubicación de las tuberías en un plano según la numeración de los cruces de cursos de agua.

Tabla en uso actual. Octubre 2014

Tuberías mm	Superficie min.	Superficie max.
400	0	5,4
450	5,5	12
600	12,1	25
750	25,1	42
1000	42,1	84
2 x 1000	84,1	168
3 x 1000	168,1	252
PUENTE	> 252	



- **El Aplicativo SIGAA**, utiliza como base de sus cálculos el modelo digital del terreno (DEM), proveniente del vuelo Lidar a una resolución de un metro y un shape de caminos como información de entrada para sus cálculos. El usuario debe definir una serie de valores de entrada como el coeficiente de escorrentía, la intensidad de lluvia y un umbral de flujo acumulado (cantidad de celdas necesarias que deben ser acumuladas para generar escorrentía superficial y canalización de ésta), el cual simula una hidrografía que será utilizada en el proceso.

Dentro del proceso de cálculo, SIGAA se divide en dos módulos;

- a) El primer módulo tiene como objetivo identificar todos los cruces de quebradas con la red de caminos, posteriormente calcula el área tributaria de la alcantarilla de cruce, estima un caudal aportante por medio de la ecuación racional y ofrece un dimensionamiento de la obra por medio de la ecuación de Manning. Dentro de este mismo modulo, el aplicativo identifica tramos de camino que han superado cierto valor de flujo acumulado sobre la carpeta de rodado y recomienda la construcción de una salida de agua que evacue esa acumulación hacia el bosque de forma segura. Adicionalmente, SIGAA identificará aquellas alcantarillas de drenaje que quedan a menos de una distancia (predefinida) del curso de agua.
- b) El segundo módulo entrega el cálculo de índices ambientales, los cuales evalúan un trazado de camino desde tres aristas: pendiente lateral del camino, fragilidad del suelo (LS) y distancia hacia los cursos de agua, clasificando cada tramo de camino en tres rangos (bajo, medio y alto).

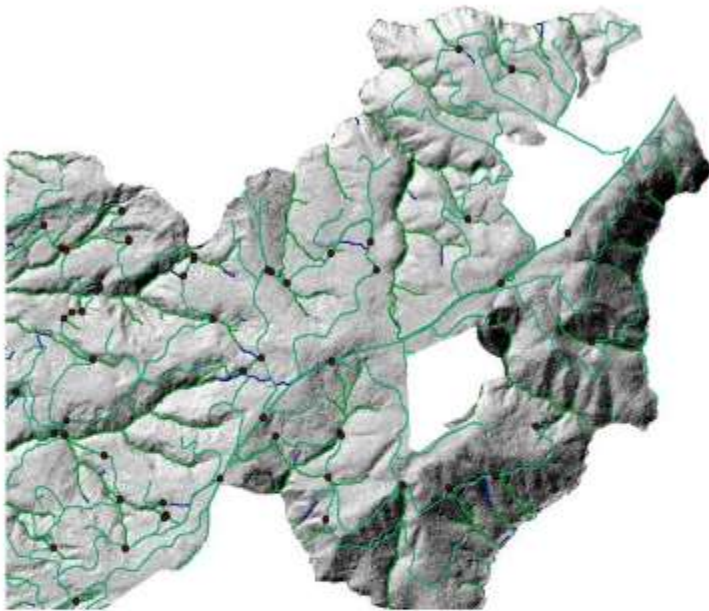


Figura 5. Imagen shape del resultado.

LINEA	SECTOR	TIPO	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN			
1	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
2	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
3	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
4	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
5	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
6	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
7	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
8	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
9	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
10	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
11	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
12	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
13	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
14	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
15	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
16	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
17	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
18	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
19	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
20	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
21	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
22	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
23	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
24	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud
25	1	1	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud	1000.0	m	Longitud

Figura 6. Tabla de atributos del shape, donde se detallan todos los parámetros involucrados en el cálculo, al igual que los resultados.

6. CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE

6.1. Construcción de Alcantarillas

Para la construcción de alcantarillas se utilizarán tubos corrugados de polietileno de alta densidad (HDPE), cuyo diámetro y cantidad a instalar dependerá de la cantidad de agua y las condiciones topográficas del lugar. La instalación de alcantarillas involucra una serie de requerimientos que optimizan su funcionalidad y durabilidad.

Según su ubicación, se pueden definir cuatro tipos de alcantarillas que se utilizan en forma regular: Alcantarillas de Empalme de Camino, Alcantarillas de Quebrada, Alcantarillas de Desagüe y Alcantarillas de Canchas.

Alcantarillas de empalme de camino: Es una obra de arte que se ubica en el cruce de dos caminos. Un tubo posee 6,1 metros de largo (peso aproximado entre 10 a 15 kg) y dependiendo de la longitud del cruce se van sumando alcantarillas a lo largo, esta construcción tiene normalmente una dimensión de 12 metros y consiste en la unión de 2 tubos corrugados en una línea. La unión se realiza con enganches cortos de la misma estructura llamados acoples.

Alcantarilla de desagüe: Obra de arte que recibe el caudal de las cunetas para evitar la inundación de las vías de transporte. De acuerdo al estándar de construcción de caminos de Verano (tierra) y de Invierno (ripio), se deberán instalar en promedio cinco alcantarillas por kilómetro de camino, dependiendo de las condiciones naturales del terreno como pendientes laterales y longitudinales, tipo de suelo, escorrentía natural, etc. Generalmente esta construcción posee un largo de 7 a 8 metros por lo que se deben instalar uno o dos tubos seguidos en una misma línea para sobrepasar el ancho del camino.

Alcantarilla de Quebrada: Obra de arte que desvía un afluente de agua permanente por debajo del camino. El tamaño del caudal determina el número de tubos y el diámetro de cada uno.

Alcantarilla de Cancha: Obra de arte que impide la acumulación de agua en las canchas de maderero, se ubican en la entrada o salida de ella dependiendo de la pendiente. El agua de lluvia o el agua que fluye por las laderas del cerro se deposita en los fosos o cunetas para que sea guiada hacia las alcantarillas.

Las especificaciones técnicas de instalación de alcantarillas se pueden definir en:

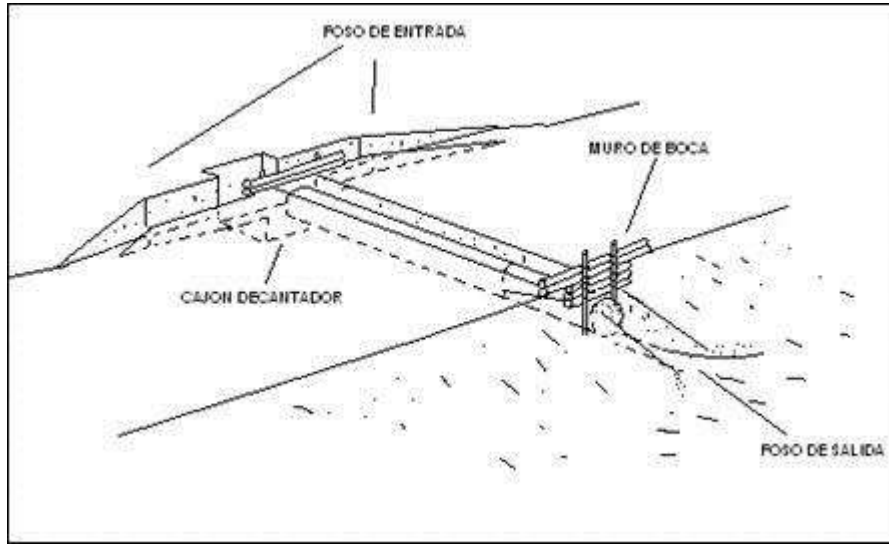
- La profundidad de excavación será de 0.5 m más el diámetro del tubo.
- El ancho de excavación será de 0.2 m más el ancho del tubo (0.1 m a cada lado).
- Las uniones y dimensionado del tubo debe hacerse antes de su presentación en la excavación.
- El piso de la excavación tendrá una pendiente longitudinal de 2 a 3% escarificando 5 a 10 cm permitiendo un buen asentamiento de los tubos.
- Deben construirse muros de boca o cabezales en la entrada y salida del tubo, con el objeto de evitar derrame del material de relleno. Estos cabezales se construirán con madera obtenida del lugar, con

un diámetro mínimo aproximado de 3" que cubra el ancho de la excavación y sobre la rasante con un ancho mínimo de 1 m. La estructura se fijará con alambre u otro elemento, a los dos pilares de madera, los que serán enterrados con apoyo de maquinaria (retroexcavadora). Este proceso requiere que los trabajadores mantengan una distancia de seguridad mínima de 5 metros respecto de la maquinaria. Los pilares serán fijados hacia el centro de la plataforma, antes de iniciar el relleno de la zanja.

- En la entrada de la alcantarilla debe construirse siempre un foso de captación de agua y un decantador.
- En lo general se tratará de mantener la dirección del escurrimiento natural del cauce.
- Si corresponde, de acuerdo a las condiciones del terreno, en la salida de la alcantarilla se construirá un foso decantador (de direccionamiento), un dissipador de energía del agua y o difusor, con el propósito de evitar erosión por impacto del flujo concentrado.
- Se debe evitar la entrada de agua en la excavación para la correcta instalación de los tubos y no perjudicar la compactación del material de relleno. En este sentido, es recomendable el uso de bombas, pozos, geotextiles, drenes o cunetas de desviación de ser necesario.
- Todo trabajo realizado con maquinaria pesada debe realizarse sobre suelo firme, no se debe operar sobre material de relleno o superficies que no tengan la estabilidad necesaria para la operación segura de la máquina.
- El personal encargado de la obra nunca debe ubicarse bajo objetos suspendidos.
- La distancia de seguridad a mantener entre los trabajadores y la maquinaria que se encuentre en operación debe ser mayor a 5 metros.
- El madereo de los trozos para su ubicación en las defensas siempre se deberá realizar con estrobos, manteniendo una distancia de seguridad por parte de los trabajadores mayor a dos veces el largo del trozo.

Para la instalación de tubos mayores a 600 mm de diámetro, se debe considerar algunas actividades adicionales por el gran volumen de tierra que es removido.

- El material de relleno debe ser compactado para su estabilización.



Esquema de los componentes de una alcantarilla



Fosos decantadores a la entrada de una alcantarilla

6.2 Construcción de Bajadas de Agua

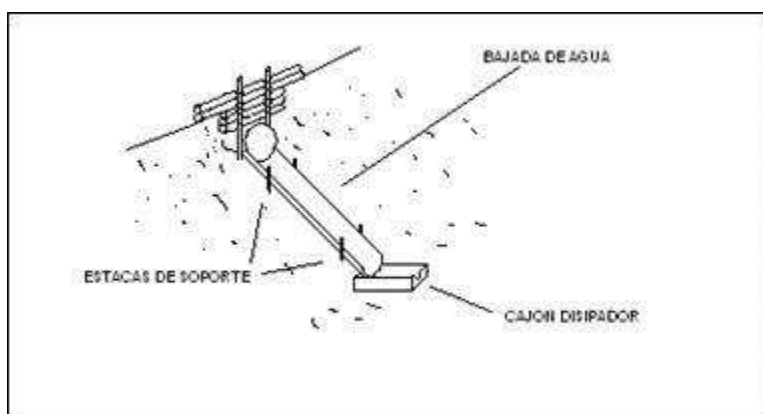
Las bajadas de agua están consideradas dentro de las obras complementarias, las cuales se construyen en aquellas alcantarillas donde las condiciones del terreno lo requieran. Los aspectos que se deben evaluar para su construcción son:

- Pendiente transversal pronunciada, la cual produce que el agua descienda a gran velocidad, aumentando la capacidad erosiva.
- Terreno inestable, dado por el tipo de suelo o por la condición de relleno que se presente y no exista vegetación que permita reducir la velocidad del agua y/o actúe como filtro natural.
- Cualquier otra condición que amerite su instalación

El material de construcción dependerá de la disponibilidad de este y de las condiciones de terreno, pudiendo utilizarse tubos de alcantarillas cortados longitudinalmente en la mitad, tubos de polietileno diseñados para esta función (con elementos disipadores en su interior) o estructuras de madera. Cualquiera de estas instalaciones deberán ser fijadas al terreno con estacas para darle sujeción. Como el encauzamiento del agua en pendiente implica velocidad, se hace necesaria la construcción de un disipador a la salida de esta estructura para reducir y evitar un mayor impacto con el terreno.

La instalación de estas estructuras en laderas con pendientes fuertes o inestables debe realizarse con el uso de sistemas de descenso con arnés para aseguramiento del personal de instalación.

El descenso a las quebradas debe realizarse con la precaución de no generar desprendimientos de material que pueda afectar a trabajadores ubicados en la parte inferior, de forma similar, el descenso de los materiales hasta el punto de construcción debe hacerse desde el camino y sin la presencia de trabajadores en la quebrada.



Esquema de una bajada de agua



Bajadas de Agua post alcantarillas

6.3 Construcción de Zanjas de Derivación

La construcción de zanjas de derivación se considerará cada vez que se requiera alejar de forma canalizada el agua de los caminos forestales, principalmente en sectores planos, hasta donde el agua pueda evacuar libremente. La zanja de derivación debe ser construida con maquinaria (retroexcavadora o similar), dando la profundidad y pendiente adecuada para permitir el escurrimiento del agua hacia sectores más bajos.



6.4 Construcción de Disipadores de Energía

Los disipadores de energía corresponden a obstáculos ubicados en algún punto dentro del recorrido del agua con el objetivo de disminuir la fuerza de desplazamiento de esta, lo que se traduce en una reducción del efecto erosivo.

De acuerdo a la ubicación de los disipadores de energía, se encuentran aquellos que se instalan previo al ingreso de las alcantarillas y básicamente en la longitud de la cuneta del camino, cuando las pendientes de esta son mayores al 7%. En estos casos, corresponden a obras manuales construidas con elementos del lugar como ramas, trozos de madera, piedras, etc., las que son fijadas al terreno de manera que

tengan una buena resistencia al flujo de agua. Adicionalmente funcionan como filtros y/o decantadores de sedimentos del flujo. En términos generales, se deben ubicar como mínimo cada 10 metros.



Los disipadores de energía instalados a la salida de las alcantarillas permiten que el flujo de agua minimice la erosión provocada por el impacto al suelo. En estos casos su construcción se realiza en forma manual con elementos del lugar, los que deben ser confinados y fijados al terreno de manera firme con el objeto que permitan recepcionar el agua desde la alcantarilla y reduzcan su velocidad e impacto con el suelo. En zonas donde existe mayor vegetación de sotobosque, es este mismo material vegetal que puede funcionar como disipador de energía acomodándolo en forma entrelazada para permitir mayor estabilidad.



Actualmente se están diseñando modelos de disipadores de salida confeccionados en polietileno de alta densidad, cuya dimensión está asociada al diámetro de salida del tubo de la alcantarilla permitiendo una instalación más fácil y rápida, además de asegurar una fijación permanente. Estos diseños están en etapa de prueba y podrá ser una alternativa eficaz en reducir la velocidad de salida del agua, ya que además poseen sistemas de decantadores de sedimentos.



Disipador de Salida confeccionado en Polietileno de alta densidad (prueba)

6.5 Construcción de Defensas, Contenciones y/o Empalizadas

Las defensas corresponden a estructuras que permiten la contención de material inestable, y se utilizan preferentemente en sectores de relleno o taludes. Esta estructura está construida en base a madera dispuesta de tal forma que trabaje como muro de contención, el cual va sostenido con pilares que van enterrados y amarrados con anclajes artificiales para dar la firmeza necesaria para su operatividad. La cantidad de pilares dependerá del largo de las trozas y de la firmeza del terreno.



6.6 Construcción de Obras Complementarias

Las obras complementarias corresponden a cualquier estructura adicional que mejore la funcionalidad de las obras de arte, cuando estas lo requieran. Aquí se pueden encontrar por ejemplo fosos decantadores de refuerzo (antefosos), ubicados unos metros antes de la entrada de cada alcantarilla con el fin de ayudar a captar mejor el escurrimiento de material.

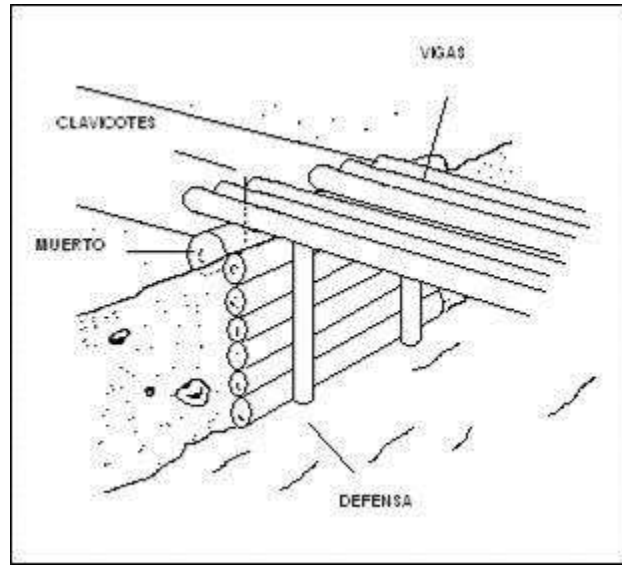


6.7 Construcción de Puentes

La construcción de puentes está orientada principalmente a cursos de agua de mayor caudal, donde las alcantarillas no alcanzan a cubrir los requerimientos de canalización de agua.

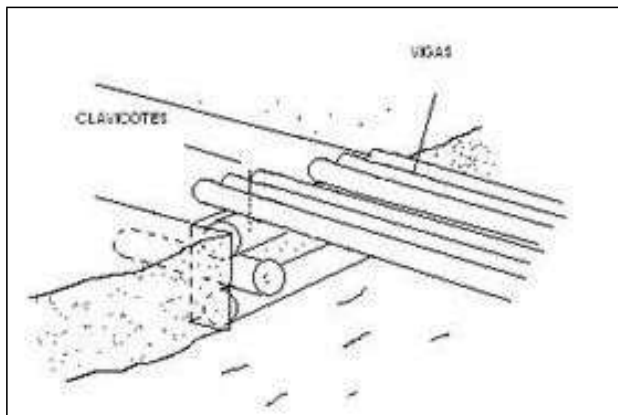
Existen distintos tipos de puente, dependiendo de factores como el largo del puente, el terreno sobre el cual va montada la estructura, la cantidad de agua que pasará bajo el puente, altura, etc. Debe considerarse además el costo de construcción y la firmeza del puente, de forma tal que asegure que no presentará fallas o daños estructurales importantes. Es recomendable el uso de madera seca en todas las estructuras. La madera húmeda, durante el proceso de secado, se somete a distintas tensiones que provocan deformaciones que pueden afectar la estabilidad de la estructura. Los tipos de puente más utilizados que se definen son:

Puente simple: Este tipo de puente es el que contempla la estructura más básica en la construcción, la cual está compuesta por muertos, defensa, vigas, camada o tejido (resistencia) y rodado (o carreras). El muerto del puente va ubicado sobre terreno firme detrás de la defensa, el cual va sujeto a las vigas con clavicotes o pernos.



Esquema de Puente Simple

Puente con 2 muertos: A diferencia del puente simple, este tipo de puente utiliza 2 muertos los cuales están separados por tres postes que van anclados hacia piso firme. Se utiliza cuando el borde del terreno no es tan estable como para colocar el puente simple.



Puente con canastillo: cuando el terreno es muy inestable y la altura del puente es mayor, se debe construir una estructura tejida como canastillo, el cual entrega un mayor soporte al puente. Esta estructura debe ser fijada también con clavicotes o pernos que crucen todo el alto del canastillo. Sobre este van montadas las vigas del puente



Puente con sopanda: Debe utilizarse para la construcción de puentes más largos, ayudando a distribuir el peso hacia los extremos del puente. Esta estructura consiste en colocar vigas adicionales a las propias del puente, no alcanzando a cubrir la mitad de la luz del puente.



Puente con vigas metálicas y/o cabezales de Hormigón: Corresponden a diseños estructurales de mayor ingeniería y envergadura ya que son construidos en algunos caminos matrices para la circulación de un volumen importante de madera. Los cabezales de hormigón reemplazan a las estructuras de madera que deben soportar las vigas de acero que pueden ser desde 2 en adelante dependiendo del ancho del puente. Estas vigas son fijadas y unidas entre sí por soportes metálicos y sobre estas se confecciona la camada o tejido de basas de madera instaladas con pernos y el rodado.



Proceso de Construcción de Puentes:

Como generalmente se debe reemplazar puentes antiguos, y con el objeto de no interrumpir el tránsito de vehículos se debe comenzar por la instalación de un sistema de bypass provisorio que mantenga habilitado el uso permanente del camino, cuya construcción y definición de ubicación debe estar debidamente autorizada por el supervisor de caminos. Al utilizar tubos de polietileno de alta densidad, se debe extremar las precauciones en su instalación, para posibilitar la recuperación de los tubos una vez terminado el puente. La construcción del bypass debe considerar la contención de posibles deslizamientos de material, independiente del tiempo que permanezca activo.

El proceso de construcción de puentes se inicia por la preparación de las riberas para la instalación de la subestructura.

Luego se inicia la excavación que generalmente se realiza con retroexcavadora, con la que se debe despejar y retirar la totalidad de elementos residuales de puentes anteriores y material perteneciente a la ribera. La base de la excavación debe ser compactada y nivelada en ambas riveras.

El trabajo en laderas con pendientes fuertes o inestables debe realizarse con el uso de sistemas de descenso con arnés.

El descenso a las quebradas debe realizarse con la precaución de no generar desprendimientos de material que pueda afectar a trabajadores ubicados en la parte inferior. De forma similar, el descenso de los materiales hasta el punto de construcción debe hacerse desde el camino y sin la presencia de trabajadores en la quebrada.

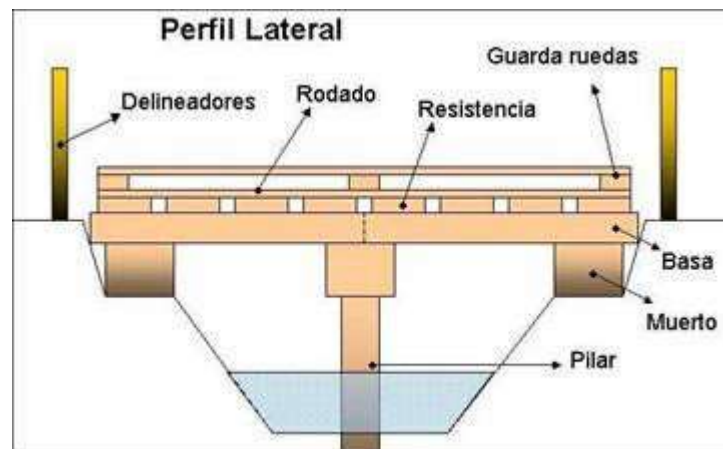
Las vigas deben ser hechas con trozos de eucalipto de largo fijo. En el caso de utilizar madera de *Eucalyptus globulus*, el diámetro mínimo a utilizar es de 35cm (14"x16"). El número de vigas dependerá del material utilizado. El ancho que forma esta construcción es de 3.6m, y la separación entre ellas es de 20cm aproximadamente. Las basas se deben clavar a los muertos.

Las vigas deben asentarse sobre las basas o cabezales una a una, moldeando las uniones con el uso de motosierras y elementos de corte. Una vez colocadas las vigas se debe instalar el tejido de tabloncitos que forman la plataforma, en posición perpendicular a las vigas, esta estructura se denomina resistencia. Estos tabloncitos tienen una dimensión de 3" x 8" x 3,6m. y deben ir clavados sobre las vigas. La distancia entre tabloncitos no debe exceder de 2". Cualquier desnivel debe ser corregido con la eliminación del material sobrante de la viga, esto se realiza con el uso de motosierra y elementos de corte.

Terminada esta etapa se deben colocar los tabloncitos para el rodado del puente que tienen un largo variable. Se deben clavar o apernar a la resistencia conformando una hilera de un metro por lado, dejando un espacio de 80cm. entre ellos.

Finalmente se colocan delineadores con elementos reflectantes que señalicen el acceso al puente.

En el caso que la luz del puente sea superior a 8m, se debe instalar caballetes intermedios, pilares o cualquier otra estructura que mejore la capacidad de soporte del puente. Para el caso de los pilares o caballetes, es necesario que se instale una basa paralela al curso de agua sobre la cual se fijan perpendicularmente tres pilares unidos por tabloncitos diagonales, formando un caballete sobre el que descansará un durmiente nivelado con las basas instaladas en ambas riveras.



Todo trabajo realizado con maquinaria pesada debe realizarse sobre suelo firme, no se debe operar sobre material de relleno o superficies que no tengan la estabilidad necesaria para la operación segura de la máquina.

El personal encargado de la obra nunca debe ubicarse bajo objetos suspendidos.

La distancia de seguridad a mantener entre los trabajadores y la maquinaria que se encuentre en operación debe ser mayor a 5 metros.

El madereo de los trozos siempre se deberá realizar con estobos, manteniendo una distancia de seguridad, por parte de los trabajadores, mayor a dos veces el largo del trozo.

7. MONITOREO DE OBRAS DE ARTE

El monitoreo de las obras de arte deberá ser permanente durante las operaciones de cosecha, raleos, operaciones de incendios (emergencias) y/o transportes, ya que dependerán de su funcionamiento una mejor condición del camino ya sea para la operación productiva como para la protección del suelo y agua por donde está construido.

De este modo este monitoreo debe ser realizado por cualquier supervisor de faenas y/o cuadrillas de caminos, quienes deberán informar de la condición deficiente de las obras de arte para su reparación inmediata.

Esto se debe realizar en forma permanente durante todo el año y donde sea factible según la accesibilidad que presenten los caminos.

El chequeo debe considerar tanto el camino de acceso al predio asignado, como este último. En caso de existir problemas que requieran toma de decisiones mayores, el supervisor y/o capataz deberá tomar contacto con el Supervisor de Caminos de FASA o con la central de caminos para informar la situación.

Este chequeo, monitoreo o revisión del camino y sus obras de arte, se debe focalizar al menos en los siguientes elementos:

- Revisar que las alcantarillas estén evacuando el agua de las cunetas de forma expedita.
- Revisar y limpiar todos aquellos fosos y antefosos de decantación que se encuentren con sedimentos.
- Al realizar mantenciones a los cabezales de las alcantarillas, se debe procurar que las terminaciones de esta estén acordes a las prescripciones, es decir, el amarre, cortes en bisel, pintura, etc., deben tener las mismas condiciones que una alcantarilla nueva.
- Revisar y limpiar las cunetas de los caminos con el objeto de extraer el agua desde la carpeta.
- Revisar y reparar todos aquellos disipadores de cuneta que se encuentren dañados por la acción del agua o de las faenas productivas.
- Revisar la funcionalidad y reparar todos aquellos disipadores de salida de las alcantarillas que no estén cumpliendo el objetivo para el cual fueron emplazados. En caso que falten algunos estos deberán ser construidos.
- Revisar los sectores donde sea necesario realizar empalizadas o contenciones, solicitar su construcción y los materiales que sean necesarios para su terminación.
- Revisar y extraer derrumbes en forma manual cuando sea posible o en forma mecanizada cuando la situación así lo requiera. En este caso la maquinaria deberá ser solicitada al supervisor de caminos respectivo.
- Revisar el estado de los puentes en forma periódica para detectar posibles fallas estructurales que requieran reparaciones mayores. Esto debe ser informado al supervisor y central de caminos para planificar y realizar las acciones correctivas.

- Revisar y reparar el rodado y guarda ruedas de los puentes, solicitando la reparación o reemplazo de aquellos componentes que presenten problemas.
- Revisar que la superficie de rodado de los puentes se encuentre libre de barro, piedras, etc., para así evitar el daño que produce la humedad sobre la madera.
- Revisar y realizar las obras necesarias para evacuar las aguas que se encuentren aposadas o escurriendo sobre la carpeta de rodado. Estas deberán ser encausadas o evacuadas asegurando que esta obra de mejora sea permanente en el tiempo.
- En aquellas curvas donde la visibilidad sea escasa debido a la vegetación, se deberá realizar en roce, de tal manera que las condiciones de seguridad sean mayores.