



CHILE LO
HACEMOS
TODOS



ENCCRV
ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y RIESGOS VEGETACIONALES

PROGRAMA
ONU-REDD
Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Manual N° 49

MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y COSECHA DE AGUAS LLUVIAS EN ALHÚE



Predio de la Comunidad Agrícola Villa Alhúe



INSTITUTO FORESTAL
2018





MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y COSECHA DE AGUAS LLUVIA EN ALHUÉ

Predio de la Comunidad Agrícola Villa Alhué

Labra, Felipe; González, Marlene; Gacitúa, Sandra;
Montenegro, Jaime; Villalobos, Enrique y Gómez, Anisú¹.

**INSTITUTO FORESTAL
2018**

¹ Instituto Forestal, Chile. flabra@infor.cl



Instituto Forestal

Sucre 2397 Ñuñoa

Santiago - Chile

F. 223667115

www.infor.cl

Diseño y Diagramación: Andrea Tapia Urra

ISBN N° 978-956-318-145-6

Registro de Propiedad Intelectual N° 298284

Se autoriza la reproducción parcial de este documento siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Labra, Felipe; González, Marlene; Gacitúa, Sandra; Montenegro, Jaime; Villalobos, Enrique y Gómez, Anisú, 2018. Manual para la Implementación de Obras de Conservación de Suelos y Cosecha de Aguas Lluvia en Alhué. Predio de la Comunidad Agrícola Villa Alhué. Instituto Forestal, Chile. Manual N° 49. P. 101.



ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	7
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.....	9
Rol del Agua, Suelos y Bosques en el Escenario de Cambio Climático.....	11
Beneficios de la Incorporación de OCAS en los Terrenos	13
El Predio de la Comunidad Agrícola Villa Alhué (CAVA)	16
CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN.....	17
Ocas Seleccionadas para el Predio de la CAVA	19
Lo Primero: Las Curvas a Nivel.....	20
Trazado de Curvas a Nivel con el Aparato “A”	21
Descripción de las OCAS a Implementar en el Predio de la CAVA.....	24
Zanjas de Infiltración	24
Muretes	29
Fajinas.....	32
Surcos de Medialuna	34
Limanos.....	38
Bancales	41
Plan de Trabajo.....	44
Área de Implementación 1. Manejo Hidrológico-Forestal	48
Área de Implementación 2. Protección de Cauces e Infiltración de Aguas Subterráneas	51
Área de Implementación 3. Control de Erosión y Restauración del Paisaje Forestal.....	53
CAPÍTULO 3: NORMATIVA E INSTRUMENTOS DE FOMENTO APLICABLES.....	63
Glosario.....	69
Documentos en los que se Basó el Manual	71
ANEXO 1: Fichas Técnicas por Ocas	73
ANEXO 2: Elaboración de Protecciones Individuales	81
ANEXO 3: Otras Ocas Alternativas	85
ANEXO 4: Observaciones para Monitoreo	91
ANEXO 5: Detalle de los Costos de Implementación de las Ocas	95





PRESENTACIÓN

La desertificación en Chile avanza aceleradamente, y ya se encuentran indicios claros de ella en la Región Metropolitana de Santiago. Este fenómeno, junto con el Cambio Climático, se encuentra afectando en particular a sectores rurales como la Comuna de Alhué.

Como medida de adaptación al Cambio Climático y para la lucha contra la Desertificación y Degradación de las Tierras y Sequía (DDTS), CONAF gracias al aporte del programa ONU-REDD, encomendó al Instituto Forestal (INFOR) elaborar un *Plan Hidrológico Forestal (PHF)* para el predio de la *Comunidad Agrícola Villa Alhué (CAVA)*, aledaño al pueblo principal de la comuna. Este plan se basa en *Obras de Conservación de Agua y Suelo (OCAS)*, orientadas a cosechar el agua de lluvia para contribuir a la recarga de acuíferos, a la producción de biomasa leñosa y al control de la erosión de los suelos. Este manual se ha elaborado para guiar la implementación del PHF en el predio de la CAVA, estructurándose de la siguiente forma:

ESTRUCTURA DEL MANUAL

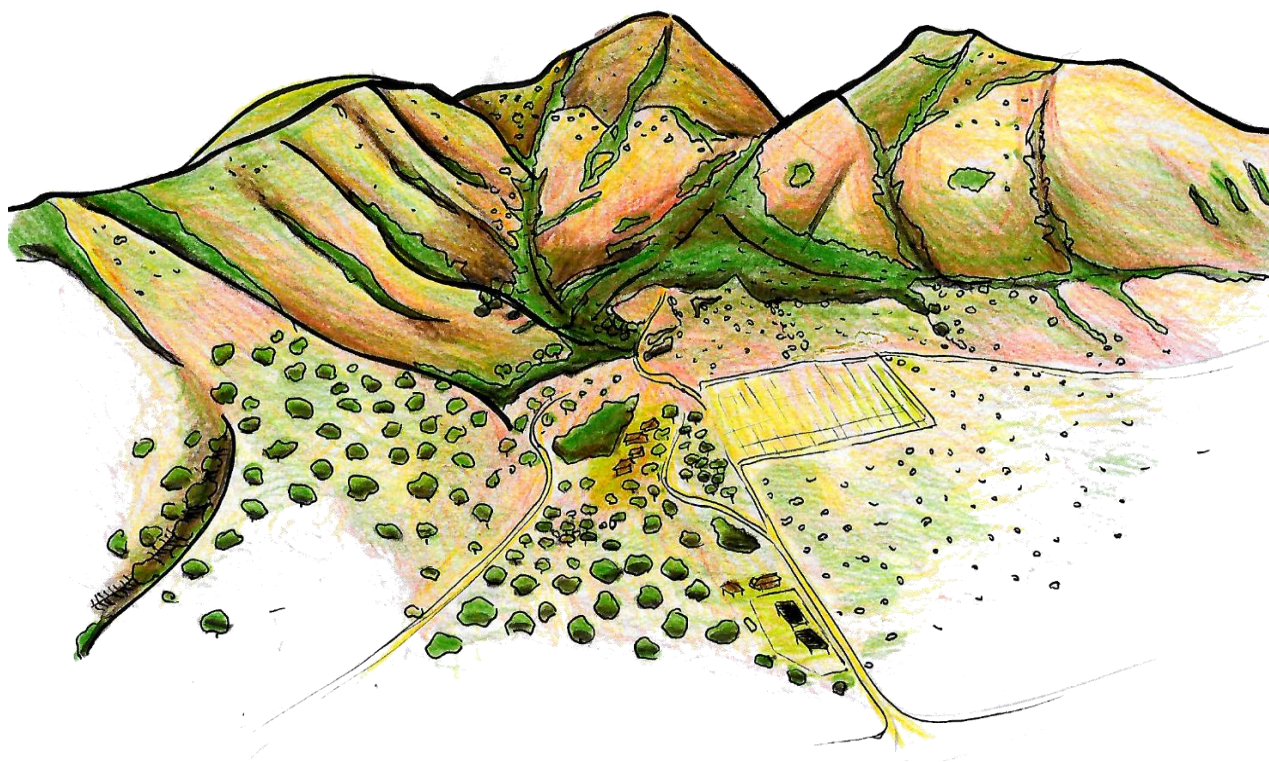
ANTECEDENTES	AGUA, SUELOS Y BOSQUES EN EL ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO BENEFICIOS DE LAS OCAS EL PREDIO DE LA CAVA
IMPLEMENTACIÓN	OCAS SELECCIONADAS PARA EL PREDIO DE LA CAVA DESCRIPCIÓN DE LAS OCAS A IMPLEMENTAR (PASO A PASO PARA SU CONSTRUCCIÓN) PLAN DE TRABAJO (CÓMO, CUANDO Y DÓNDE INSTALAR LAS OCAS EN EL PREDIO)
NORMATIVA E INSTRUMENTOS DE FOMENTO APLICABLES	
ANEXOS	FICHAS TÉCNICAS, PROTECCIONES INDIVIDUALES, OTRAS OCAS APLICABLES, MONITOREO





CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

Predio de la CAVA en la actualidad

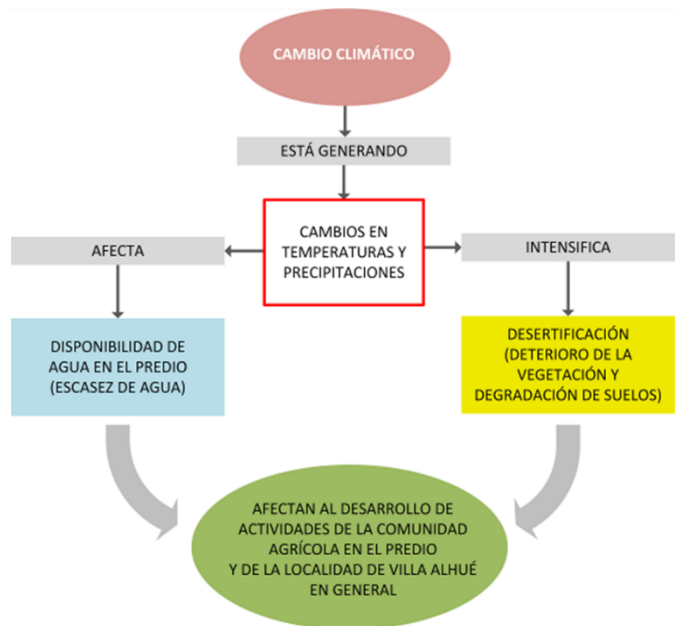






ROL DEL AGUA, SUELOS Y BOSQUES EN EL ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Los bosques proporcionan agua y la regulan; ayudan a mantenerla con una elevada calidad, influyen en su disponibilidad y regulan el flujo de las aguas de superficie y subterráneas. Además, contribuyen a la reducción de riesgos relacionados con el agua como desprendimientos de tierra, inundaciones y sequías, y evitan la desertificación y la salinización. Sin embargo, en algunos casos, el cambio climático y sus efectos en la variabilidad del clima -que ya son evidentes en todo el mundo- perjudican la capacidad de los bosques para proporcionar productos madereros y no madereros, y servicios medioambientales esenciales, entre ellos la protección de las cuencas hidrográficas.



A su vez, cuando se habla de cambio climático, existe una importante omisión; que es no mencionar la acción del suelo como agente regulador dentro del ciclo del carbono. Está comprobado que parte de los efectos del cambio climático se evidencian en los suelos, ya que los cambios en los patrones de temperatura y de lluvias pueden tener un gran impacto en la materia orgánica, así como en las plantas y cultivos que crecen en ellos. Intervenciones relacionadas con hacer que estos suelos sean menos susceptibles a la erosión y la desertificación, contribuyen a mantener servicios ecosistémicos vitales, como los ciclos del agua y de nutrientes, que son esenciales para la comunidad directamente relacionada con este recurso.

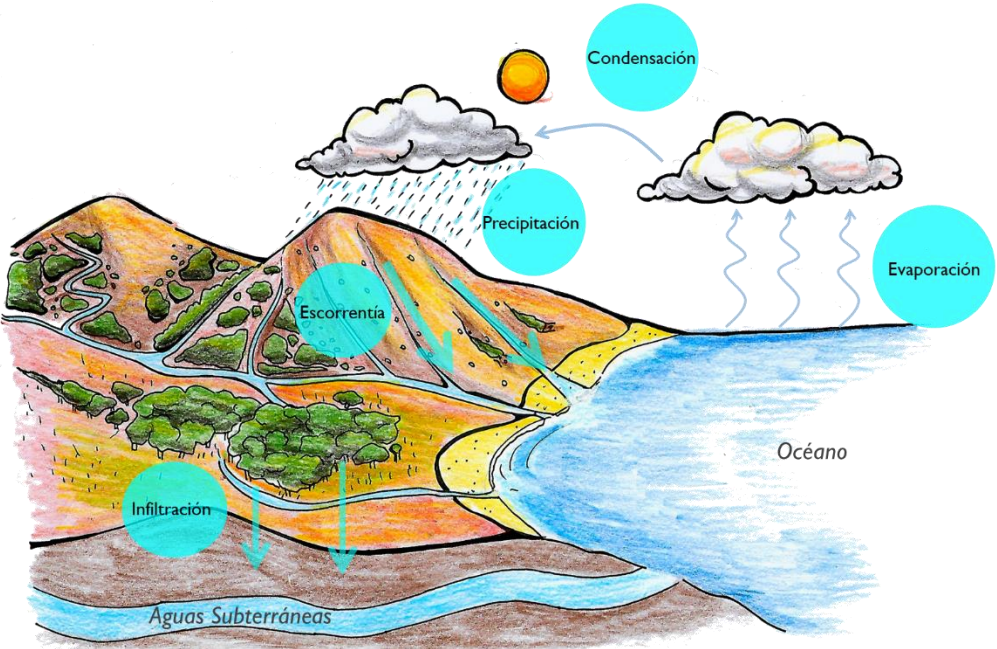
Por lo tanto, es importante no olvidar la relación que existe entre los bosques, el suelo y el agua, y que estos tres elementos deben ser resguardados e intervenidos adecuadamente, con prácticas de manejo sustentables de manera de reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las personas relacionadas frente al cambio climático.



En ese ámbito es que se propone realizar algunos cambios en las prácticas de gestión territorial, incorporando técnicas de manejo hidrológico-forestal, a través de la combinación de Obras de Conservación de Suelos y Aguas (OCAS) y cosecha de aguas lluvia orientadas a disminuir la escorrentía y favorecer la infiltración, junto con la incorporación de especies vegetales arbóreas y arbustivas cuando la calidad del suelo remanente lo permite. Con las OCAS es posible principalmente cosechar y acumular agua, nutrientes, semillas y suelo, con lo cual además se logra el control de la erosión hídrica y con ello disminuir el deterioro de los suelos, tan frecuente en las zonas áridas y semiáridas.

Estas prácticas no son nuevas y ya son aplicadas con éxito en zonas áridas y semiáridas en Chile y en otros países, por ello, son un importante aporte a las medidas de adaptación al cambio climático que se promueven en el país y que se pondrán en práctica en el predio de la Comunidad Agrícola Villa Alhué (CAVA).

Etapas del Ciclo Hidrológico





BENEFICIOS DE LA INCORPORACIÓN DE OCAS EN LOS TERRENOS

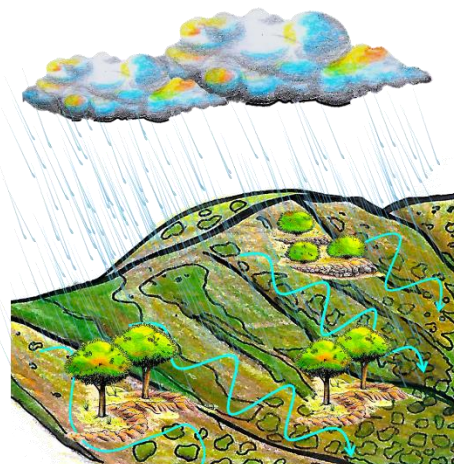
Las OCAS generan un conjunto de impactos y beneficios en los sectores donde se incorporan. Cuando se instalan estas obras en las laderas de los cerros, generan efectos en diferentes etapas del ciclo hidrológico.

LADERA SIN OCAS



Mayor evaporación
Menor Condensación
Menores Precipitaciones
Menor Infiltración
Mayor Escorrentía

LADERA CON OCAS (más forestación)



Menor Evaporación
Mayor Condensación
Mayores Precipitaciones
Mayor Infiltración
Menor escorrentía



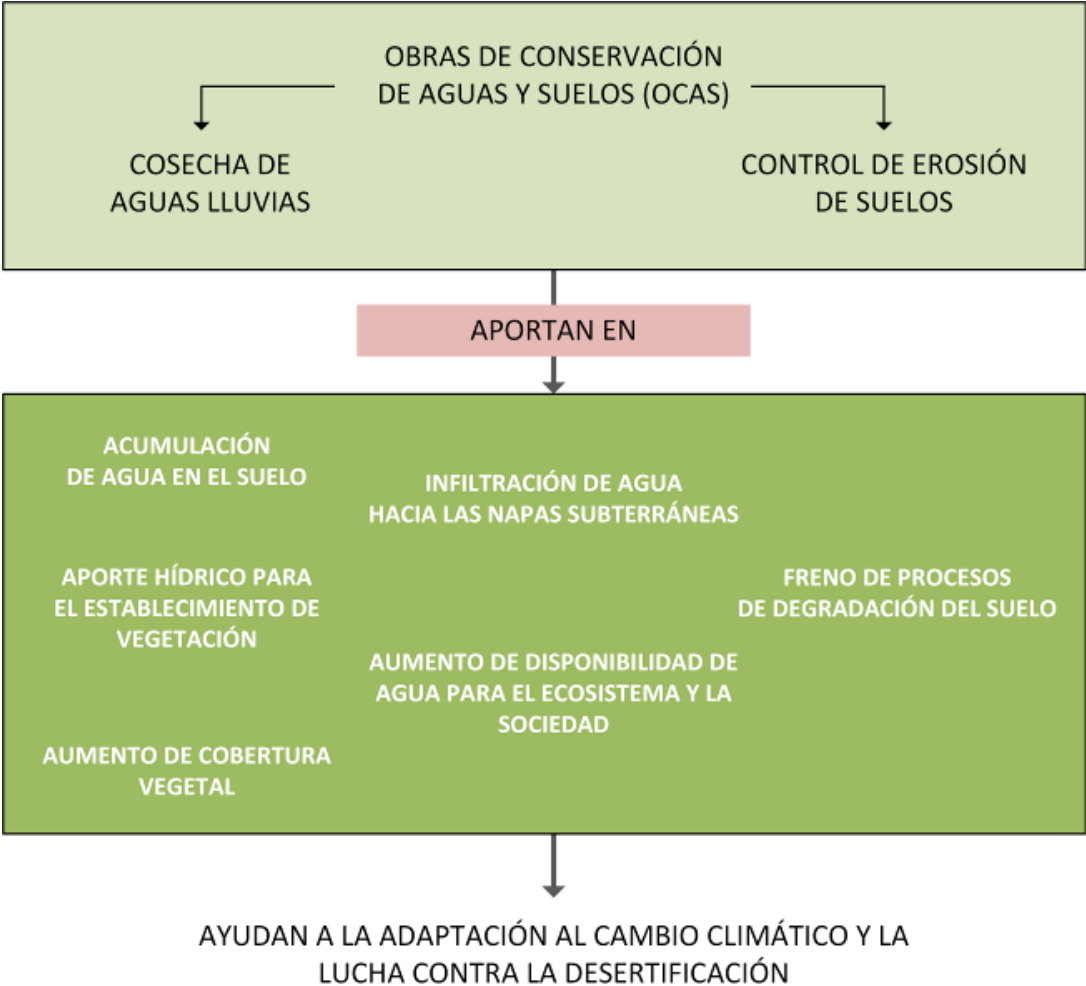
(Fotografías: INFOR)

(A) Antes (año 1994) (B) Después de la instalación de OCAS (año 2018)

IMÁGENES DE SECTORES EN LA REGIÓN DE COQUIMBO DONDE SE HAN INSTALADO OCAS PARA FINES DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS, REVEGETACIÓN Y CONTROL DE EROSIÓN



Las OCAS permiten fundamentalmente cosechar aguas lluvias, agua que se acumula en el suelo e infiltra hacia las napas subterráneas, constituyéndose en un aporte hídrico para la vegetación y también para la sociedad, y controlar la erosión de suelos, lo que contribuye a combatir la degradación de los suelos y el deterioro de los ecosistemas. Es por estos motivos que las OCAS ayudan a la adaptación al cambio climático y a la lucha contra la desertificación.





OCAS y Servicios Ecosistémicos

El suelo y el agua, al formar parte de los ecosistemas, contribuyen de manera sustancial a la provisión de servicios ecosistémicos culturales, de provisión, regulación y mantención, indispensables para el sustento de la humanidad, razón por la cual surge la importancia del cuidado de estos recursos y la necesidad de su conservación.

Así es como la construcción de OCAS trae diversos beneficios a los sitios donde se establecen, principalmente aumentando su capacidad y productividad para sostener y mantener vegetación, a través de la recuperación del suelo y el agua.

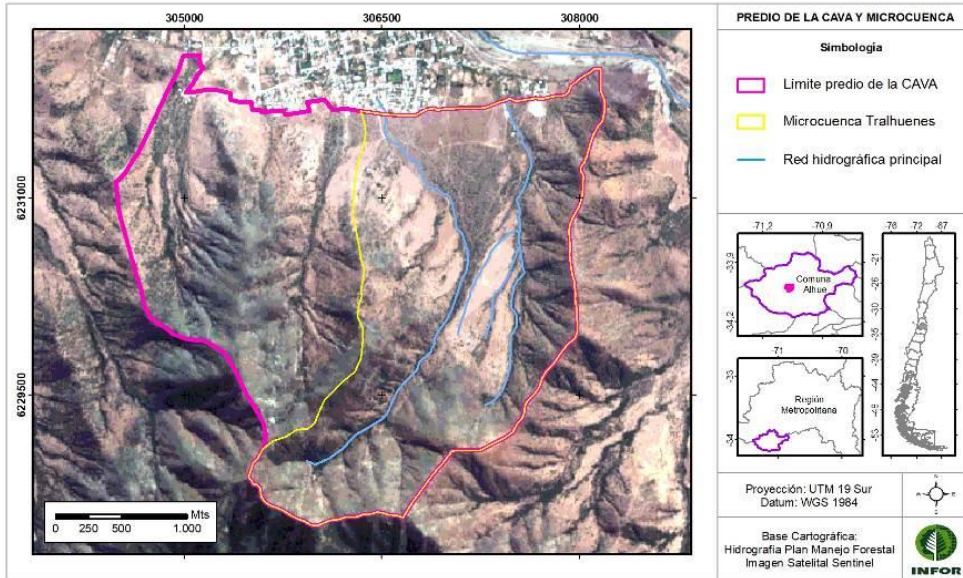
Los servicios ecosistémicos que generan las OCAS, son los siguientes:

Tipo de Servicio Ecosistémico	Descripción	Servicio Ecosistémico entregado por las OCAS y la vegetación asociada
Cultural	Son beneficios intangibles que los seres humanos obtienen desde los ecosistemas por medio del enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, la recreación, la experiencia estética y la reflexión.	Rescate cultural del manejo del agua
		Uso medicinal ancestral de vegetación
Provisión	Corresponden a aquellos servicios ecosistémicos que proporcionan una serie de recursos materiales, nutricionales y energéticos para beneficio directo del ser humano	Recolección de nutrientes, semillas y suelo
		Producción de biomasa
		Productos forestales no madereros (por ejemplo, follaje y frutos)
		Recursos artesanales
Regulación y mantención	Este tipo de servicio incorpora todas aquellas formas en que los organismos vivos y el flujo entre sus componentes bióticos y abióticos pueden regular el entorno físico-químico y biológico que afectan al bienestar humano	Retención de humedad
		Control de inundaciones
		Recarga de acuíferos
		Control de erosión y retención de sedimentos
		Aumento de la fertilidad del suelo
		Regulación microclimática del sitio y el paisaje
		Aumento de polinización
		Regulación del ciclo del agua
		Captura de carbono
Regeneración de la vegetación		

Fuente: Elaboración propia, a partir de clasificación propuesta por MEA (2005) y Ministerio de Medio Ambiente (2014)



EL PREDIO DE LA COMUNIDAD AGRÍCOLA VILLA ALHUÉ (CAVA)



El predio de la Comunidad Agrícola Villa Alhué (CAVA) consta de 1.050 hectáreas y dentro de él se encuentra la microcuenca Tralhuenes, para la cual se elaboró el Plan Hidrológico Forestal (PHF). Las cumbres más altas en el predio alcanzan los 1.000 metros sobre el nivel del mar. La microcuenca presenta dos quebradas de importancia correspondientes a las de mayor tamaño en el predio: Sauce y Patagual. Todas drenan hacia la localidad de Villa Alhué. En el lugar llueve 480 mm en promedio anual. En el predio se encuentra vegetación de tipo esclerófilo, con especies como litre, quillay, maitén y espino.

Según la Actualización de Cifras y Mapas de Desertificación en el marco de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) (Emanuelli *et al.*, 2016), la comuna de Alhué presenta un Riesgo de Desertificación, Degradación de la Tierra y Sequía (DDTS) catalogado como grave, el cual se obtiene como resultado de las siguientes evaluaciones:

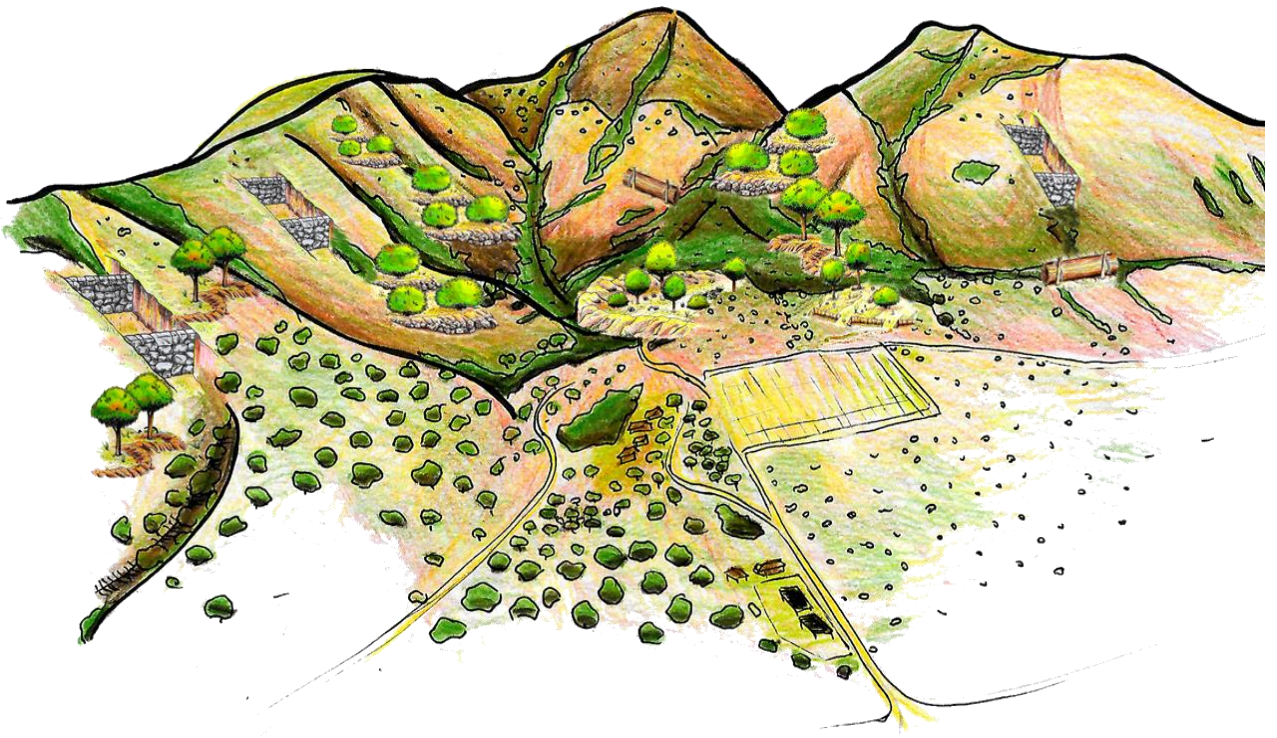
- Índice de Sequía: Grave
- Riesgo de Desertificación: Leve
- Riesgo de Degradación de la Tierra: Moderado

Considerando estos antecedentes, toma relevancia la propuesta de este manual práctico sobre como ejecutar el PHF para enfrentar el riesgo al que se ve enfrentado el territorio, para así prevenir los efectos que la desertificación y la degradación puedan provocar en un largo plazo, además de beneficiar al entorno mediante la recuperación del ecosistema del lugar.



CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN

Predio de la CAVA con implementación de OCAS







OCAS SELECCIONADAS PARA EL PREDIO DE LA CAVA

Para abordar la situación expuesta en el predio de la CAVA, el Plan Hidrológico Forestal (PHF) elaborado para este predio presenta una propuesta de medidas para la conservación de suelos y agua, especialmente cosecha de aguas lluvias para el establecimiento de cobertura vegetal e infiltración de agua hacia los acuíferos, a través de la construcción de OCAS.

En todo el mundo se han estudiado y desarrollado gran diversidad de OCAS, y existen diversas técnicas dependiendo del tipo de ecosistema. En el Anexo 3 de este manual se puede revisar un listado de otras OCAS alternativas para implementar en este u otros sitios. En el caso particular del predio de la CAVA se han propuesto las siguientes OCAS, las cuales se han escogido producto de las características y condiciones del predio analizadas en el PHF:

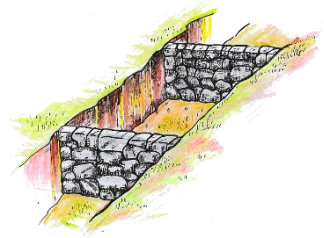
1

Zanjas de Infiltración



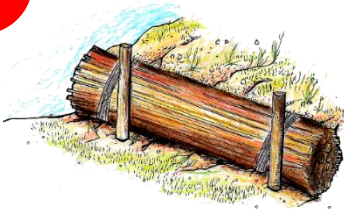
2

Muretes (Diques)



3

Fajinas



4

Surcos de Medialuna



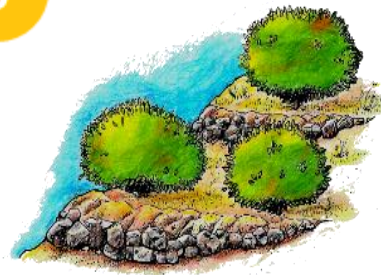
5

Limanas



6

Bancales

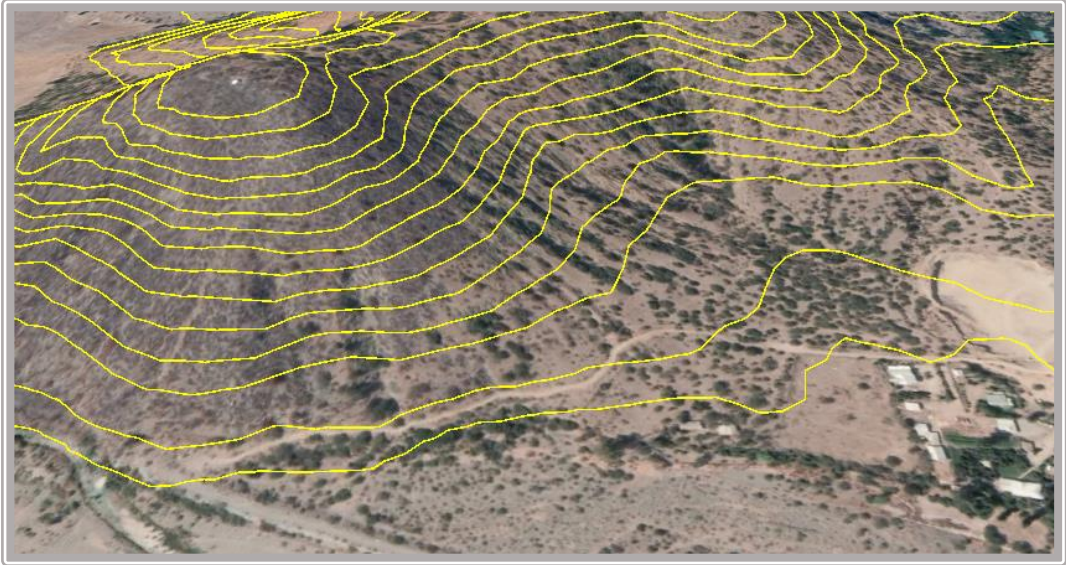




LO PRIMERO: LAS CURVAS A NIVEL

En las OCAS, el agua se detiene y se infiltra hacia las capas inferiores del suelo, acumulándose humedad en el suelo para las plantas y/o cultivos. En las OCAS, por lo tanto, el agua no escurre a lo largo de la curva de nivel porque el terreno es completamente plano.

Por este motivo, **es fundamental trazar las curvas a nivel** antes de construir cualquier tipo de obra física de conservación de suelos y aguas para garantizar su óptimo funcionamiento



Las curvas a nivel son líneas o trazos que poseen la misma altura en cualquier punto de la ladera del cerro o sector. Para trazar una curva de nivel se pueden utilizar herramientas e instrumentos sencillos. La mayoría de las OCAS se construyen siguiendo la línea o ruta de las curvas de nivel.

Por ello a continuación se explicará en detalle cómo trazar las curvas de nivel de manera artesanal, utilizando materiales fáciles de conseguir.

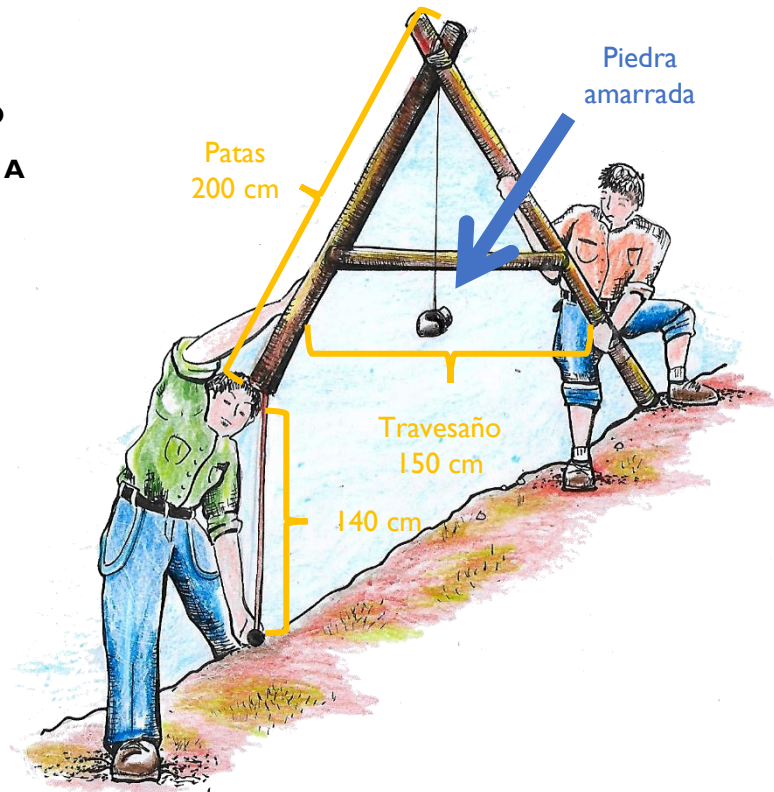


TRAZADO DE CURVAS A NIVEL CON EL APARATO A

MATERIALES PARA CONSTRUIR APARATO A

DOS PALOS DE 2 METROS PARA LAS PATAS	UN PALO DE 1,50 METRO PARA EL TRAVESAÑO	UNA PIEDRA AMARRADA CON UN CORDEL	UNA ESTACA

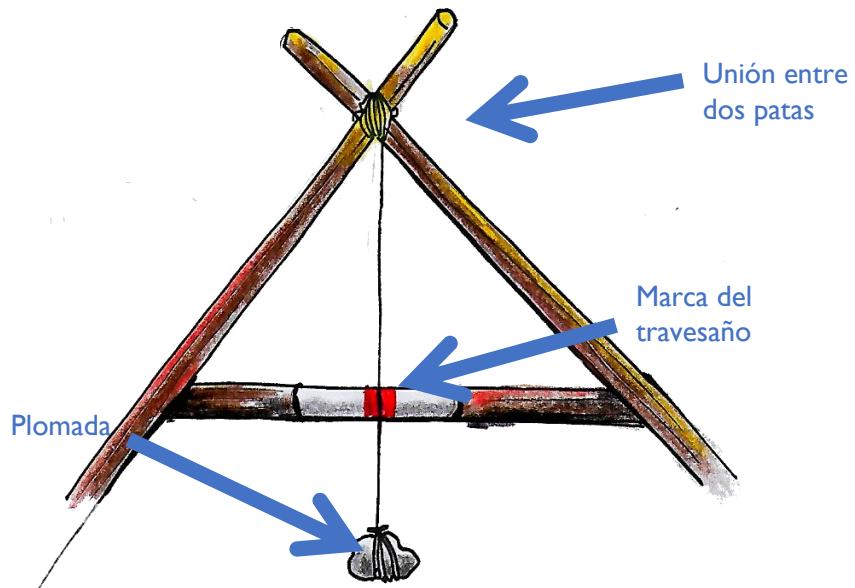
MÉTODO APARATO A





Paso I Construcción Aparato A

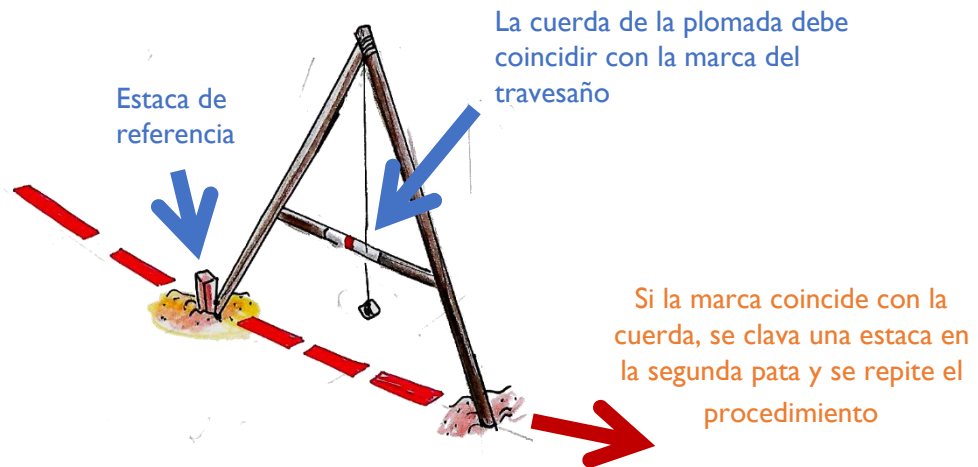
- Se unen, en primer lugar, 2 de los palos por uno de sus extremos formando un triángulo.
- Esta unión puede efectuarse con tornillo, lienza o alambre, lo importante es que la unión debe hacerse lo más firme posible de manera que no exista movimiento en los vértices del triángulo. Luego se coloca el palo más corto en forma horizontal formando la letra "A", el cual también se fija a los otros dos palos en forma firme y sin movimiento.
- En el extremo superior de la "A", se fija una lienza y en su extremo inferior se amarra un peso a modo de plomada.
- En un terreno bien plano o en una mesa nivelada se calibra el instrumento. Se debe marcar el centro del travesaño de modo que sea claramente distinguible, teniendo en consideración que la plomada debe pasar justo por esta marca.





Paso 2 Primero se escoge un punto cualquiera en el terreno, ubicado a mayor altura de donde queremos trazar la primera curva de nivel. Es este punto se clava una estaca en el suelo, el cual servirá de referencia para trazar la curva.

Paso 3 En este punto se ubica una de las patas del aparato A. La otra pata se debe mover en sentido lateral, hasta tocar un punto en el suelo donde la cuerda o lienza con la plomada coincida con la marca central trazada en el travesaño del aparato A. En ese punto se debe clavar una segunda estaca en el suelo.



Paso 4 Una vez clavada la segunda estaca en el suelo, se debe mover el aparato A de forma lateral, como si se tratara de un compás. Esto hasta encontrar un nuevo punto de nivel en el suelo (lo realizado en el Paso 3). Ubicado el punto se debe clavar una nueva estaca en el suelo.

Paso 5 Este proceso se debe repetir a lo largo de toda la curva de nivel y en todo el terreno donde que se requiere trazar las curvas de nivel para construir las OCAS propuestas en este manual para el predio de la CAVA, las cuales se describen a continuación.



DESCRIPCIÓN DE OCAS A IMPLEMENTAR EN EL PREDIO DE LA CAVA

El detalle sobre cómo construir cada una de las OCAS presentadas anteriormente para el predio de la CAVA se explica a continuación. Además, en el Anexo I se puede encontrar una ficha técnica de cada una de estas OCAS para facilitar su utilización en terreno.



ZANJAS DE INFILTRACIÓN



Las zanjas de infiltración son obras que permiten capturar el agua de las lluvias y reducir partículas de suelo por arrastre. Son recomendadas para zonas semiáridas, donde la escorrentía provocada por lluvias intensas genera erosión de suelos. Las zanjas regulan la velocidad de los flujos hídricos superficiales generados por las precipitaciones, aumentando la infiltración de agua en el suelo y permitiendo a su vez la retención de los sedimentos removidos por el agua en su escurrimiento. Estas obras se construyen de manera transversal a la ladera del cerro, de modo que estas “cosechen” y almacenen el agua de las lluvias que escurren por la superficie del terreno. Son óptimas en sectores con pendiente de 25%.





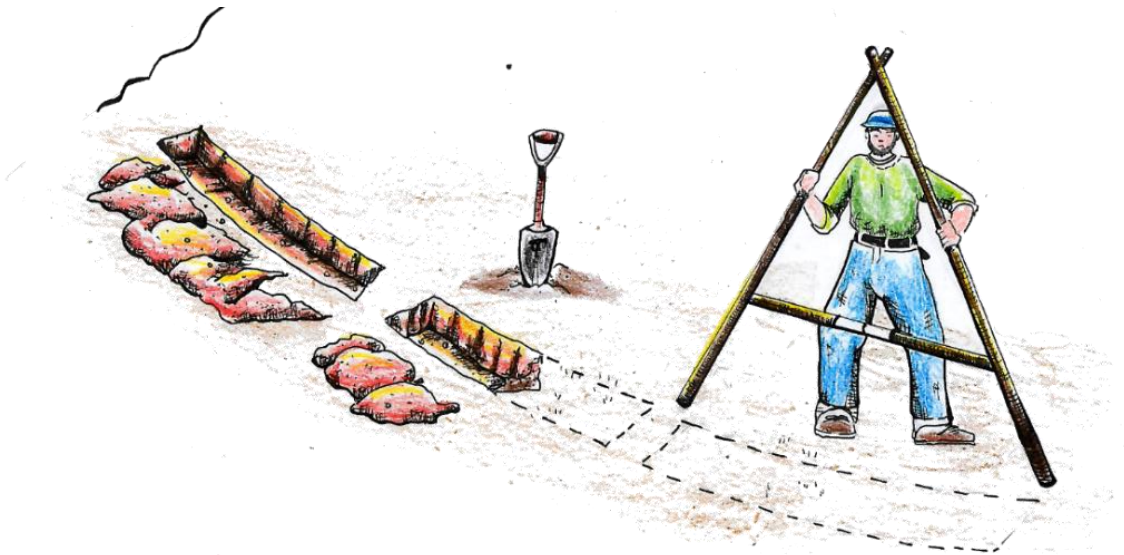
MATERIALES NECESARIOS

PALA	PICOTA	CAL	ESTACAS DE MADERA DE 2" X 1" Y 106 CM DE LARGO	3 ÁRBOLES O ARBUSTOS
				

NÚMERO DE PERSONAS RECOMENDADO PARA SU CONSTRUCCIÓN: 2

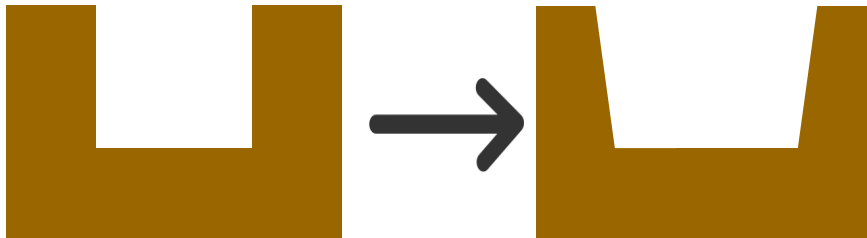
CONSTRUCCIÓN

Paso I Las zanjas se deben construir de manera perpendicular a la dirección de la pendiente. Es por este motivo que, sobre las líneas de las curvas de nivel antes trazadas, se deben marcar ahora la ubicación de las zanjas. Esto considerando el largo y ancho propuesto para las zanjas en este predio, así como la distancia entre ellas, que en este caso deberá ser de 70 cm. Para marcar la ubicación de las zanjas (y de todas las obras en general) es muy útil el uso de cal, producto que es muy seguro, de bajo costo y fácilmente distinguible en el terreno.



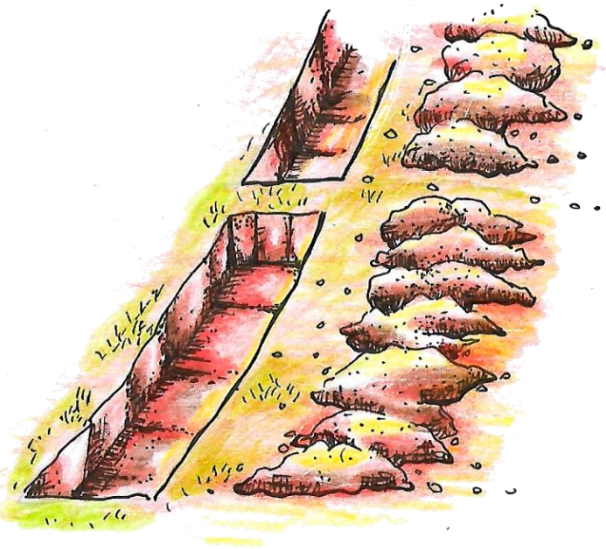


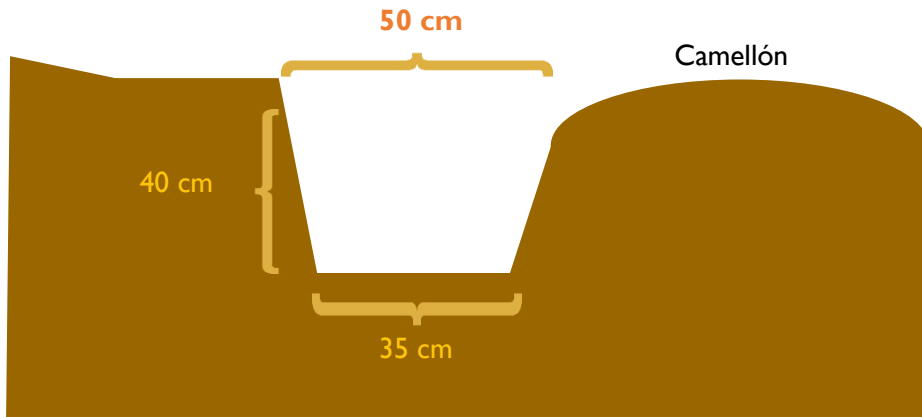
Paso 2 Se excava la zanja hasta una profundidad de 40 cm a 50 cm. Posteriormente, se ensancha la parte superior para evitar que caigan las paredes (o taludes). Si se cuenta con un arado, se puede facilitar su excavación mediante el roturado de una franja de aproximadamente 50 cm, que siga la alineación de las curvas guías de nivel trazadas para construir las zanjas. El ancho de 50 cm corresponde aproximadamente al ancho de la parte superior de la zanja.



Se excava la zanja hasta una profundidad de 40 cm. Luego, se ensancha la parte superior para evitar que caigan las paredes o taludes.

Paso 3 La tierra que se obtiene con la excavación se debe depositar y compactar moderadamente en el borde inferior de la zanja, formando un camellón el que debe quedar instalado idealmente a unos 30 a 35 cm de distancia de manera que la tierra no caiga nuevamente dentro de la zanja.





La zanja de infiltración terminada tiene estas medidas

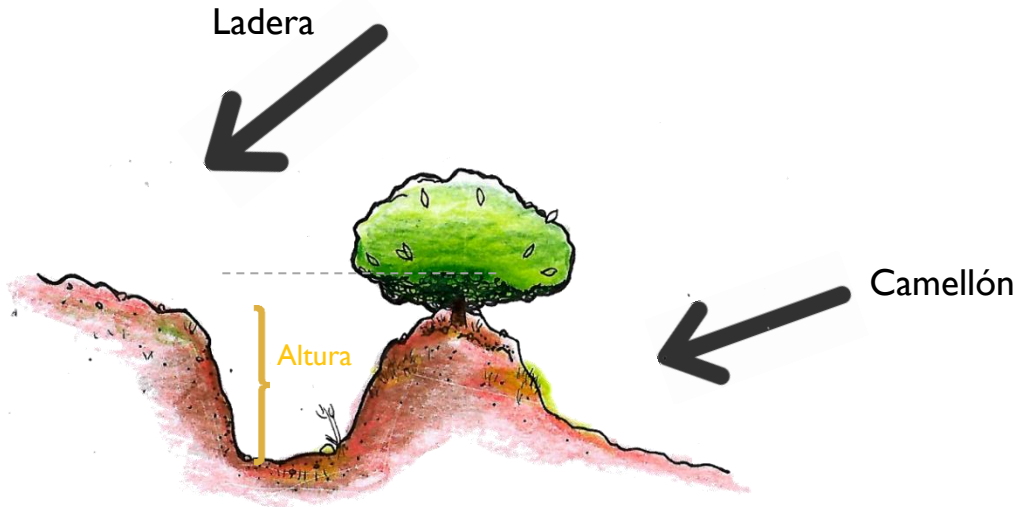
Paso 4 Para mejorar los efectos de las zanjas de infiltración, se recomienda sembrar pastos y/o establecer plantas sobre los camellones. Las plantas se pueden establecer a modo de barreras vivas, realizando una plantación de especies arbustivas o arbóreas. La especie a utilizar dependerá del Área de Implementación en la que se encuentre trabajando.

- 4.1 En el caso de las zanjas de infiltración, la planta se debe ubicar en el camellón considerando las dimensiones de la “casilla de plantación” que consiste en hacer una hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad, con palas plantadoras u otras herramientas manuales, dejando bien mullido el suelo.
- 4.2 Dentro de la casilla de plantación, se establece la planta tomándola cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra), para mantenerlo en forma íntegra. Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta cubriendo todas las raíces.

Especies a utilizar

Sectores con mayor cobertura vegetal: Colliguay (*Colliguaya odorifera*), boldo (*Peumus boldus*)

Sectores menos húmedos, suelos sin vegetación: Carbonillo (*Cordia decandra*), colliguay (*Colliguaya odorifera*)



COSTO DE CONSTRUCCIÓN

Costo unitario de construcción aproximado (Zanja de 6 metros de largo + 3 Plantas)*

\$ 50.550 **

*Detalle de los Costos en Anexo 5 **Valor a noviembre de 2018

MANTENCIÓN

La mantención debe realizarse permanentemente y en especial cuando la zanja se haya llenado de agua luego de un evento de lluvias intensas, para asegurar su capacidad de captación de agua.

En cada evento de lluvias las zanjas de infiltración reciben tierra y restos de plantas, por lo cual su capacidad de acumulación se ve reducida.

El material acumulado son sedimentos finos y arenas que podrían contribuir a mejorar la fertilidad del suelo, por lo cual al limpiar la zanja estos sedimentos acumulados se llevan nuevamente a las proximidades de las especies plantadas.

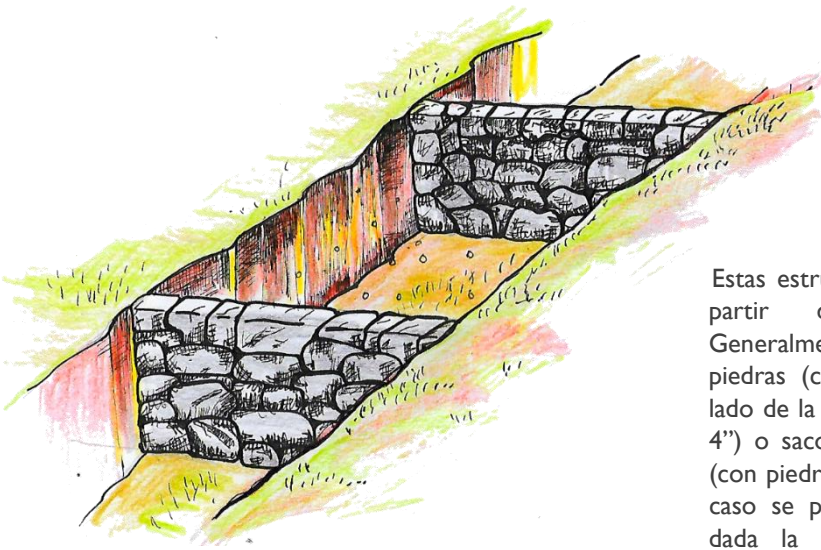


2

MURETES



Los muretes son diques, pero de menor tamaño y planos en su parte superior. Al igual que estos, se ubican perpendicularmente a la quebrada con el objeto de obstaculizar la escorrentía superficial, contener sedimentos en suspensión y reducir la velocidad del flujo del agua. Son de dimensiones pequeñas, con una altura no mayor a un metro y largo variable, hasta formar un murete del ancho del cauce.



Estas estructuras pueden construirse a partir de distintos materiales. Generalmente son fabricados usando piedras (colocadas densamente una al lado de la otra), madera (polines de 3 a 4") o sacos y/o malla raschell rellenos (con piedras, gravilla y/o arena). En este caso se privilegiará el uso de piedras dada la alta disponibilidad de este material en el terreno.

MATERIALES NECESARIOS

PALA

PICOTA

PIEDRAS GRANDES Y PEQUEÑAS

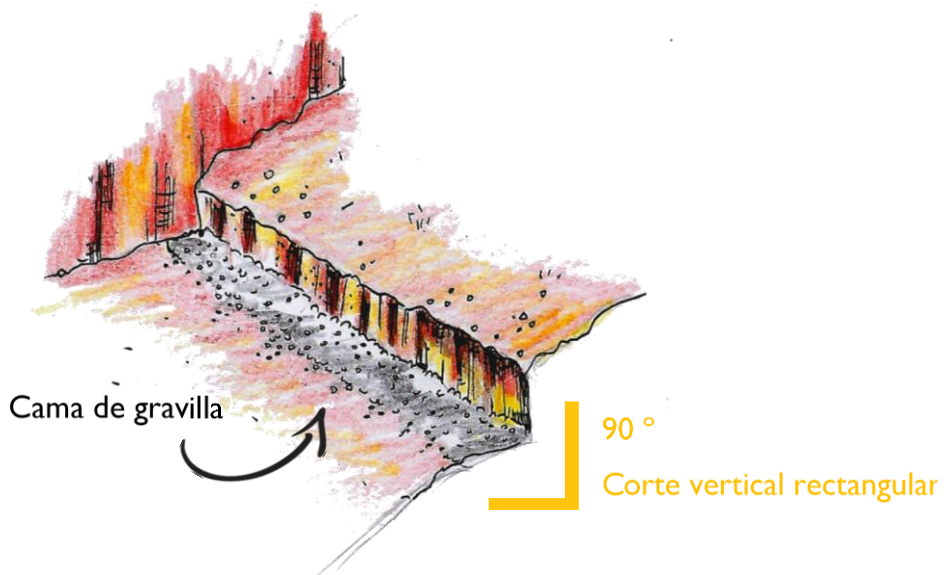


NÚMERO DE PERSONAS RECOMENDADO PARA SU CONSTRUCCION: 2

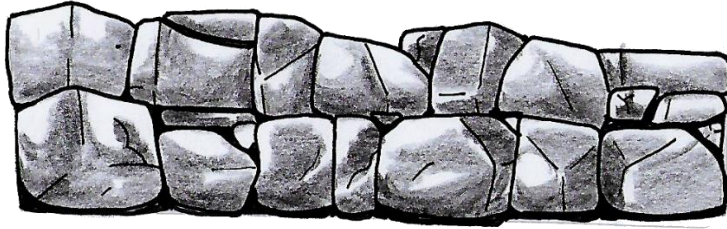


CONSTRUCCIÓN

- Paso 1** Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel. Estas obras se ubican de manera perpendicular a la quebrada o flujo de agua para que cumplan su función.
- Paso 2** Seleccionar y acarrear las piedras a los sitios donde se instalarán las obras. Las piedras deben ser de distinto tamaño y formas dado que se utilizan de distinta manera (como se explica más adelante). Es importante no seleccionar piedras que puedan desintegrarse o que tengan bajo peso ya que la obra se puede destruir con el flujo de agua o provocar su mal funcionamiento. Las piedras deben proceder de bancos de piedra naturales o encontradas sueltas sobre la superficie del terreno. No extraer piedras de sectores erosionados ya que esto puede intensificar ese problema.
- Paso 3** Preparar el sitio para acomodar la primera corrida de piedras que será la base de la estructura. Esto implica excavar y nivelar muy bien el terreno mediante un corte que sea vertical o perpendicular a la superficie (90°), con una profundidad de 0,2 m mínimo en donde se dispondrá la primera corrida de piedras.



- Paso 4** Construir la primera corrida de piedras o base del murete. Para esto, se deben disponer las piedras más grandes y con caras planas sobre una cama o cubierta de gravilla, acomodándolas formando un muro base estable con paredes rectas sobre el cual se levantará el resto de la obra. Se debe tratar de dejar la menor cantidad de espacios entre piedras, para lo cual se utilizan piedras más pequeñas e irregulares lo que otorga mayor estabilidad a la estructura. Piedras redondeadas o bolones también se pueden utilizar, colocando la parte de mayor peso hacia abajo para mayor estabilidad, usando piedras menores para completar la estructura.



Paso 5 Para aumentar la seguridad de la estructura, se puede agregar tierra y piedras pequeñas en el espacio que queda entre el corte del terreno y la base del murete, y en la parte superior de la primera hilera. Esto facilitará la construcción de las siguientes corridas de piedra.

Paso 6 Para continuar con las siguientes corridas de piedras, se deben mantener los mismos criterios antes mencionados sobre la forma y posición de las piedras, dejando las caras más planas y con mayor peso hacia abajo. La finalidad es construir logrando un encaje armónico entre todas las piedras utilizadas. Mientras las corridas de piedras no superen la altura del corte en el terreno, es necesario rellenar con tierra y piedras pequeñas el espacio que queda entre la obra y el terreno. Para asegurar que la estructura no quede inclinada, se recomienda el uso de una lienza como guía.

Paso 7 Para la colocación de las piedras de la última fila se debe considerar que se logre una buena terminación estética, tratando de lograr una superficie plana. Esto puede aportar a la seguridad y estabilidad de la obra. La altura total de los muretes propuesto para el predio no debe superar 1 m.

COSTO DE CONSTRUCCIÓN

Costo unitario de construcción
aproximado (murete de 2 metros de
largo)*

\$ 12.000 **

*Detalle de los Costos en Anexo 5 **Valor a noviembre de 2018

MANTENCIÓN

Se debe revisar periódicamente que mantengan su estructura original para asegurar el buen funcionamiento y evitar riesgos por arrastre o deslizamiento de piedras u otros materiales. Una vez que el material o sedimentos acumulados por la obra se hayan estabilizado, se sugiere establecer algún tipo de vegetación que aporte a la fijación del suelo retenido por la obra y a la cosecha de aguas lluvias.

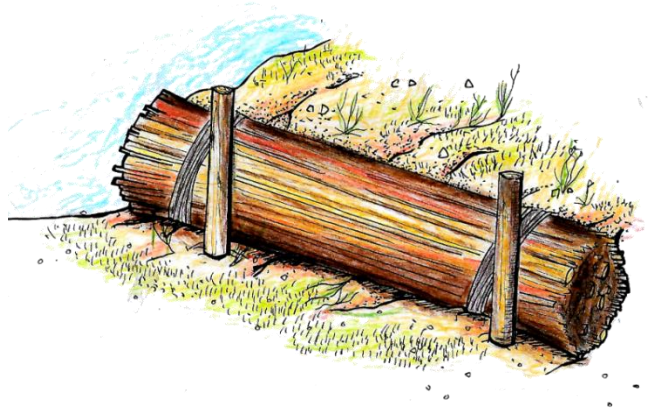


3

FAJINAS



Las fajinas consisten en cuerpos cilíndricos, que contienen ramillas poco ramificadas atadas con alambre. Se colocan sobre los taludes, protegiéndolos del impacto directo de la lluvia y de la velocidad del cauce. Estas tienen por objetivo proteger los caminos en pendiente o taludes de arrastre de ladera, favorecer la acumulación de sedimentos, además de disminuir la velocidad de escorrentía, evitando procesos de erosión.



Se recomienda instalarlas en terreno con pendiente moderada. No existen restricciones en cuanto a sus dimensiones respecto a longitud y altura. En este caso se recomienda una longitud máxima de 2 m y altura de hasta 25 cm y se colocan apoyadas y amarradas con alambres a las estacas. El distanciamiento entre estacas es de 0,7 m, y el distanciamiento recomendado entre obras en el talud (siempre siguiendo las curvas de nivel) es de 3 m. En este caso, para su construcción se utilizarán los restos de vegetación leñosa cortada (desechos del plan de manejo) existentes en el terreno.

MATERIALES NECESARIOS

PALA	PICOTA	ESTACAS DE MADERA DE 2"X1" Y 60 cm DE LARGO	RAMAS GRANDES Y CHICAS	ALAMBRE FLEXIBLE	SACOS DE YUTE

NÚMERO DE PERSONAS RECOMENDADO PARA SU CONSTRUCCION: 2



CONSTRUCCIÓN

- Paso 1** Marcar la ubicación de las obras siguiendo las curvas de nivel utilizando cal.
- Paso 2** Construir terrazas con un ancho de 0,5 m sobre las que se ubicarán las fajinas.
- Paso 3** En el terreno clavar estacas separadas cada 0,7 m, con al menos 0,2 m de profundidad en el suelo, dejando expuesto un trozo de la estaca que tenga la misma altura de la fajina.
- Paso 4** Trenzar las ramas para armar las fajinas.
- Paso 5** Fijar las fajinas a las estacas utilizando el alambre.
- Paso 6** Se recomienda instalar sacos de yute (corcheteados) en la parte posterior de las fajinas para otorgar mayor estabilidad a las obras y favorecer la acumulación de sedimentos.

COSTO DE CONSTRUCCIÓN

**Costo unitario de construcción
aproximado (1 fajina de 2 metros de
largo)***

\$ 10.920 **

*Detalle de los Costos en Anexo 5 **Valor a noviembre de 2018

MANTENCIÓN

Se recomienda revisar periódicamente las estacas y las fajinas (que conserven su forma, revisar los alambres, etc.) de manera de asegurar el funcionamiento óptimo de estas obras de conservación de aguas y suelos. Se sugiere utilizar guantes para prevenir heridas con los alambres que pueden estar oxidados o fuera de lugar.

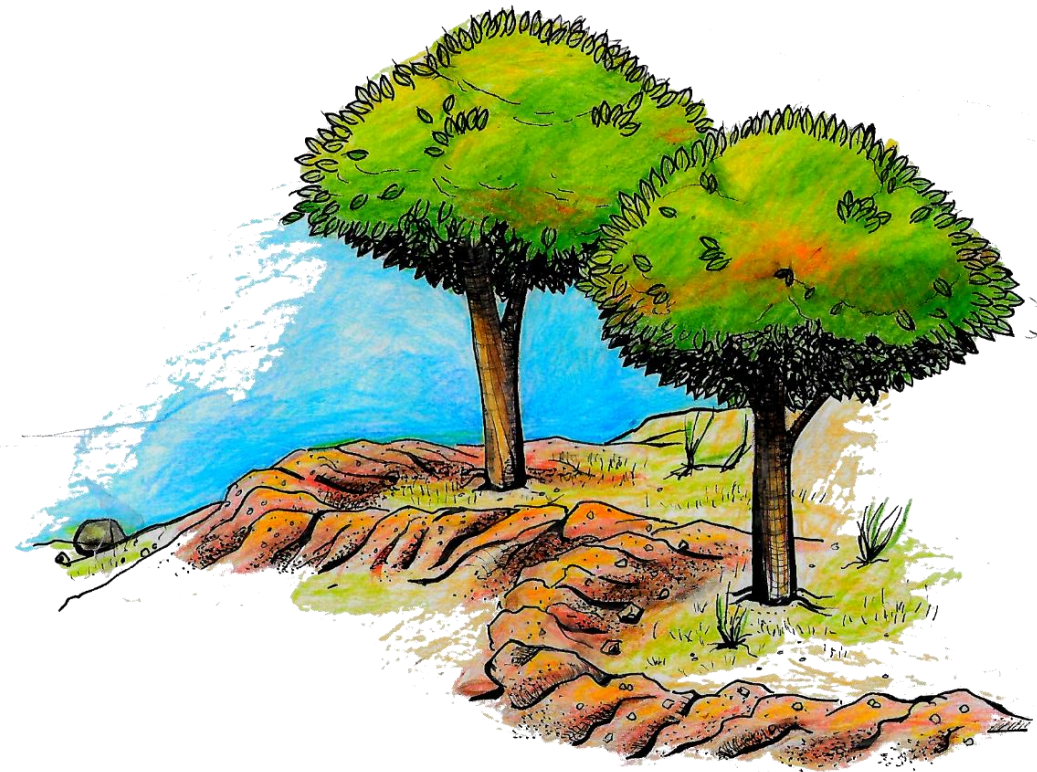


4

SURCOS DE MEDIALUNA



Los surcos en medialuna son obras cuyo objetivo es la captación de escorrentía superficial y sedimentos en laderas. Pueden ser de forma semicircular, con un diámetro variable entre 3 y 6 m. También pueden tener forma de sector circular menor al semicírculo. La construcción se realiza con el material (tierra y piedras) que se extraerá desde el área que conformará luego el colector. Con la tierra se levanta un camellón en la circunferencia que limita el surco de medialuna. Si existen piedras, se pueden utilizar para reforzar el camellón para que este pueda soportar el volumen de agua almacenada después de una lluvia. Estas obras son una de las de menor costo ya que pueden construirse mayoritariamente de forma manual aunque también se pueden realizar con la ayuda de maquinaria (tractor oruga con pala o retroexcavadora). Son aptos para sitios con hasta 25% de pendiente.





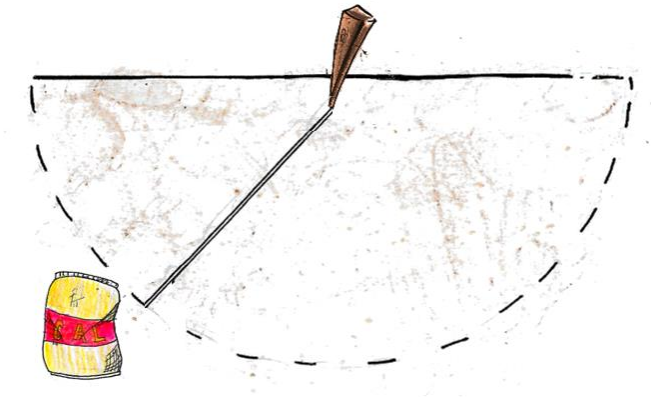
MATERIALES NECESARIOS

PALA	PICOTA	UNA ESTACA DE MADERA DE 2"X1" Y 106 cm DE LARGO	CORDEL	UN ÁRBOL O ARBUSTO
				
NUMERO DE PERSONAS RECOMENDADO PARA SU CONSTRUCCION: 2				

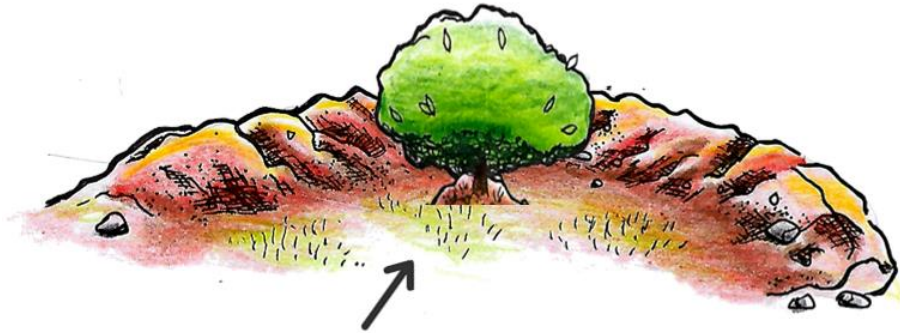
CONSTRUCCIÓN

Paso 1 Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel. En este caso, se deben marcar líneas de 3 m de largo. Estas líneas corresponden al diámetro de la semicircunferencia que dará origen al surco de medialuna.

Paso 2 Ubicar el punto medio de la línea marcada en el suelo y establecer una estaca. Amarrar un cordel de 1,5 m (correspondiente al largo del radio o mitad del diámetro). Se recorre la circunferencia que se va formando y se va marcando con cal.



Paso 3 Se construirá el camellón en el borde exterior de la semicircunferencia con el material (tierra y/o piedras) que se extrae desde el interior del surco. Se recomienda que la profundidad de esta excavación al interior del semicírculo se encuentre en el rango de los 40 a 50 cm para garantizar una capacidad de almacenamiento suficiente de agua para sostener la vegetación sugerida. Sin embargo, la profundidad obtenible dependerá en gran medida del tipo y dureza del material que se deba remover.

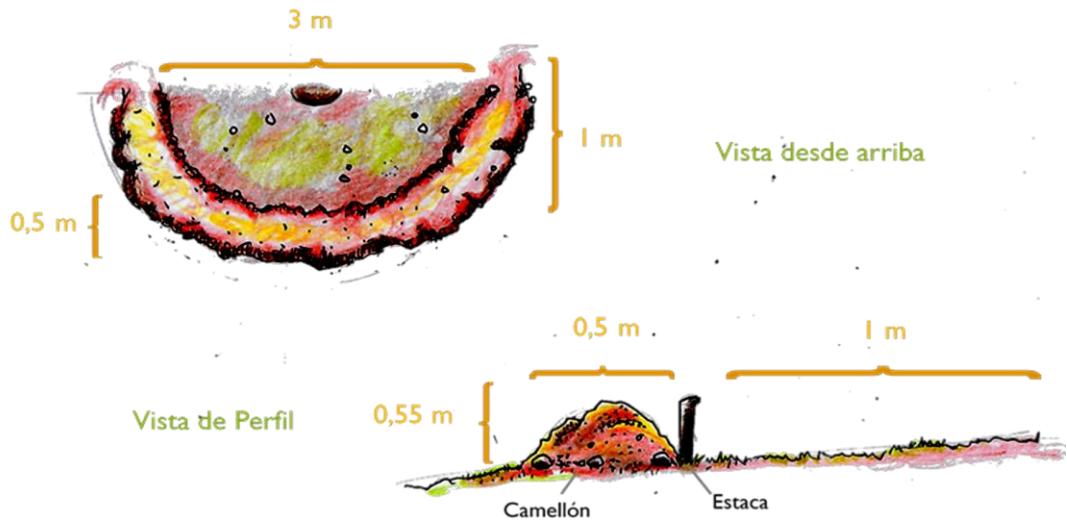


Ubicación de la Planta en el Surco

Paso 4 Para evitar la destrucción de esta obra producto de una lluvia cuya magnitud sobrepase su capacidad de almacenamiento de agua, es necesario construir desagües de agua rebajando los extremos del camellón en el sentido de la pendiente del terreno para facilitar el escurrimiento del exceso de agua.

Paso 5 Establecer la planta correspondiente al Área de Implementación en la que se encuentre trabajando. Para realizar la plantación, se deben seguir los siguientes pasos:

- 5.1** En el caso de los surcos en media luna, la planta se debe ubicar al interior de la obra, en el punto medio del surco, al costado del camellón considerando las dimensiones de la casilla de plantación.
- 5.2** Confeccionar una casilla de plantación, que consiste en hacer una hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad, con palas plantadoras u otras herramientas manuales, dejando bien mullido el suelo.
- 5.3** Dentro de la casilla de plantación, se establece la planta tomándola cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra), para mantenerlo en forma íntegra. Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta cubriendo todas las raíces.



Especies a utilizar:

Sectores con mayor cobertura vegetal: Quillay (*Quillaja saponaria*), colliguay (*Colliguaya odorifera*), boldo (*Peumus boldus*)

Sectores más húmedos, en quebradas: Maitén (*Maytenus boaria*), peumo (*Cryptocarya alba*)

Sectores menos húmedos, suelos sin vegetación: Carbonillo (*Cordia decandra*), espino (*Acacia caven*)

COSTO DE CONSTRUCCIÓN

Costo unitario de construcción aproximado (surco de 3 metros de diámetro + 1 Planta)*

\$ 21.750 **

*Detalle de los Costos en Anexo 5 **Valor a noviembre de 2018

MANTENCIÓN

Procurar mantener la obra libre de tierra o cualquier elemento que limite su volumen útil de almacenamiento de agua, evitando su colmatamiento. Esto se realiza con herramientas manuales, pala principalmente. En las primeras temporadas luego de la plantación se sugiere remover de forma manual las malezas que crezcan alrededor de la planta para favorecer su establecimiento.

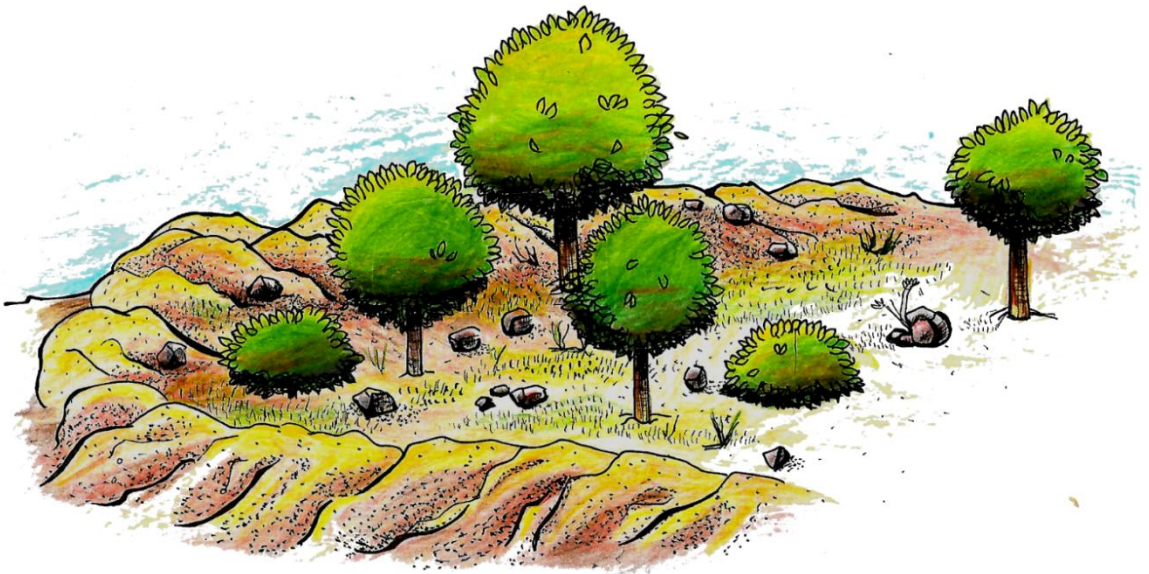


5

LIMANES



Estas obras corresponden a un semicírculo o sector circular plano con un borde de suelo y piedras. Son obras de mayor tamaño, ocupando una superficie generalmente mayor a 80m², lo que permite desarrollar algún tipo de cultivo o plantación en su interior, pudiendo sostener entre 7 y 15 árboles o arbustos. En este caso se utilizarán siete ejemplares, entre árboles y arbustos. Se establecen preferentemente en las zonas bajas de las laderas, con pendiente entre 3 a 8%.



MATERIALES NECESARIOS

PALA

PICOTA

UNA ESTACA DE
MADERA DE 2"X1"
Y 106 cm DE
LARGO

CORDEL

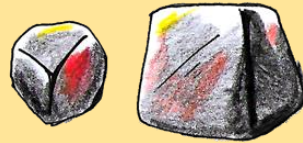
7 ÁRBOLES O
ARBUSTOS





TUBO PVC DE 50 mm DE DIAMETRO
Y 3 m DE LARGO

PIEDRAS GRANDES Y PEQUEÑAS



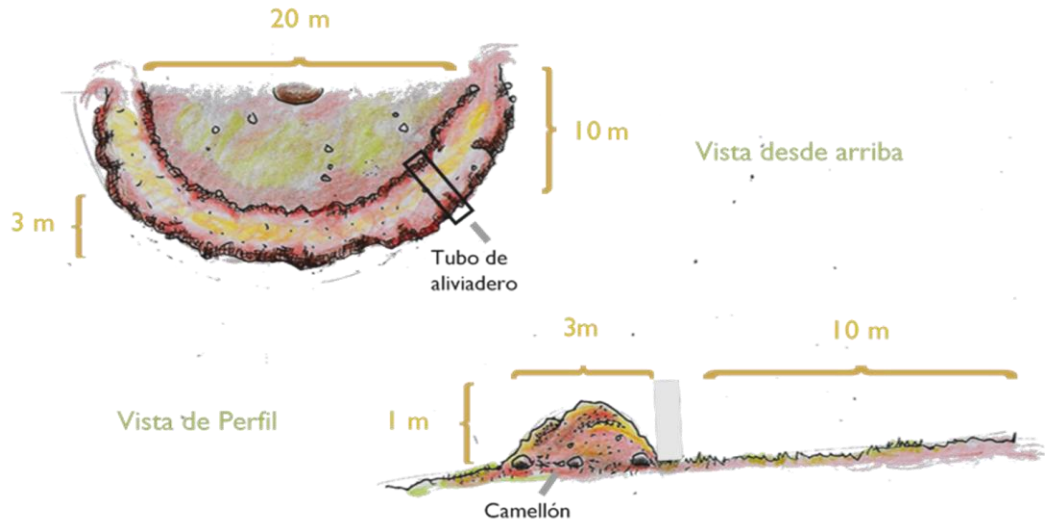
NÚMERO DE PERSONAS RECOMENDADO PARA SU CONSTRUCCION: 4

CONSTRUCCIÓN

- Paso 1** Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel. En este caso, se deben marcar líneas de 20 m de largo. Estas líneas corresponden al diámetro de la semicircunferencia que dará origen al limán.
- Paso 2** Ubicar el punto medio de la línea marcada en el suelo y establecer una estaca. Amarrar un cordel de 10 m (correspondiente al largo del radio o mitad del diámetro). Se recorre la circunferencia que se va formando y se va marcando con cal.
- Paso 3** Aplanar el interior del limán hasta obtener una pendiente igual a 0°.
- Paso 4** Se debe construir un camellón en el borde exterior de la semicircunferencia con el material (tierra y/o piedras) que se extrae desde el interior del limán. El camellón debe tener forma trapezoidal con 3 m en la base, 1 m en el tope y 1 m de altura. En el borde exterior del camellón se recomienda complementar con piedras para lograr mayor estabilidad de la obra.
- Paso 5** Según la experiencia previa de INFOR, para evitar la destrucción de esta obra producto de una lluvia cuya magnitud sobrepase su capacidad de almacenamiento de agua, es necesario instalar un tubo de 50 mm de diámetro como aliviadero. Este se introduce en el borde mientras se está construyendo el camellón, aproximadamente a 30 cm de altura desde el suelo, traspasando el ancho del camellón.
- Paso 6** Establecer la planta correspondiente al Área de Implementación en la que se encuentre trabajando. Para realizar la plantación, se deben seguir los siguientes pasos:
- 6.1** En el caso de los limanes, la plantación se puede realizar distribuyendo los individuos de manera aleatoria, tratando de ocupar la superficie útil que genera la obra.
 - 6.2** Confeccionar una casilla de plantación, que consiste en hacer una hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad, con palas plantadoras u otras herramientas manuales, dejando bien mullido el suelo.



- 6.3 Dentro de la casilla de plantación, se establece la planta tomándola cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra), para mantenerlo en forma íntegra. Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta cubriendo todas las raíces.



Especies a utilizar:

Quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), algarrobo (*Prosopis chilensis*), colliguay (*Colliguaya odorifera*), carbonillo (*Cordia decandra*).

COSTO DE CONSTRUCCIÓN

Costo unitario de construcción
aproximado (liman de 20 metros de
diámetro + 7 Plantas)*

\$ 157.150 **

*Detalle de los Costos en Anexo 5 **Valor a noviembre de 2018

MANTENCIÓN

Debido al tamaño de esta obra, es necesario revisar que la estructura no se encuentre dañada luego de una lluvia de gran magnitud y/o intensidad. De notar alguna deformación o fractura, se debe reorganizar el camellón utilizando el mismo material. En las primeras temporadas luego de la plantación se sugiere remover de forma manual las malezas que crezcan alrededor de las plantas para favorecer su establecimiento.



6

BANCALES



Son estructuras muy similares a un limán (ya descrito), pero de menor tamaño y aptos para terrenos con pendiente fuerte (máximo 30%). Se utilizan para generar las condiciones para el establecimiento de vegetación en zonas donde el suelo es muy escaso, pobre y que se encuentre erosionado. Dado el tamaño de estas obras se pueden establecer uno o a lo más dos árboles (dependiendo de la especie). Se disponen en tresbolillo con una separación de 5 m entre obras. El diámetro es de 1,2 m y el ancho del muro es de 50 cm. Idealmente los bancales se construyen con terminaciones laterales en ángulo recto de manera de permitir un mejor aprovechamiento del agua de escorrentía.





MATERIALES NECESARIOS

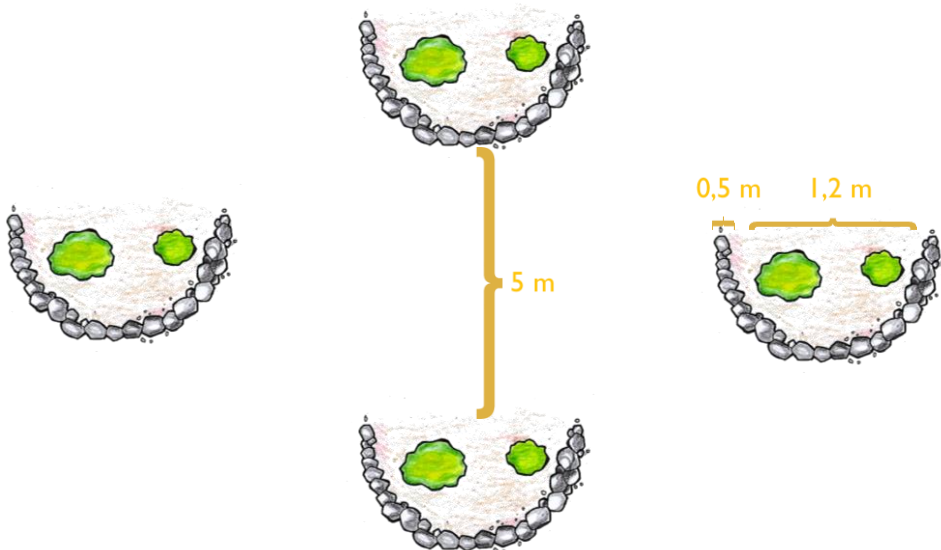
PALA	PICOTA	PIEDRAS CON UN ANCHO DE 50 cm APROX	2 ÁRBOLES O ARBUSTOS
			

NÚMERO DE PERSONAS RECOMENDADO PARA SU CONSTRUCCIÓN: 2

CONSTRUCCIÓN

Paso 1 Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel. En este caso, se deben colocar en el terreno siguiendo una distribución en “tresbolillo”, es decir, de manera intercalada entre las curvas de nivel, a una distancia entre ellas de 5 m.

Paso 2 En la ubicación de cada obra, se deben marcar líneas de 1,2 m de largo. En el punto medio de la línea marcada se establece una estaca. Amarrar un cordel de 60 cm y recorrer la circunferencia que se va formando e ir marcándola con cal.





- Paso 3** En la superficie interior del semicírculo se debe aplanar el terreno.
- Paso 4** En el borde del semicírculo, se debe formar una terraza con un muro de piedras con un ancho de 50 cm. El ángulo final de la terraza debe ser recto.
- Paso 5** Establecer la planta correspondiente al Área de Implementación en la que se encuentre trabajando. Para realizar la plantación, se deben seguir los siguientes pasos:
- 5.1** Ubicar la planta al interior de la obra, en el punto medio de la superficie semicircular, considerando las dimensiones de la casilla de plantación.
 - 5.2** Confeccionar una casilla de plantación, que consiste en hacer una hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad, con palas plantadoras u otras herramientas manuales, dejando bien mullido el suelo.
 - 5.3** Dentro de la casilla de plantación, se establece la planta tomándola cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra), para mantenerlo en forma íntegra. Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta cubriendo todas las raíces.

Especies a utilizar:

Quillay (*Quillaja saponaria*), carbonillo (*Cordia decandra*), colliguay (*Colliguaya odorifera*)

COSTO DE CONSTRUCCIÓN

**Costo unitario de construcción
aproximado (bancal de 1,2 m lineales + 1
Planta)***

\$ 17.974 **

*Detalle de los Costos en Anexo 5 **Valor a noviembre de 2018

MANTENCIÓN

Procurar mantener la obra libre de tierra o cualquier elemento que limite su volumen útil de almacenamiento de agua, evitando su colmatamiento. Esto se realiza con herramientas manuales, pala principalmente. Se debe revisar que la terraza de la estructura no se encuentre dañada luego de una lluvia de gran magnitud y/o intensidad. En el caso de daño, se debe reorganizar la terraza para asegurar su buen funcionamiento.

En las primeras temporadas luego de la plantación se sugiere remover de forma manual las malezas que crezcan alrededor de la planta para favorecer su establecimiento.



PLAN DE TRABAJO

Para implementar el Plan Hidrológico Forestal (PHF) en el predio se ha generado un Plan de Trabajo, el cual aborda aspectos estratégicos tales como la ubicación y priorización de construcción de OCAS en sectores y momentos específicos (que requieren instalación de cierto tipo de obras para efectos de cosecha de aguas lluvias y control de erosión). El plan de trabajo se ha organizado en base a tres preguntas clave: ¿Cómo instalar las OCAS? ¿Cuándo implementar las OCAS en el predio? y ¿Dónde implementar las OCAS en el predio? A continuación, se responderá cada una de estas preguntas para guiar el proceso de implementación de las OCAS en el predio de la CAVA.

¿CÓMO INSTALAR LAS OCAS?

Para un correcto proceso de implementación de las OCAS en el predio de la CAVA, se deberá llevar a cabo cada uno de los siguientes pasos:

1. Visita a los sitios donde se construirán las OCAS
2. Trazado y marcación de curvas a nivel en los sitios donde se construirán OCAS
3. Medición de las OCAS en el terreno y posteriormente su marcación
4. Luego de estos tres pasos, ya es posible comenzar a implementar las OCAS. La explicación específica de cuándo y dónde realizarlo se indicará más adelante. El cómo y con qué hacerlo fue desarrollado en la sección anterior.

Una vez que las OCAS están construidas, se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

5. Compra de plantas
6. Acopio de plantas
7. Plantación de individuos en las OCAS respectivas
8. Elaboración de protecciones individuales para los árboles o arbustos que se instalarán en las OCAS (ver Anexo 2)
9. Riego inicial para plantas
10. Monitoreo. Este paso contempla el monitoreo de supervivencia y establecimiento de las plantas incorporadas en las OCAS, y la mantención de las OCAS. Incluye la medición de DAC y altura de cada una de ellas, considerando su estado de sanidad y vigor (Ver Anexo 4)

*Los costos asociados a las actividades 1, 2, 3 y 10, se detallan en el Anexo 5 de este Manual.



¿CUANDO SE IMPLEMENTAN LAS OCAS EN EL PREDIO?

La planificación en el tiempo de los pasos o actividades antes listados será de la siguiente manera:

AÑO 2019												
Actividad / Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Visita a sitios	X		X									
Supervisión avances en ejecución de obras		X		X		X						
Trazado y marcación de curvas a nivel		X	X									
Medición y marcación OCAS en terreno			X									
Construcción de OCAS				X	X	X						
Acopio material para fajinas	X											
Construcción de fajinas (A.I.)		X										
Compra de plantas						X						
Acopio de Plantas						X						
Plantación en OCAS						X	X					
Elaboración de protecciones individuales						X	X					
Riego inicial						X	X					
Monitoreo							X	X		X		X



¿DONDE SE IMPLEMENTARÁN LAS OCAS EN EL PREDIO?

Todas las OCAS mencionadas anteriormente (bancales, fajinas, limanes, surcos en media luna y zanjas de infiltración) han sido propuestas para ser construidas en el predio de la CAVA.

Cada obra cumple un rol específico dependiendo de la ubicación en la que se encuentre y fue diseñada según las características del terreno.

Para guiar y ordenar el proceso de construcción de las OCAS en el predio, este fue dividido en las siguientes tres Áreas de Implementación:



Área de Implementación 1: Manejo Hídrico-Forestal



Área de Implementación 2: Protección de Cauces e Infiltración de Aguas Subterráneas



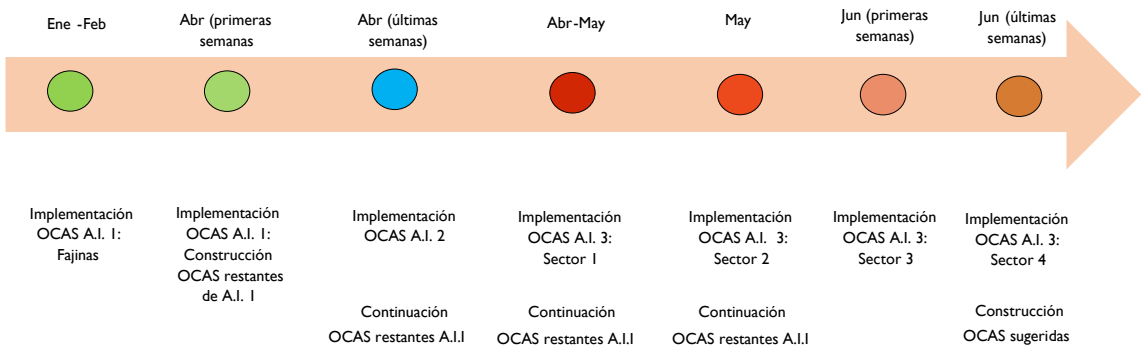
Área de Implementación 3: Control de Erosión y Restauración de Paisaje Forestal (subdividida en cuatro sectores)



MAPA DE LOCALIZACIÓN DE ÁREAS DE IMPLEMENTACIÓN



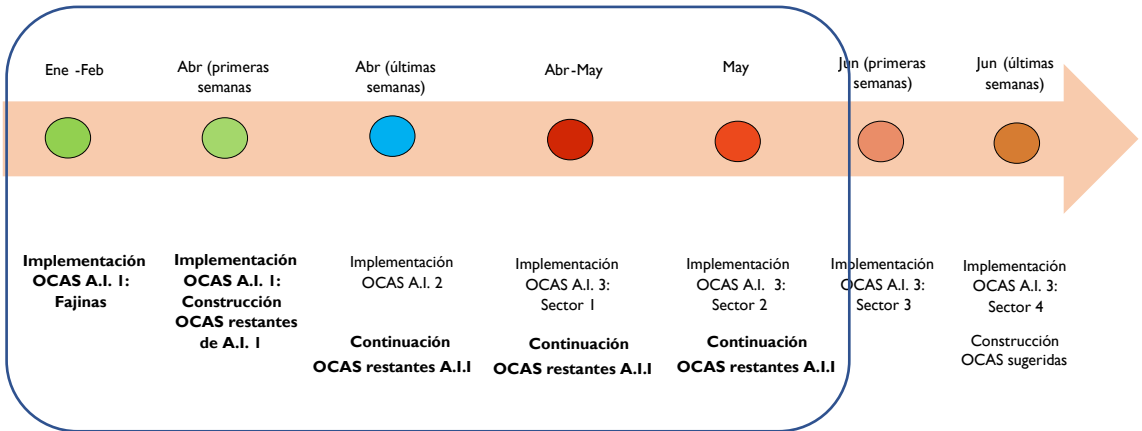
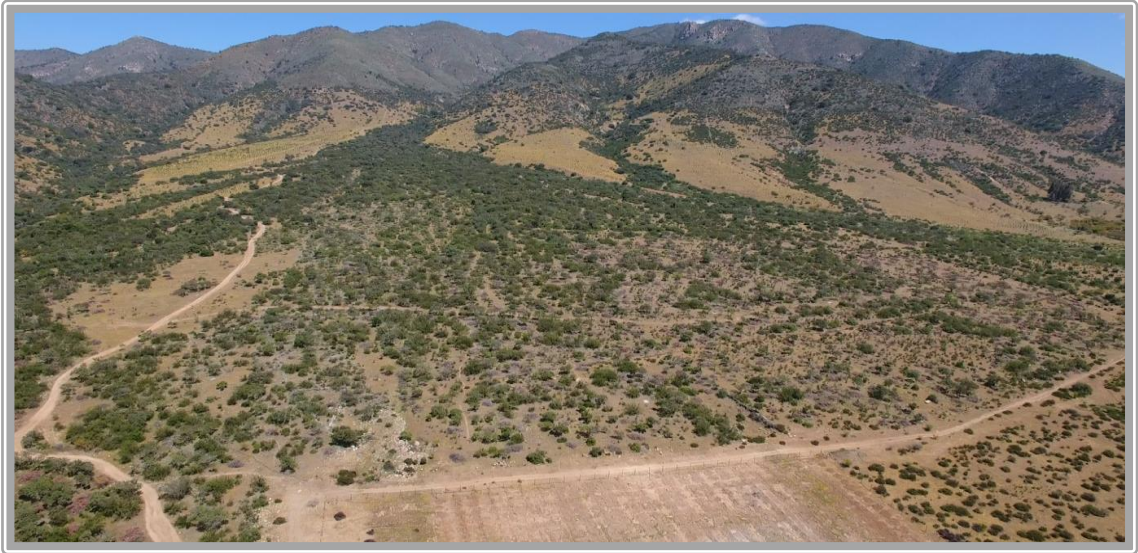
La distribución en el tiempo para la construcción de OCAS se ha realizado en función de las Áreas de Implementación. La siguiente línea de tiempo resume las etapas de la implementación de las OCAS durante el año en las diferentes áreas de implementación definidas para la microcuenca:



A continuación, se explicará cómo se deben llevar a cabo estas etapas en sus respectivas Áreas de Implementación (AI), especificando en cada una de ellas la ubicación específica de las OCAS dentro del Área, cuáles serán los pasos necesarios para su implementación y cuándo se deberán realizar.



ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN I: MANEJO HÍDRICO-FORESTAL





El primer lugar a intervenir en el predio será el Área de Implementación I, en la cual se construirán bancales, fajinas, surcos de medialuna, zanjas de infiltración y limanes, buscando con ellas lograr un manejo hídrico y forestal sustentable.

Para comenzar, se construirán fajinas (42 unidades) aprovechando los desechos del raleo y podas producto del manejo forestal efectuado en los rodales acorde al plan de manejo forestal en ejecución en el predio. Esto se realizará durante los meses de enero y febrero.

A partir del mes de marzo se realizará el trazado de curvas de nivel en todos los sitios donde se construirán OCAS en el predio, midiendo y marcando en el terreno la ubicación respectiva para cada obra proyectada.

Ya en el mes de abril, esperando que el terreno presente mejores condiciones de humedad para la construcción de OCAS, se iniciará la construcción de las OCAS faltantes en esta Área de Implementación: bancales (276), surcos (235 unidades), zanjas (29 unidades), limanes (3 unidades). Producto del alto número de obras en esta primera área de implementación, es posible que su construcción se extienda durante los meses de abril y mayo (e incluso junio), lo que dependerá de las condiciones del terreno.

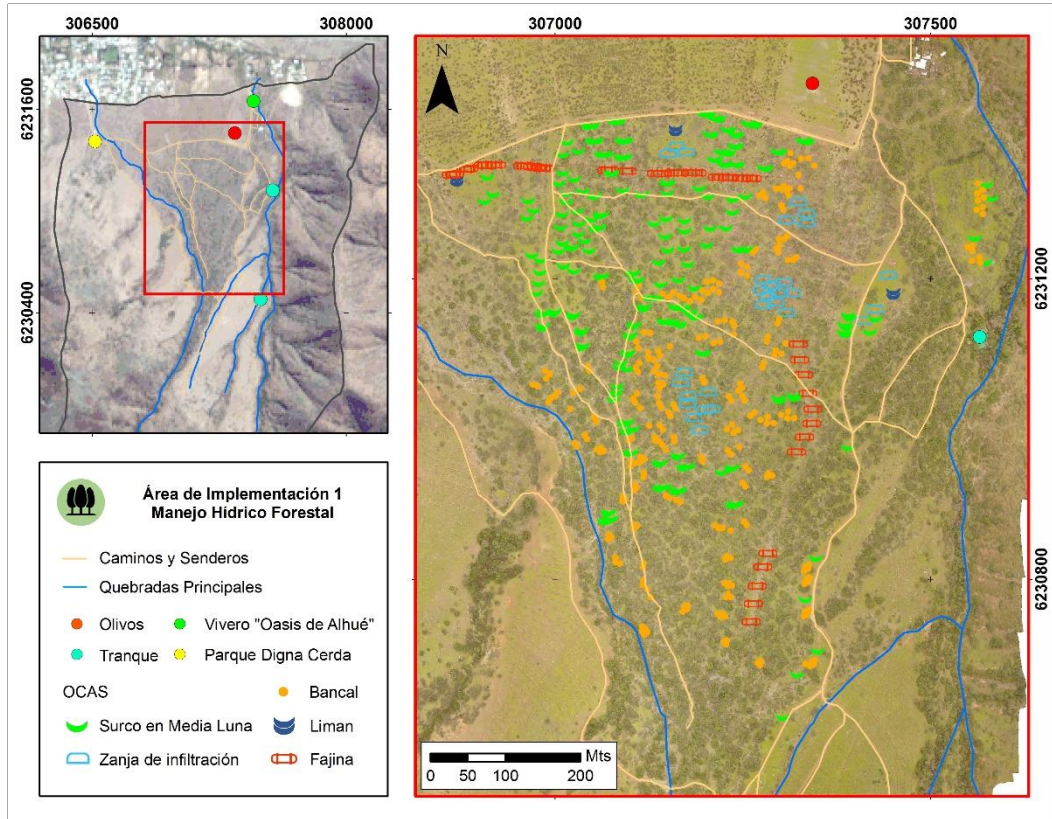
A continuación, se presenta el detalle de la planificación de actividades para la Implementación de las OCAS en A.I. I:

Planificación actividades

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Visita a sitios	X		X			
Supervisión avances ejecución de obras		X		X		X
Acopio material para fajinas	X					
Construcción de 42 fajinas		X	X			
Trazado de curvas a nivel en todas las A.I.			X	X		
Medición y marcación de terreno para construcción de OCAS			X	X		
Implementación de OCAS restantes del A.I. I: 276 bancales 235 surcos 29 zanjas 3 limanes				X	X	X

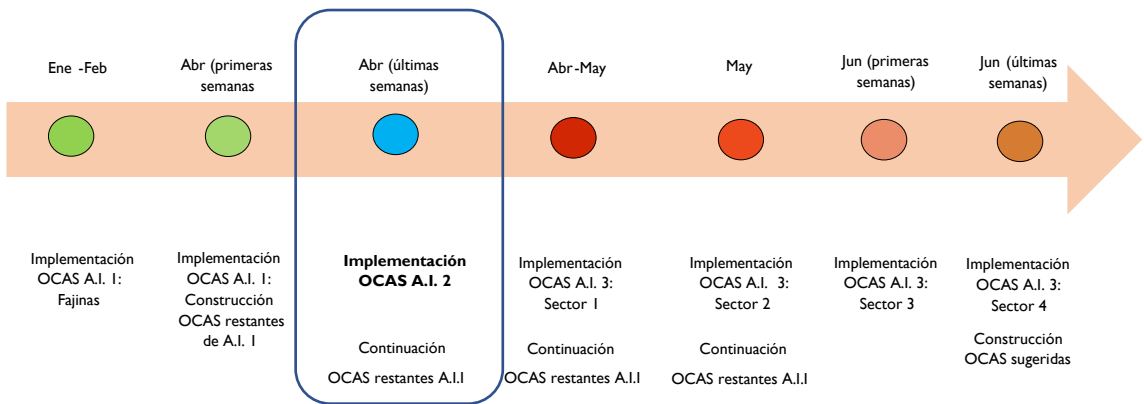


El siguiente mapa muestra la ubicación propuesta para las OCAS en el Área de Implementación I:





ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN 2: PROTECCIÓN DE CAUCES E INFILTRACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



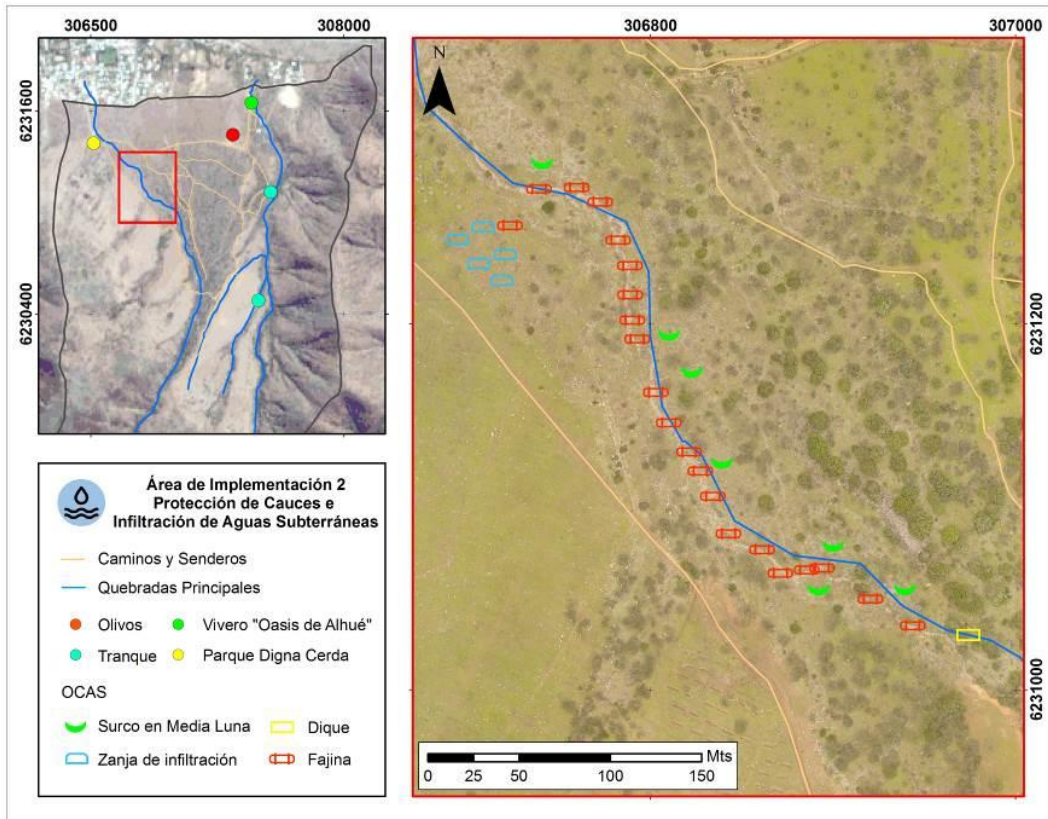


La siguiente intervención es el establecimiento de OCAS en el Área de Implementación 2, la cual tiene como principales objetivos buscar la protección de los cauces presentes en laderas erosionadas del predio y buscar en ellas la infiltración de aguas subterráneas, por lo que se construirán en ellas surcos (7 unidades), fajinas (21 unidades), zanjas (5 unidades) y un dique. Este último corresponde a una obra sugerida, es decir, solo se implementará en la medida que se obtengan los permisos necesarios para su construcción.

Planificación actividades

	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Implementación de OCAS en A2: 7 surcos, 21 fajinas, 5 zanjas, 1 dique (sugerido)		X		

El siguiente mapa muestra la ubicación propuesta para las OCAS en el Área de Implementación 2:





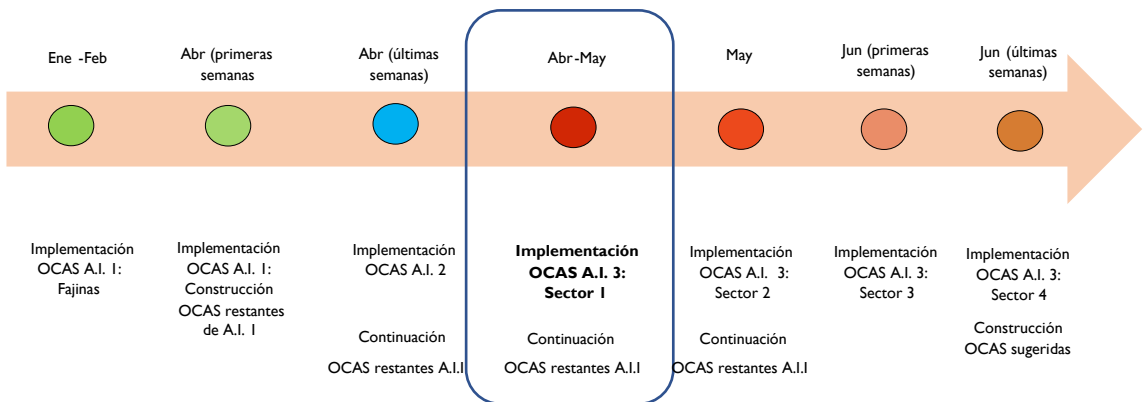
ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN 3: CONTROL DE EROSIÓN Y RESTAURACIÓN DE PAISAJE FORESTAL



El Área de Implementación 3 se ha dividido en 4 sectores temporalmente para facilitar el acceso a cada lugar para la construcción de OCAS.



SECTOR 3.I



Primero se construirán en el sector 1 de la A.I. 3 bancales (39 unidades) y un dique con la finalidad de establecer vegetación y controlar la erosión de suelos en las laderas de los cerros y quebradas.

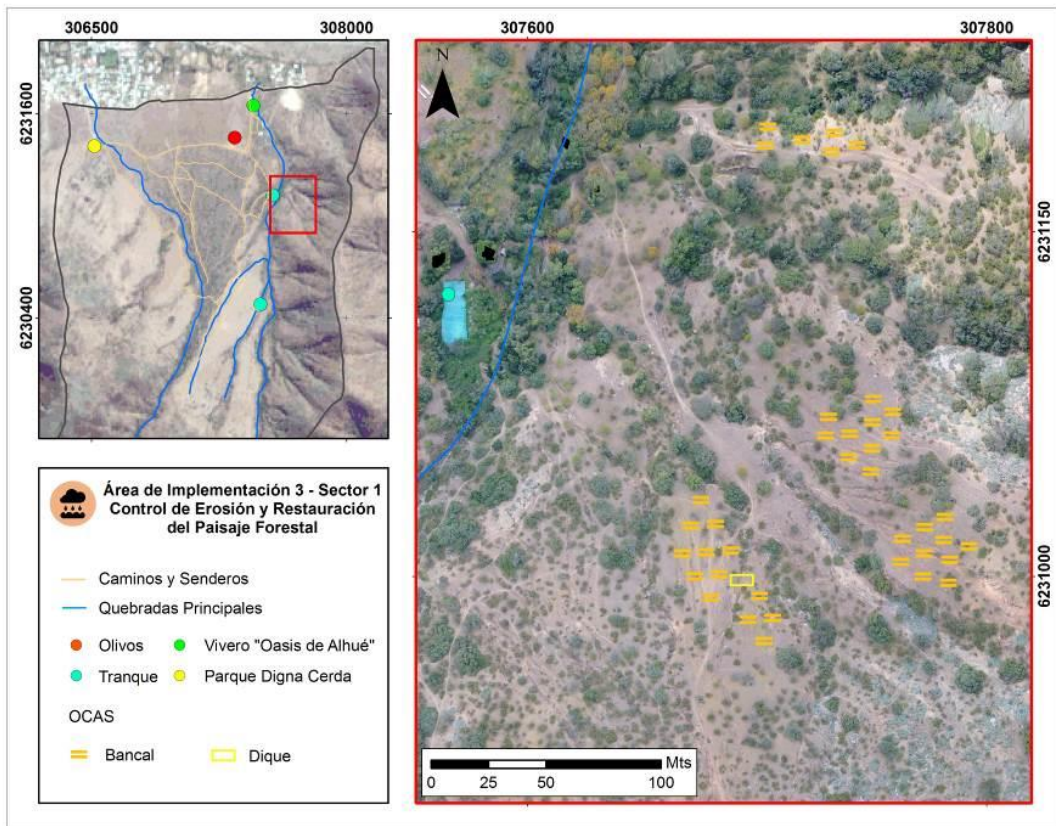
Además, se deberán realizar labores de supervisión de avances en ejecución de obras en las otras áreas de implementación (Anexo 4) y comenzar con la elaboración de protecciones individuales para plantas en obras (Anexo 2).



Planificación actividades

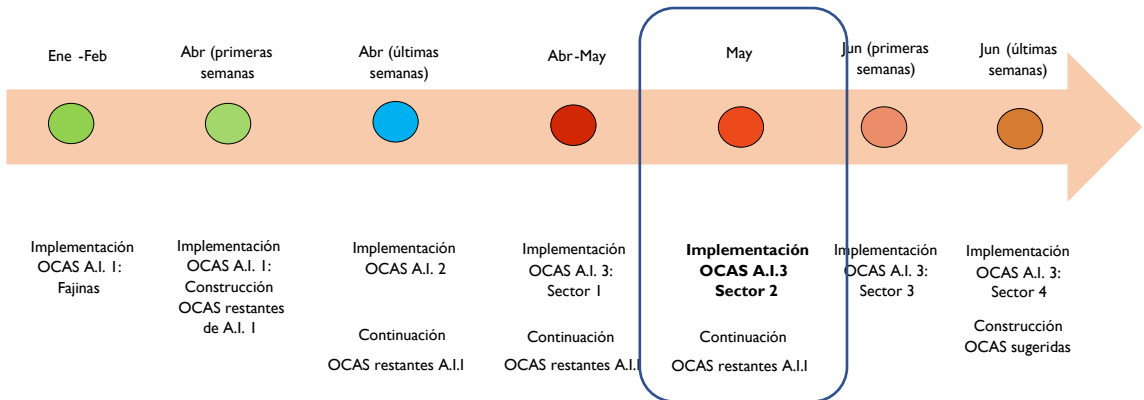
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Supervisión avances ejecución de obras		X		
Implementación de OCAS: 39 bancales 1 dique		X	X	
Elaboración de protecciones individuales			X	

El siguiente mapa muestra la ubicación propuesta para las OCAS en el área de implementación 3 – sector I:





SECTOR 3.2



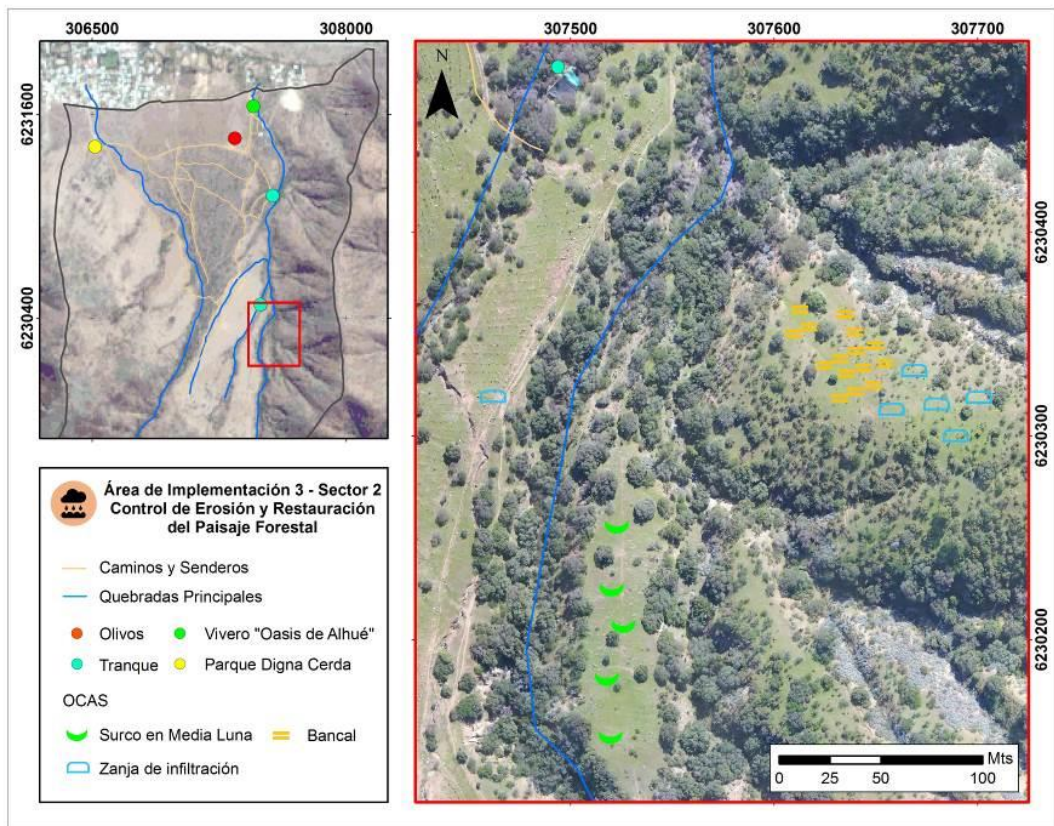
En el área de implementación 3 - sector 2 se construirán durante el mes de mayo, zanjas (6 unidades), surcos (5 unidades) y bancales (15 unidades). Esto para promover la infiltración de aguas subterráneas y establecer vegetación en lugares erosionados.



Planificación actividades

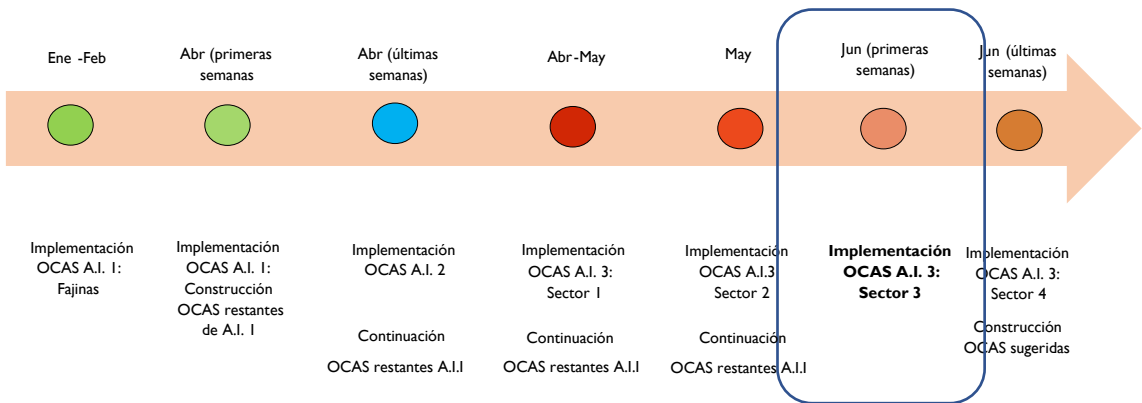
	2019			
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Implementación de OCAS: 6 zanjas 5 surcos 15 bancales			X	

El siguiente mapa muestra la ubicación propuesta para las OCAS en el área de implementación 3 – sector 2:





SECTOR 3.3



En el Área de Implementación 3- Sector 3 se construirán solamente bancales con la finalidad proteger a los cauces de la erosión que provoca la escorrentía por las laderas y para infiltrar mayores volúmenes de aguas subterráneas.

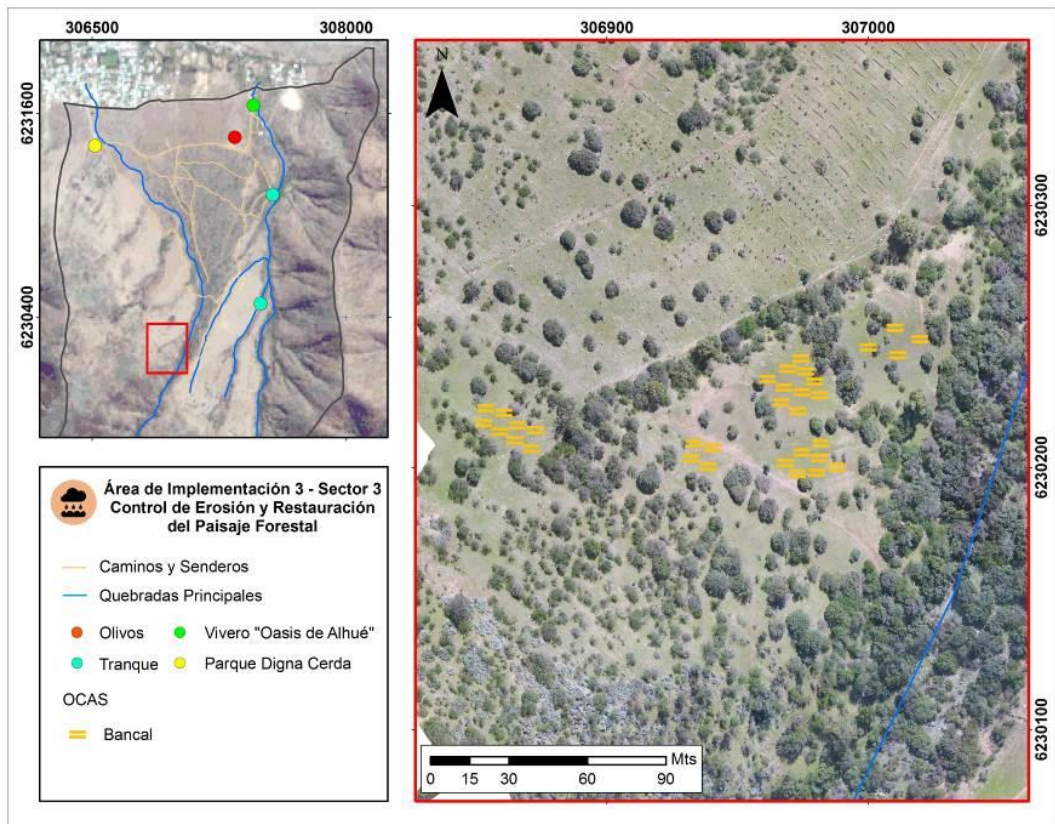
Además, durante el mes de junio se deberán realizar labores de supervisión de avances en ejecución de obras en las otras áreas de implementación (Anexo 4), y comenzar con la elaboración de protecciones individuales para plantas en obras (Anexo 2).



Planificación actividades

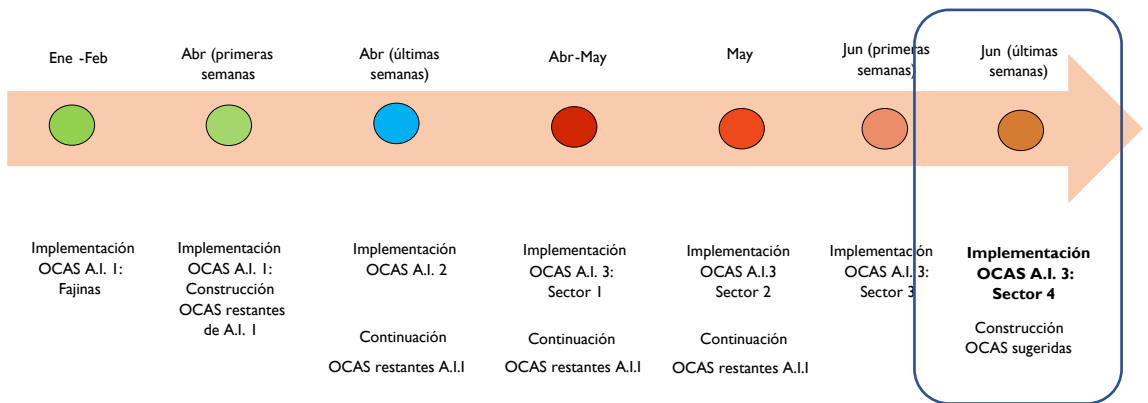
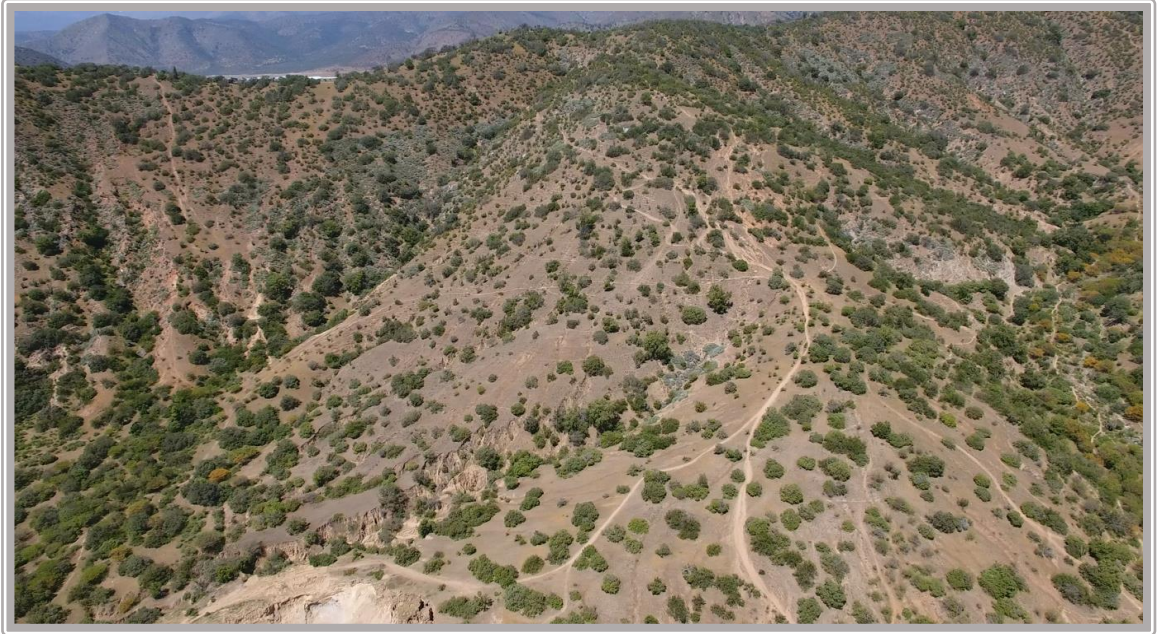
	2019						
	Marzo		Abril		Mayo		Junio
Supervisión avances ejecución de obras							X
Implementación de OCAS: 32 banales						X	
Elaboración protecciones individuales (ver Anexo 2)					X	X	

El siguiente mapa muestra la ubicación propuesta para las OCAS en el área de implementación 3 – sector 3:





SECTOR 3.4



Por último, en el Área de Implementación 3 - Sector 4, se construirán surcos y diques para promover la infiltración de aguas subterráneas y frenar la erosión de los cauces. Todas estas corresponden a OCAS sugeridas. Junto con la implementación de estas obras, se seguirán elaborando las protecciones individuales para los árboles y arbustos que se plantarán en cada OCAS, para luego comenzar a realizar las actividades necesarias para la plantación de estos en todas las A.I. En esta etapa, también se deberán comprar las plantas que se establecerán en las OCAS implementadas en los últimos meses, según el siguiente listado:



Área de Implementación 1:

- 235 para surcos (quillay, boldo, colliguay, algarrobo y/o espino)
- 87 para zanjas (boldo, quillay y/o colliguay)
- 21 para limanes (quillay, boldo, algarrobo, colliguay y/o carbonillo)
- 276 para bancales (quillay, carbonillo y/o colliguay)

Área de Implementación 2:

- 7 para surcos (quillay, boldo, colliguay, algarrobo y/o espino)
- 15 para zanjas (boldo, quillay y/o colliguay)

Área de Implementación 3, Sector 1:

- 39 para bancales (quillay, carbonillo y/o colliguay)

Área de Implementación 3, Sector 2:

- 5 para surcos (peumo y/o carbonillo)
- 18 para zanjas (carbonillo y/o colliguay)
- 15 para bancales (quillay, carbonillo y/o colliguay)

Área de Implementación 3, Sector 3:

- 32 para bancales (quillay, carbonillo y/o colliguay)

Área de Implementación 3, Sector 4:

- 6 para surcos (carbonillo y/o colliguay)

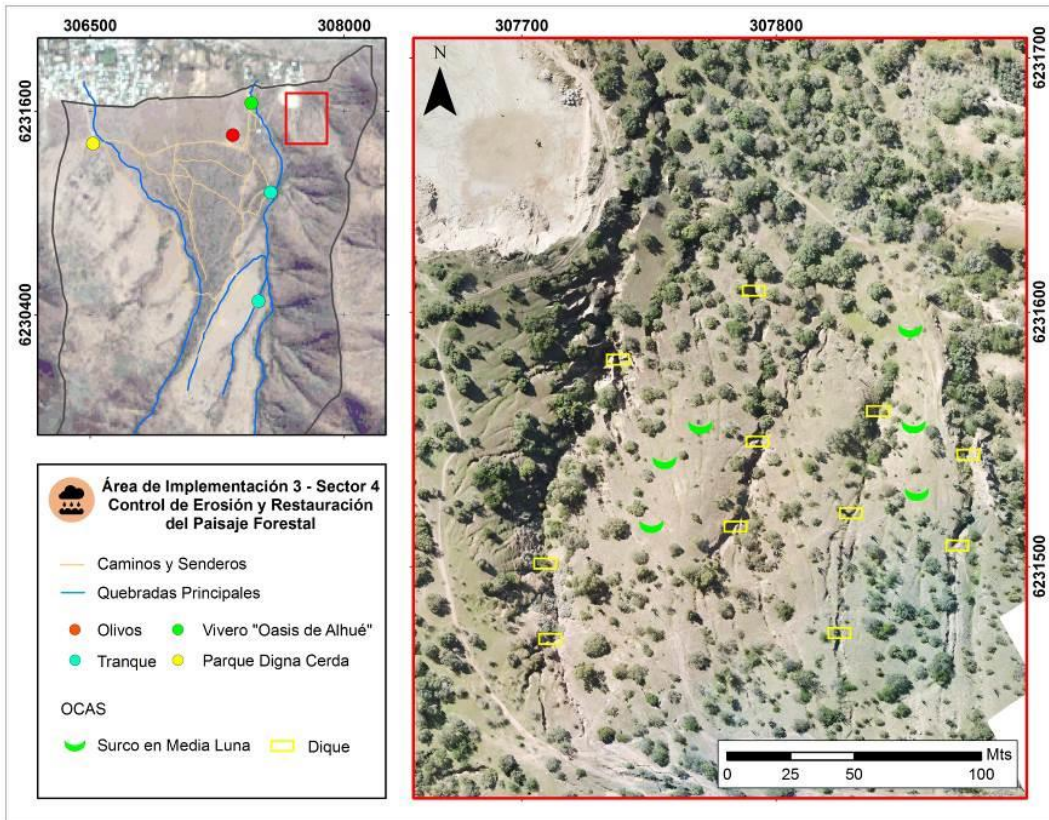
Además, se deberá comenzar a realizar el monitoreo de las plantaciones y mantención de las OCAS construidas en AI 1, 2 y 3 (ver Anexo 4).

Planificación actividades

	2019 (OCAS restantes)				Años siguientes (Monitoreo)					
	JUN	JUL	AGO	SEP	MAY	JUL	SEP	NOV	DIC	
Implementación de OCAS: 6 surcos (sugeridos) 11 diques (sugeridos)	X									
Elaboración de protecciones individuales (ver Anexo 2)	X	X								
Compra de plantas (según listado anterior)	X									
Acopio de plantas	X									
Plantación en OCAS	X	X	X							
Riego inicial		X	X							
Monitoreo (ver Anexo 4)			X	X	X	X		X	X	



El siguiente mapa muestra la ubicación propuesta para las OCAS en el área de implementación 3 – sector 4:





CAPÍTULO 3: NORMATIVA E INSTRUMENTOS DE FOMENTO APLICABLES

A continuación, se revisa la relación entre las áreas de implementación del sistema de cosecha de aguas propuesto para el predio de la Comunidad Agrícola de Villa Alhué con cuatro instrumentos y/o leyes relevantes:

Pagos por Compensación Ley N° 19.300 Ministerio Secretaría General de la Presidencia	
Objetivo de la normativa	Transacción voluntaria en donde un servicio ambiental bien definido es comprado a modo de compensación por un comprador al proveedor del servicio, si y solo si se asegura la provisión de este servicio ambiental.
Relación con las áreas de implementación	A pesar de que los pagos por compensación no son un instrumento con una definición clara en la legislación chilena, la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente plantea que cuando un proyecto sea presentado al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), este debe acordar, en lo posible, mecanismos de compensación ambiental. Es por esto que al dictaminar una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), el proponente podrá establecer compromisos de protección medio ambiental que pueden estar relacionados con acciones de conservación, preservación, entre otras, de las áreas de implementación de OCAS. Se destaca que los pagos por compensaciones están ligados principalmente al manejo de bosque nativo.



Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal Ley N° 20.283 Ministerio de Agricultura

Objetivo de la
normativa

Recuperación y mejoramiento de los bosques nativos con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental, estableciendo regulaciones respecto a tipos forestales, planes de manejo, protección ambiental, fondo de conservación, acreditaciones forestales, recursos para la investigación del bosque nativo y procedimientos y sanciones.

Relación con las áreas de implementación

Esta ley tiene relación con cualquier área de implementación en la cual potencialmente se realicen actividades de manejo de bosque nativo para la implementación de OCAS, estableciendo que toda acción de corta de bosque nativo, en cualquier tipo de terreno en que este se encuentre, deberá hacerse teniendo aprobado un plan de manejo por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), con el objetivo de resguardar la calidad de las aguas, evitar el deterioro de los suelos y la conservación de la diversidad biológica. No podrá alterarse el hábitat ni los individuos de especies vegetales nativas que formen parte de un bosque nativo, a menos que estas sean plantaciones efectuadas por el hombre, exceptuando a aquellas comprometidas en alguna Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). La Ley también establece un fondo concursarle destinado a la conservación recuperación y manejo sustentable del bosque nativo, en el cual se otorga una bonificación a través de concurso público en donde deben presentarse solicitudes acompañadas de planes de manejo respectivos. El fondo está orientado a (a) actividades que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o de bosques nativos de preservación; (b) actividades silviculturales de obtención de productos no madereros, y (c) actividades silviculturales para manejar y recuperar bosques nativos para producción maderera; en donde los pequeños propietarios podrán organizarse para postular de manera colectiva. Las actividades bonificables quedan definidas a través de un reglamento especial y los montos de cada actividad quedan establecidos por un decreto supremo.



Código de Aguas
DFL N° 1.122 Ministerio de Justicia

Objetivo de la
normativa

El Código de Aguas regula en materia de las aguas y sus derechos de aprovechamiento, los procesos administrativos en relación a estas y la construcción de ciertas obras hidráulicas.

Relación con las áreas de implementación

El Código de Aguas establece que aquel que tenga los derechos sobre las aguas, tendrá también el derecho a los medios necesarios para ejercitarlo, pudiendo servirse de las aguas lluvias que corren por un camino público y torcer su curso para utilizarlas. En aquellos predios donde cualquier vertiente que nazca, corra y muera dentro de una misma heredad, estas aguas serán de propiedad del dueño del predio. El Código de Aguas también define como cauce natural el “suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en su creces y bajas periódicas”, en los cuales, sin permiso de la autoridad competente, no se podrá realizar ninguna obra o labores (por ejemplo OCAS), por lo cual, el predio inferior está sujeto a recibir las aguas que descienden del predio superior naturalmente teniendo derecho a hacer dentro de él toda obra que sirva para regularizar o aprovechar las aguas sin impedir el normal descenso de estas a predios inferiores, y a hacer obras para impedir la entrada de aguas que el propietario no está obligado a recibir. Todo derrame que escurre en forma natural a predios vecinos podrá ser usado dentro de estos sin necesidad de obtener un derecho de aprovechamiento; además, no se podrá construir obra que eleve el nivel natural de los desagües y el nivel freático con perjuicios a terceros. Si alguna labor u obra que tuerza la dirección de las aguas cauce perjuicios o prive de beneficios a predio ajeno, el afectado podrá solicitar a un Juez que las labores u obras se deshagan o modifiquen e indemnizar los perjuicios. Dado que el Código de Aguas establece la regulación respecto al aprovechamiento de las aguas, no existen diferencias significas entre la aplicabilidad del Código por áreas de Implementación, dado que en todas estas se implementarían OCAS que tendrían relación directa con la información anteriormente presentada.



Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de Suelos Agropecuarios (SIRSD-S)
Ley N° 20.412 Ministerio de Agricultura

Objetivo de la normativa

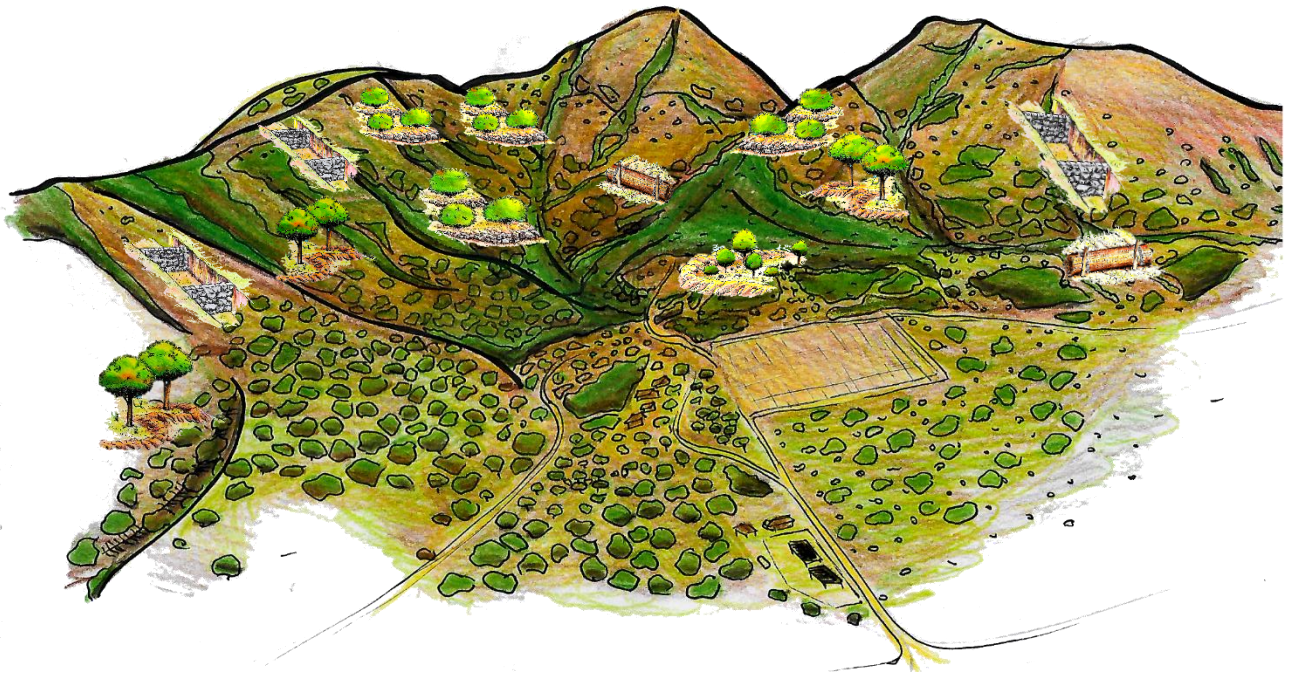
Establecer un sistema de incentivos para contribuir a la sustentabilidad agroambiental del recurso suelo, orientado a la recuperación del potencial productivo de los suelos agropecuarios degradados y la mantención de los niveles de mejoramiento alcanzados.

Relación con las áreas de implementación

Esta ley establece un sistema de incentivos que consiste en bonificaciones estatales de los costos netos de las actividades destinadas a (a) reparar el o los déficit químicos, físicos o biológicos que tenga un suelo determinado para llevarlos al nivel mínimo técnico para enfrentar adecuada y sosteniblemente el proceso productivo, y de las destinadas a (b) evitar que los suelos se retrotraigan por debajo del nivel mínimo técnico alcanzado. Para la consecución de los objetivos se bonificarán las actividades de fines productivos de incorporación de fertilizantes de base fosforada, incorporación de elementos químicos esenciales, establecimiento de una cubierta vegetal en suelos descubiertos o con cobertura deteriorada, y eliminación, limpieza o confinamiento de impedimentos físicos o químicos; y de fines no productivos de empleo de métodos de intervención del suelo, orientados a evitar su pérdida y erosión y a favorecer su conservación. Los fondos se otorgan a través de concurso público a través de la postulación de planes de manejo, en los cuales podrán postular aquellas personas, tanto naturales como jurídicas, que sean propietarias, usufructuarias, arrendatarias, medieras y comodatarias de los suelos que propongan intervenir. Estos incentivos serán compatibles con los establecidos en otros cuerpos legales o reglamentarios sobre fomento a la actividad agropecuaria y forestal. Aquellas personas que hayan sido beneficiadas anteriormente por esta ley, solo podrán postular nuevamente al beneficio por el mismo predio una vez que hayan cumplido totalmente el plan de manejo anteriormente aprobado. Esta ley está relacionada principalmente con el área de implementación de “Control de Erosión y Restauración de Paisaje Forestal“, no obstante, las postulaciones a las bonificaciones también podrían realizarse en las otras áreas de implementación siempre cuando sea acorde a los objetivos planteados por la Ley.



Visión hacia el futuro del Predio de la CAVA resultado de la implementación de OCAS







G L O S A R I O

Acuífero. Formación permeable capaz de almacenar y transmitir cantidades aprovechables de agua subterránea²

Adaptación. Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La “adaptación al cambio climático” se refiere a los ajustes de los sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos³.

Área de Implementación. Sector de la microcuenca de Tralhuenes (perteneciente al predio de la CAVA) en donde se propone el establecimiento de diversos tipos de obras de conservación de aguas y suelos (OCAS). Cada área de implementación presenta un propósito particular, dependiendo de las características biogeofísicas e hidrológicas del terreno, así como de los intereses de la CAVA con respecto al uso potencial de estos terrenos.

Cambio Climático: Conforme establece la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su Artículo I, se define “Cambio Climático” como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables³.

Colmatación: Deposición de partículas finas en una superficie permeable y que tiene como efectos una reducción de la permeabilidad².

Comunidad Agrícola Villa Alhué (CAVA): Comunidad agrícola propietaria del predio donde se llevará a cabo la implementación de lo propuesto en este manual.

CONAF: Corporación Nacional Forestal.

Cosecha de aguas lluvias: Utilización de las aguas de escurrimiento superficial, producto de las lluvias de tipo torrencial de las zonas áridas o semiáridas. La técnica consiste en la colección de estas aguas, que escurren de una superficie de captación o de cosecha (laderas y quebradas) para colectarla en superficies menores (superficie de colección) en donde se hacen infiltrar para mojar completamente el perfil del suelo, en una cantidad superior a lo que puede conseguir con la precipitación directa⁴.

Degradación de las tierras. Reducción o pérdida de la capacidad productiva, tanto biológica como económica de la tierra. Generalmente es provocada por actividades humanas, exacerbada por procesos naturales y a menudo magnificada por el cambio climático y la pérdida de biodiversidad³.

Desertificación: Degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas como resultado de diversos factores, que incluyen variaciones climáticas y actividades humanas³.

Erosión: Progresivo desgaste de la superficie terrestre debido a la acción de agentes geomorfológicos externos (agua, viento y hielo)⁴.

² Sociedad española de Ciencias Forestales (2005)

³ Ministerio de Agricultura (2016)

⁴ Perret et al. (2011)



Escorrentía superficial (o escurrimiento superficial): Es la porción de la precipitación que fluye hacia los arroyos, canales, lagos u océanos como corriente superficial⁵.

Infiltración: Proceso mediante el cual el agua penetra al suelo desde la superficie, conduciéndose gradualmente a capas más finas profundas a través de los mantos rocosos subterráneos⁵.

Lucha contra la Desertificación y Degradación de la Tierra y Sequía (DDTS): Iniciativa para combatir la Desertificación y la Sequía con el fin de concientizar acerca de las iniciativas internacionales para combatir estos fenómenos⁶.

Microcuenca: Área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales y de deshielo confluyen hacia un colector común de descarga (río, estero, arroyo, etc.) y se verifican determinados ciclos y procesos naturales dentro de la superficie delimitada por la línea divisoria de aguas. Lleva el prefijo “micro” para hacer referencia a su diferencia con “subcuencas” y “cuencas”, siendo las microcuencas las más pequeñas⁷.

Obras de Conservación de Agua y Suelo (OCAS): Conjunto de obras y prácticas que permiten cosechar el agua de lluvia y mejorar la infiltración en los terrenos, controlar los procesos de degradación de suelos, rehabilitándolos para mantener su productividad potencial⁵.

ONU-REDD+: Programa de colaboración de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación de los bosques en los países en desarrollo⁶.

Plan Hidrológico Forestal para Alhué: Propuesta técnica y económica de medidas hidrológico-forestales para la conservación de suelos y agua, especialmente cosecha de aguas lluvias para establecimiento de tratamientos biológicos de restauración.

Sedimento: Material transportado por el agua desde su lugar de origen al de depósito. En los cursos de agua son llevados en suspensión o como arrastre de fondo⁸.

Servicios Ecosistémicos: Beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas. Estos incluyen los servicios de provisión, de regulación, culturales y de apoyo⁶.

Vegetación de tipo esclerófilo: Especies arbóreas y arbustivas que presentan hojas pequeñas, duras y persistentes, característica de zonas de la tierra con clima mediterráneo (clima templado con estaciones térmicas y con sequía estival de entre tres y cinco meses)⁸.

Zonas áridas y semiáridas: Zonas donde predomina la situación de aridez (la cantidad de precipitación resulta insuficiente para mantener la vegetación). En el caso de las zonas semiáridas, estas presentan lluvias estacionales, de cuantía más bien escasa, pero que se presentan todos los años⁸.

⁵ Bolaños *et al.* (2007)

⁶ Ministerio de Agricultura (2016)

⁷ SUBDERE (2013)

⁸ Sociedad Española de Ciencias Forestales (2005)



DOCUMENTOS EN LOS QUE SE BASÓ EL MANUAL

- Benedetti, S. y Perret S. 1995.** Manual de forestación zonas áridas y semiáridas. Manual N°21. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 135p.
- Bolaños, N., Cardoza, R., García, S., Guerrero, A., Lira, M., Nieves, J., Rodríguez, A. y Tejada, D. 2007.** Manual de obras y prácticas: Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). México. 285p.
- Carrasco, J. y Riquelme, J. 2003.** Métodos y prácticas de conservación de suelos y aguas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Rancagua, Chile. Boletín INIA N°103. 132 p.
- Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Garrido, C., Orellana, O., y López, S. 2016.** Actualización de cifras y mapas de desertificación; degradación de la tierra y sequía en Chile a nivel de comunas. PANCD-Chile 2016-2030. Consultora Sud-Austral Consulting SpA. Santiago, Chile. 215p.
- FAO. 2005.** Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo. Boletín de suelos de la FAO, N° 79. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia. 2005.
- FAO. 2015.** Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Roma, 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4737s.pdf>
- Francke, S., Vargas, R., Torugawa, K., y Makita, M. 2004.** Manual de control de erosión. 2da Edición. Proyecto CONAF-JICA. Santiago, Chile. 73p.
- IICA. 2012.** Obras de conservación de suelos y agua en laderas. Proyecto Red SICTA del IICA. Cooperación Suiza en América Central. 20p.
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA). 2005.** Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Ministerio de Agricultura. 2008.** Ley N°20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Disponible en: <http://bcn.cl/1uvy9>
- Ministerio de Agricultura. 2010.** Ley N°20.412 Establece un sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios. Disponible en: <http://bcn.cl/1vkqs>
- Ministerio de Agricultura. 2016.** Estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales (ENCCRV) 2017-2025. Corporación Nacional Forestal (CONAF). Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF). Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA). 239p.
- Ministerio de Agricultura. 2017.** Decreto 7 Establece tabla de costos para el año 2017, que fija los valores de las actividades que se bonificarán en el marco del sistema de incentivo para sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios. Ministerio de Agricultura. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/t.costos_sirsd-s2017.pdf
- Ministerio de Justicia. 1981.** D.F.L. N°1.122 Fija el texto Código de Aguas. Disponible en: <http://bcn.cl/1uwg4>
- Ministerio del Medio Ambiente. 2014.** Propuesta sobre marco conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos para el Ministerio del Medio Ambiente. División de Información y Economía Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Versión 1.0. 13p.
- Ministerio Secretaría General de la República. 1994.** Ley N°19.300 sobre bases generales del medio ambiente. Disponible en: <http://bcn.cl/1ux38>
- Morales, J. y Uzon, V. 1995.** Recuperación de suelos campesinos de Chile Central. Experiencias prácticas para extensionistas. DEFOR Consultores. Santiago, Chile. 103p.
- Perret, S., Gacitúa, S. y Montenegro, J. 2011.** Técnicas de cosecha de aguas lluvia y conservación de suelos para la oasisificación del norte chileno. Manual N°44. Instituto Forestal (INFOR). La Serena, Chile. 64p.
- Perret, S., Wrann, J. y Andrade, F. 2000.** Aplicación de técnicas de captación de aguas lluvia en predios de secano para forestación. Manual N°25. Instituto Forestal (INFOR). Santiago, Chile. 45p.
- Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2005.** Diccionario Forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1314 p.
- Sotomayor, A. García, E. y Valdebenito, G. 2001.** Manual de plantaciones forestales para pequeñas propiedades. Manual N°30. Instituto Forestal (INFOR). Chile. 41p.
- SUBDERE. 2013.** Guía para el análisis de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Primera Edición. 139p.



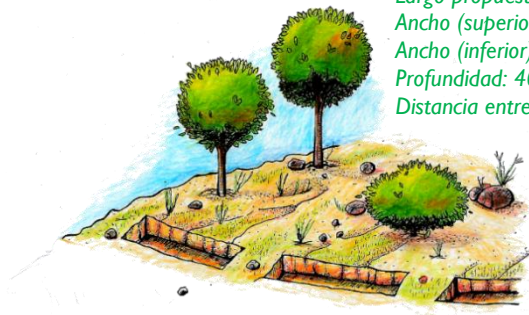


ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS POR OCAS





ZANJAS DE INFILTRACIÓN



Largo propuesto: 6 m
 Ancho (superior): 50 cm
 Ancho (inferior): 35 cm
 Profundidad: 40 a 50 cm
 Distancia entre zanjas: 70 cm

Paso 1 Las zanjas se deben construir de manera perpendicular a la dirección de la pendiente. Es por este motivo que, sobre las líneas de las curvas de nivel antes trazadas, se deben marcar ahora la ubicación de las zanjas. Esto considerando el largo y ancho propuesto para las zanjas en este predio, así como la distancia entre ellas, que en este caso deberá ser de 70 cm. Para marcar la ubicación de las zanjas utilice cal.

Paso 2 Se excava la zanja hasta una profundidad de 40 cm a 50 cm. Posteriormente, se ensancha la parte superior para evitar que caigan las paredes (o taludes). Si se cuenta con un arado, se puede facilitar su excavación mediante el roturado de una franja de aproximadamente 50 cm, que siga la alineación de las curvas guías de nivel trazadas para construir las zanjas. El ancho de 50 cm corresponde aproximadamente al ancho de la parte superior de la zanja.

Paso 3 La tierra que se obtiene con la excavación se debe depositar y compactar moderadamente en el borde inferior de la zanja, formando un camellón el que debe quedar instalado idealmente a unos 30 a 35 cm de distancia de manera que la tierra no caiga nuevamente dentro de la zanja.

Paso 4 Plantación: En este caso las plantas se deben ubicar en el camellón considerando las dimensiones de la casilla de plantación (hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad). En la casilla se dispone la planta cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra). Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta. La especie a disponer en estas obras dependerá del área de implementación en la que se encuentre.

MATERIALES NECESARIOS

- Pala
- Picota
- Cal
- Estacas de madera de 2"x1" de 106 cm de largo
- 3 árboles o arbustos

Costo unitario de construcción aproximado (Zanja de 6 metros de largo + 3 Plantas)*

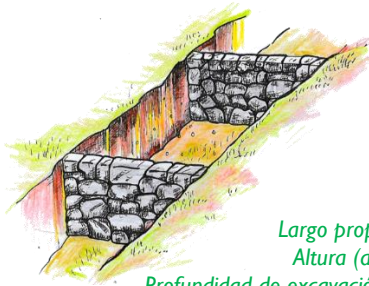
\$ 50.550 **

*Detalle de Costos en Anexo 5

**Valor a noviembre de 2018



MURETES



Largo propuesto: 2 m
Altura (aprox.): 1 m
Profundidad de excavación: 0,25 m

Paso 1 Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel. Estas obras se ubican de manera perpendicular a la quebrada o flujo de agua para que cumplan su función.

Paso 2 Seleccionar y acarrear las piedras a los sitios donde se instalarán las obras.

Paso 3 Preparar el sitio para acomodar la primera corrida de piedras que será la base de la estructura. Esto implica excavar y nivelar muy bien el terreno mediante un corte que sea vertical o perpendicular a la superficie (90°), con una profundidad de 0,2 m mínimo en donde se dispondrá la primera corrida de piedras.

Paso 4 Construir la primera corrida de piedras o base del murete. Para esto, se deben disponer las piedras más grandes y con caras planas sobre una cama o cubierta de gravilla, acomodándolas formando un muro base estable con paredes rectas sobre el cual se levantará el resto de la obra. Se debe tratar de dejar la menor cantidad de espacios entre piedras, para lo cual se utilizan piedras más pequeñas

e irregulares lo que otorga mayor estabilidad a la estructura.

Paso 5 Para aumentar la seguridad de la estructura, se puede agregar tierra y piedras pequeñas en el espacio que queda entre el corte del terreno y la base del murete, y en la parte superior de la primera hilera. Esto facilitará la construcción de las siguientes corridas de piedra.

Paso 6 Continuar con las siguientes corridas de piedras. Mientras las corridas de piedras no superen la altura del corte en el terreno, es necesario rellenar con tierra y piedras pequeñas el espacio que queda entre la obra y el terreno. Para asegurar que la estructura no quede inclinada, se recomienda usar una lienza como guía.

Paso 7 En la colocación de las piedras de la última fila se debe lograr una buena terminación estética, tratando de lograr una superficie plana. La altura total de los muretes propuesto para el predio no debe superar 1 m.

MATERIALES NECESARIOS

- Pala
- Picota
- Piedras grandes y pequeñas

Costo unitario de construcción aproximado (murete de 2 metros de largo)*	\$ 12.000**
--	-------------

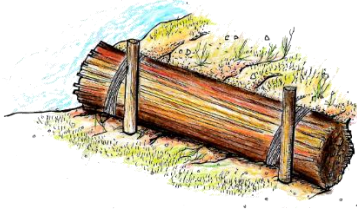
*Detalle de Costos en Anexo 5

**Valor a noviembre de 2018



FAJINAS

*Largo propuesto: 2 m
Altura de las fajinas: 25 cm
Distancia entre estacas: 0,7 m*



Paso 1 Marcar la ubicación de las obras siguiendo las curvas de nivel utilizando cal.

Paso 2 Construir terrazas con un ancho de 0,5 m sobre las que se ubicarán las fajinas.

Paso 3 En el terreno clavar estacas separadas cada 0,7 m, con al menos 0,2 m de profundidad en el suelo, dejando expuesto un espacio de la estaca que tenga la misma altura de la fajina.

Paso 4 Trenzar las ramas para armar las fajinas.

Paso 5 Fijar las fajinas a las estacas utilizando el alambre.

Paso 6 Se recomienda instalar sacos de yute (corcheteados) en la parte posterior de las fajinas para otorgar mayor estabilidad a las obras y favorecer la acumulación de sedimentos.

MATERIALES NECESARIOS

- Pala
- Picota
- Estacas de madera de 2"x1" de 106 cm de largo
- Ramas grandes y chicas
- Alambre flexible
- Sacos de yute
- Cal

Costo unitario de construcción aproximado (fajina de 2 metros de largo)*	\$ 10.920**
--	-------------

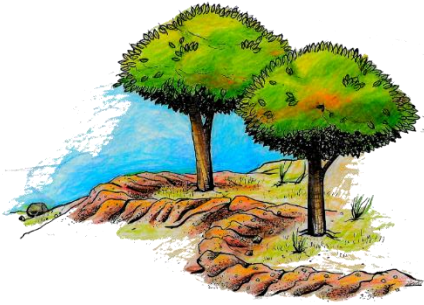
*Detalle de Costos en Anexo 5

**Valor a noviembre de 2018



SURCOS DE MEDIA LUNA

Largo propuesto (Diámetro): 3 m
Altura camellón: 0,4 a 0,55 m



Paso 1 Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel (líneas de 3 m de largo que corresponden al diámetro del surco).

Paso 2 Ubicar el punto medio de la línea marcada en el suelo y establecer una estaca. Amarrar un cordel de 1,5 m (correspondiente al largo del radio o mitad del diámetro). Se recorre la circunferencia que se va formando y se va marcando con cal.

Paso 3 Se construirá el camellón en el borde exterior de la semicircunferencia con el material (tierra y/o piedras) que se extrae desde el interior del surco. Se recomienda que la profundidad de esta excavación al interior del semicírculo se encuentre en el rango de los 40 a 50 cm para garantizar una capacidad de almacenamiento suficiente de agua para sostener la vegetación sugerida. Sin embargo, la profundidad obtenible dependerá en gran medida del tipo y dureza del material que se deba remover.

Paso 4 Para evitar la destrucción de esta obra producto de lluvias de gran magnitud, es necesario construir desagües de agua rebajando los extremos del camellón en el sentido de la pendiente del terreno para facilitar el escurrimiento del exceso de agua.

Paso 5 Plantación: Ubicar la planta al interior de la obra, en el punto medio del surco, al costado del camellón considerando las dimensiones de la casilla de plantación (hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad). En la casilla se dispone la planta cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra). Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta. La especie a disponer en cada surco dependerá del área de implementación en la que se encuentre.

MATERIALES NECESARIOS

- 1 estaca de madera de 2"x1" de 106 cm de largo
- Cordel
- Pala
- Picota
- 1 árbol o arbusto

Costo unitario de construcción aproximado (Surco de 3 metros de largo + 1 Planta)*

\$ 21.750**

*Detalle de Costos en Anexo 5

**Valor a noviembre de 2018



LIMANES



*Largo propuesto (Diámetro): 20 m
Dimensiones del Camellón: 3 m ancho de base,
1 m ancho en tope y 1 m de altura*

Paso 1 Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel (líneas de 20 m de largo que corresponden al diámetro del limán).

Paso 2 Ubicar el punto medio de la línea marcada en el suelo y establecer una estaca. Amarrar un cordel de 10 m a la estaca. Se debe recorrer la circunferencia que se va formando y se va marcando con cal.

Paso 3 Aplanar el interior del limán hasta obtener una pendiente igual a 0°.

Paso 4 Construir un camellón en el borde exterior de la semicircunferencia con el material (tierra y/o piedras) que se extrae desde el interior del limán. El camellón debe tener forma trapezoidal con 3 m en la base, 1 m en el tope y 1 m de altura. Se recomienda colocar piedras en el borde exterior del camellón para mayor estabilidad de la obra.

Paso 5 Para evitar la destrucción de esta obra producto de lluvias de gran magnitud, es necesario instalar un tubo de 50 mm de diámetro como aliviadero. Este se introduce en el

borde mientras se está construyendo el camellón, aproximadamente a 30 cm de altura desde el suelo, traspasando el ancho del camellón.

Paso 6 Plantación: Ubicar las plantas dentro de la obra, cuya distribución puede ser de manera aleatoria tratando de ocupar la superficie útil que genera la obra. Las plantas se disponen cuidadosamente en casillas de plantación (hoyadura de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad), protegiendo el cepellón (pan de tierra). Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta. Las especies a disponer en cada limán dependerán del área de implementación en la que se encuentre.

MATERIALES NECESARIOS

- 1 estaca de madera de 2"x1" de 106 cm de largo
- Cordel
- Pala
- Picota
- Pierdas grandes y chicas
- Tubo PVC de 50 mm de diámetro y 3 m de largo
- 7 árboles o arbustos

Costo unitario de construcción aproximado (Liman de 20 metros de largo + 7 Plantas)*

\$ 157.150**

*Detalle de Costos en Anexo 5

**Valor a noviembre de 2018



BANCALES

Largo propuesto: 1,2 m
Ancho de terraza: 50 cm
Distancia entre obras: 5 m



Paso 1 Marcar la ubicación de las obras en base a las curvas de nivel. En este caso, se deben colocar en el terreno siguiendo una distribución en “tresbolillo”, es decir, de manera intercalada entre las curvas de nivel, a una distancia entre ellas de 5 m.

Paso 2 En la ubicación de cada obra, se deben marcar líneas de 1,2 m de largo. En el punto medio de la línea marcada se establece una estaca. Amarrar un cordel de 60 cm y recorrer la circunferencia que se va formando e ir marcándola con cal.

Paso 3 En la superficie interior del semicírculo se debe aplanar el terreno.

Paso 4 En el borde del semicírculo, se debe formar una terraza con un muro de piedras con un ancho de 50 cm. El ángulo final de la terraza debe ser recto.

Paso 5 Plantación: Ubicar la planta al interior de la obra, en el punto medio de la superficie semicircular, considerando las dimensiones de la casilla de plantación (hoyadura de 40

cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad). En la casilla se dispone la planta cuidadosamente, protegiendo el cepellón (pan de tierra). Seguido de ello, se debe adicionar tierra hasta el cuello de la planta. La especie a disponer en cada surco dependerá del área de implementación en la que se encuentre.

MATERIALES NECESARIOS

- Pala
- Picota
- Piedras con un ancho de 50 cm aprox.
- 1 árbol o arbusto

Costo unitario de construcción aproximado (Bancal de 1,2 metros de largo + 1 Plantas)*

\$ 17.954 **

*Detalle de Costos en Anexo 5

**Valor a noviembre de 2018



ANEXO 2: ELABORACIÓN DE PROTECCIONES INDIVIDUALES





Elaboración de Protecciones Individuales para plantas

Los materiales necesarios son:

- Estacas de madera de 2"x1" de 106 cm de largo (se obtienen 3 estacas de una tabla 3.2 m)
- Malla rashell de 1m×1m.

Se colocan tres estacas por planta en triángulo rodeadas con la malla y ésta engrapada a una de las estacas para fijarla.



Fotografía: INFOR





ANEXO 3: OTRAS OCAS ALTERNATIVAS





Canales de desviación

Estas obras tienen por objetivo canalizar o desviar las aguas que escurren superficialmente desde quebradas a otros sectores en un terreno, idealmente hacia laderas estabilizadas. Permiten regular el volumen de agua de escorrentía producto de lluvias intensas. Se pueden establecer en sectores con pendiente de hasta 12%. Para evitar erosión del suelo, la pendiente del canal no debe exceder el 1%. En general, los canales de desviación se construyen de 50 cm de ancho por 30 cm de profundidad, siguiendo las curvas de nivel, de manera transversal a la pendiente del terreno.



Fotografía: Francke *et al.* (2004).
Proyecto CONAF-JICA

Terraza forestal

Las terrazas forestales son obras de utilidad para aumentar la infiltración de agua en el suelo y acumular el agua de lluvia para otros fines (como el riego). Su establecimiento permite aumentar el área de cultivo en laderas pronunciadas al reducir la pendiente del terreno. Estas obras disminuyen la velocidad del escurrimiento de aguas en las laderas, evitando consigo la erosión del suelo. Esto favorece a la retención y acumulación de los sedimentos transportados por el agua en su escurrimiento. Las dimensiones de la terraza varían de acuerdo a la estabilidad del terreno. La pendiente en la superficie de la terraza no debe superar el 1%.



Fotografía: Francke *et al.* (2004).
Proyecto CONAF-JICA



Barreras vivas

Corresponde a la plantación en hileras, siguiendo las curvas de nivel. Las plantas se disponen de manera tal que impidan el paso de agua de escorrentía y el arrastre de sedimentos. La ubicación de las plantas en las hileras (distanciamiento) dependerá de la (o las) especie(s) escogida(s). La plantación se debiera realizar en altas densidades.



Fotografía: Bolaños et al. (2007). CONAFOR

Acomodo de material vegetal muerto

Consiste en la formación de cordones de material vegetal muerto siguiendo las curvas de nivel. El material a utilizar corresponde a aquel que exista en el terreno, resultado de actividades de manejo forestal (por ejemplo, podas, raleos, clareos, vegetación incendiada).

Estas obras otorgan protección al suelo dado que disminuyen la velocidad y la cantidad de escurrimiento de agua superficial. A su vez interceptan sedimentos y favorecen la regeneración natural de otras especies. Es importante destacar que un correcto acomodo del material vegetal muerto evita la propagación acelerada de incendios forestales.



Fotografía: INFOR



Terraza de muro de piedra

Estas terrazas se utilizan para captar el agua de escorrentía en laderas y quebradas. La terraza puede tener forma rectangular o en media luna, con hasta 8 m de ancho, dispuesta de manera perpendicular a la pendiente. Para su construcción se levanta un muro de piedra de 1 m de espesor y 30 cm de alto, en el sentido de la caída de la pendiente. Estas obras se pueden construir en terrenos con pendiente de 3 a 15%



Fotografía: Perret *et al.* (2011). INFOR

Estanques de captación de agua

Estas obras son de utilidad para almacenar aguas superficiales y subterráneas, las cuales son captadas y conducidas mediante drenes subterráneos contruídos para tales fines. Los estanques permiten la acumulación de agua en los períodos de lluvia, momento en que ocurre una mayor escorrentía superficial y subterránea. La finalidad es disponer de agua para su uso posterior, en aquellos momentos del año que presenten mayor demanda por el recurso.



Fotografía: Perret *et al.* (2011). INFOR



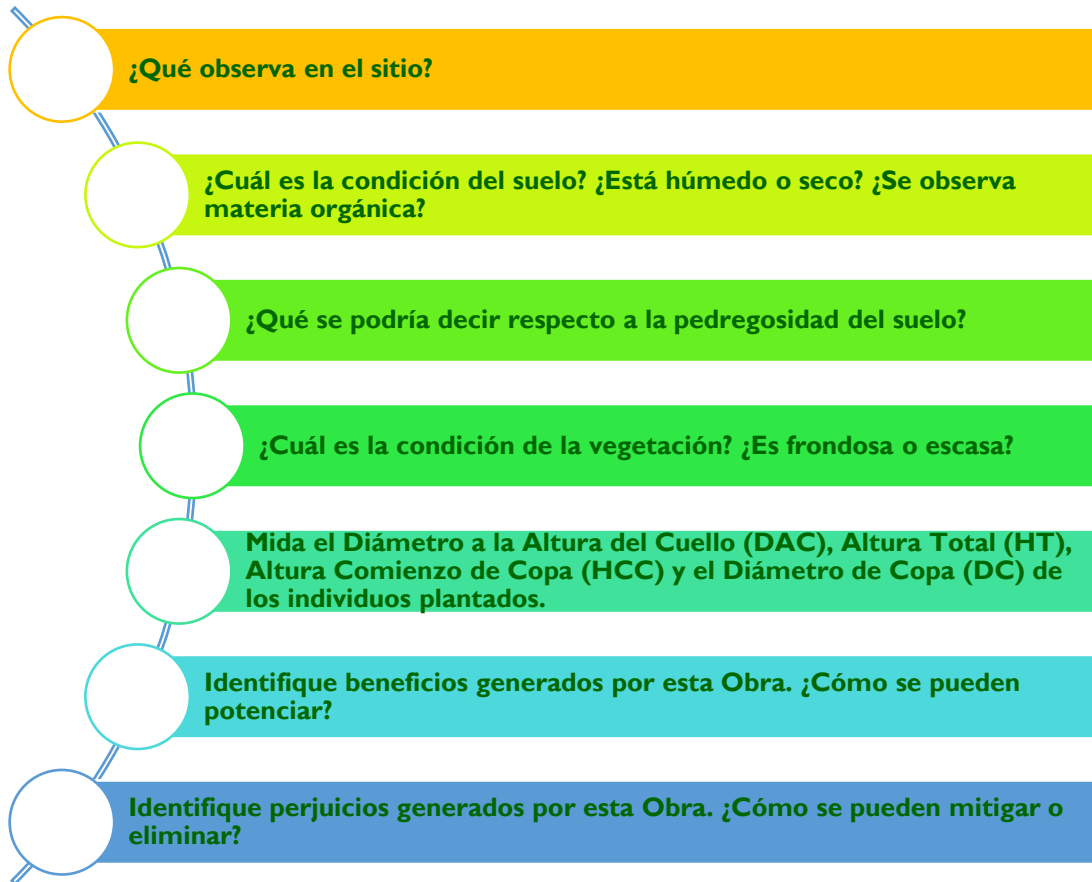


ANEXO 4: OBSERVACIONES PARA MONITOREO





Todos los años se debe seguir un monitoreo en base a fotografías, y complementarse con la respuesta de las siguientes preguntas:



Además se debe limpiar y despejar las obras de la acumulación de sedimentos, asegurándose de que no se colmaten, y revisar las indicaciones entregadas para la mantención en la descripción de cada una de las OCAS correspondiente en este manual (Capítulo 2, Descripción de OCAS a implementar en Alhué).





ANEXO 5: DETALLE DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS OCAS





En este anexo se detallan los costos asociados a materiales e insumos generales, necesarios para la implementación de las obras de conservación de aguas y suelos (OCAS) incluidas en este Manual y los costos de la forestación asociada a estas obras. Se detalla además los valores utilizados para el cálculo del costo unitario de cada tipo de obra indicada en Capítulo 2 de este Manual. Se recomienda revisar este Anexo en detalle para ver en que ítem se puede lograr algún ahorro, ya sea porque ya se cuenta con algunos implementos (dado que pueden ser reutilizados) o al momento de valorizar horas-hombre (jornales), entre otros.

Materiales e Insumos Generales

El siguiente cuadro contiene valores aproximados de herramientas, materiales e insumos generales necesarios para la construcción de las OCAS y las labores de forestación asociadas.

Item	Unidad	Cantidad (*)	Valor Unidad (\$) (*)	Valor Total (\$)
Picota	Ud	2	10.000	20.000
Chuzo	Ud	2	16.000	32.000
Palas	Ud	2	12.000	24.000
Engrapadora	Ud	2	33.000	66.000
Mazo o combo de 2 lb	Ud	2	9.000	18.000
Guantes cabritilla	Ud	10	2.990	29.990
Clavos 2"	Kg	0,5	2.200	1.100
Grapas para fijación de malla (caja x 1000 ud)	Ud	4	2.500	10.000
Huinchas de medir (50 m)	Ud	1	8.000	8.000
Tablas de madera 2"x2" para Aparato A	Ud	2	1.500	3.000

*Los valores utilizados en estas columnas son referenciales. Pueden ser adecuados a la situación local



Costo unitario de la forestación

El siguiente cuadro contiene una estimación del costo unitario de forestación. Estos valores de forestación son los que se ocupan luego para el cálculo del costo unitario de las OCAS que tienen asociada forestación (es decir, las zanjas de infiltración, limanes, surcos y bancales). Estos costos incluyen el valor de la planta, la mano de obra para las labores pre y post plantación y los materiales del protector individual para una planta. No se incluyen los costos de las herramientas y equipos necesarios.

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)(*)	Valor Total (\$)
Plantas (individuos vegetales)	Ud	1	8.000	8.000
Malla protección individual (Rashell 80%, 1x1 m)	Ud	1	700	700
Estaca de pino 2x1" para protección individual	Ud	3	350	1.050
Hoyadura	JH	0,03	15.000	450
Plantación	JH	0,03	15.000	450
Riego inicial post-plantación	JH	0,04	15.000	600
Total				11.250

*Los valores utilizados en estas columnas son referenciales. Pueden ser adecuados a la situación local

Valor unitario de las OCAS

El siguiente cuadro contiene el valor unitario que asigna el Programa de Recuperación de Suelos Degradados (SIRDS) para la construcción de las OCAS seleccionadas. Estos valores son los que se ocupan luego para el cálculo del costo unitario de las OCAS.

Tipos de OCAS	Unidad de Medida	Valor Unitario (\$)*
Liman	Metros Cuadrados (m ²)	1.258
Zanja de Infiltración	Metros Lineales	2.200
Surco en Media Luna	Metros Lineales	3.500
Murete (Dique)	Metros Cuadrados (m ²)	41.480
Fajina	Metros Lineales	5.460
Bancal	Metros Lineales	4.600

*Valores hacen referencia a la mano de obra por valor unitario. Decreto N°4 (2017), del Ministerio de Agricultura, que establece tabla de costos (para el año 2017) que fija valores de las actividades que se bonificarán en el marco del Sistema de Incentivo para Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios.



Cabe mencionar que la Ley de Bosque Nativo (Ley N° 20.283) considera la entrega de bonificación para la plantación suplementaria en el tipo forestal esclerófilo, al combinarla con zanjas de infiltración. Sin embargo, exige densidades de plantación de 100 y 300 plantas/ha, lo que en el caso del predio de la CAVA, producto del Plan Hidrológico Forestal (PHF) diseñado, tales densidades no se alcanzan. Como referencia, se indica que el valor de la bonificación de la Ley de Bosque Nativo alcanza a 4,82 y 5,00 UTM/ha para densidades de 100 y 300 plantas/ha, respectivamente, valor que puede ser considerado para futuras intervenciones en este predio y otros sectores. El resto de las OCAS propuestas en este manual no están consideradas en esta ley.

Costo unitario de las OCAS incluyendo la forestación

Los siguientes cuadros contienen los valores de costos unitarios de las OCAS propuestas para el predio de la CAVA. Estos costos se han estimado utilizando los valores de los cuadros anteriores, es decir, los costos unitarios de la forestación y los valores unitarios de las OCAS asignados por el programa SIRDS. El costo de la forestación en cada caso depende del número de plantas (individuos) propuestos para cada obra asociada con forestación (3 plantas por zanja de infiltración, 7 plantas por liman, 1 planta por surco en media luna y 1 planta por bancal)

- Costo Unitario de Surcos en Media Luna

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Construcción de Obra (Valor de Surco según SIRDS)	Metros Lineales	3	3.500	10.500
Plantas (individuos vegetales)	Ud	1	8.000	8.000
Malla protección individual (Rashell 80%, 1x1 m)	Ud	1	700	700
Estaca de pino 2x1" para protección individual	Ud	3	350	1.050
Hoyadura	JH	0,03	15.000	450
Plantación	JH	0,03	15.000	450
Riego inicial post-plantación	JH	0,04	15.000	600
Total (Costo de Obra más forestación asociada)				21.750



- **Costo Unitario Zanjas de Infiltración**

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$) s
Construcción de Obra (Valor de Zanja según SIRDS)	Metros Lineales	6	2.200	13.200
Plantas (individuos vegetales)	Ud	3	8.000	24.000
Malla protección individual (Rashell 80%, 1x1 m)	Ud	3	700	2.100
Estaca de pino 2x1" para protección individual	Ud	9	350	3.150
Hoyadura	JH	0,03	15.000	1.350
Plantación	JH	0,03	15.000	1.350
Riego inicial post-plantación	JH	0,04	15.000	5.400
Total (Costo de Obra más forestación asociada)				50.550

- **Costo Unitario Estimado de Limanes**

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Construcción de Obra (Valor de Bancal según SIRDS)	Metros Lineales	20	3.500	70.000
Plantas (individuos vegetales)	Ud	7	8.000	56.000
Malla protección individual (Rashell 80%, 1x1 m)	Ud	7	700	4.900
Estaca de pino 2x1" para protección individual	Ud	21	350	7.350
Hoyadura	JH	0,03	15.000	3.150
Plantación	JH	0,03	15.000	3.150
Riego inicial post-plantación	JH	0,04	15.000	12.600
Total (Costo de Obra más forestación asociada)				157.150



- **Costo Unitario estimado de Bancales**

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Construcción de Obra (Valor de Bancal según SIRDS)	Metros Lineales	1,2	4.600	5.524
Plantas (individuos vegetales)	Ud	1	8.000	8.000
Malla protección individual (Rashell 80%, 1x1 m)	Ud	1	700	700
Estaca de pino 2x1" para protección individual	Ud	3	350	1.050
Hoyadura	JH	0,03	15.000	450
Plantación	JH	0,03	15.000	450
Riego inicial post-plantación	JH	0,04	15.000	1.800
Total (Costo de Obra más forestación asociada)				17.974

Costo unitario de las OCAS sin forestación asociada

Los siguientes cuadros contienen los valores de costos unitarios de las OCAS propuestas para el predio de la CAVA que no presentan forestación asociada, en consideración del diseño propuesto (cantidad de metros lineales) para estas OCAS.

- **Costo Unitario estimado de Fajinas**

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Construcción de Obra (Valor de Fajina según SIRDS)	Metros Lineales	2	5.460	10.920
Total (Costo de Obra)				10.920

- **Costo Unitario estimado de Muretes (Diques)**

Item	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Construcción de Obra (Valor de Murete según SIRDS)	Metros Lineales	2	6.000	12.000
Total (Costo de Obra)				12.000



Costo de otras actividades de implementación

Tal como se describe en el Plan de Trabajo, la implementación de las OCAS contempla una serie de actividades que implican costos para su ejecución. A continuación, se detallan los costos relativos a las actividades de visitas a terreno iniciales, marcación del terreno y monitoreo de la implementación.

- Costos de visitas a terreno

Las visitas a terreno con la finalidad de establecer los lugares donde se construirán las obras, se pueden realizar con dos personas a un costo de \$30.000 por persona por jornada

- Costos de marcación de terreno

Corresponde a la marcación de los sitios donde se procederá a construir las obras. Esta actividad se desarrolla con tres personas, una persona para el trazado de las curvas de nivel y dos para el marcado del suelo con cal.

Item	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Construcción de Aparato A	1	15.000	15.000
Cal de Marcación (pinta Cal 25 kg)	5	4.500	22.500
Marcaje (JH)	10	15.000	150.000

*Los valores utilizados en estas columnas son referenciales. Pueden ser adecuados a la situación local

- Costos de monitoreo

Corresponde a las actividades de monitoreo de supervivencia y establecimiento de las plantas incorporadas en las OCAS. Esta incluye la medición de diámetro a la altura del cuello de las plantas (DAC) y altura de cada una de ellas, considerando su estado de sanidad y vigor. Se debe establecer el porcentaje de prendimiento.

Item	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor Total (\$)
Monitoreo (2 JH / 3 días)	6	15.000	90.000
Herramientas (pie de metro, huincha)	1	30.000	30.000
Materiales para registro de datos (planillas, lápices)	1	10.000	10.000

*Los valores utilizados en estas columnas son referenciales. Pueden ser adecuados a la situación local



INFOR

www.infor.cl

