

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO “EL AHOGADO” CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

## PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

1. Introducción.....	2
2. Objetivos.....	2
3. Marco legal .....	3
4. Marco de referencia.....	3
5. Sitio de reforestación .....	3
6. Selección de especies .....	7
7. Métodos de plantación.....	9
8. Establecimiento de la plantación .....	11
9. Actividades postplantación .....	14
10. Calendario de actividades .....	16
11. Seguimiento y evaluación.....	16
12. Literatura citada .....	17

### Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del predio del proyecto.....	5
Figura 2. Plano de propuesta de reforestación.....	6
Figura 3. Forma para determinar la densidad de árboles por hectárea.....	9
Figura 4. Preparación manual del sitio. ....	11
Figura 5. Pasos a seguir para la plantación a cepa común.....	12
Figura 6. Errores al momento de la plantación. ....	13
Figura 7. Diseños de cercos de protección.....	15

### Índice de tablas

Tabla 1. Superficie a reforestar. ....	4
Tabla 2. Especies arbóreas nativas propuestas para reforestación.....	8
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	16
Tabla 4. Variables para seguimiento y evaluación.....	16



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

## 1. Introducción

La reforestación en México es una actividad forestal de gran importancia para restaurar y recuperar las funciones biológicas y ecológicas del ecosistema las áreas deforestadas y degradadas. A pesar de todos los esfuerzos por parte de los sectores públicos y privados, los resultados no han sido del todo alentadores, siendo una de las principales consecuencias la desinformación sobre la biología de especies nativas y su forma de propagación.

A nivel nacional solo un 40% de las áreas reforestadas cuentan con un nivel aceptable de supervivencia y calidad (Wightman y Santiago-Cruz, 2003). Debido a la importancia de la calidad de la planta, se deben usar técnicas adecuadas en los viveros como la producción y uso de abonos orgánicos locales y uso adecuado de agroquímicos. La sobrevivencia de los individuos establecidos en campo, dependerá en gran medida de la calidad de planta, así como de las condiciones sanitarias y la procedencia del germoplasma.

Es necesario hacer una correcta selección de especies para conservar la vegetación nativa y además conseguir una rápida adaptación a las condiciones ambientales naturales, arrojando como consecuencia un alto porcentaje de sobrevivencia en la reforestación.

Durante los trabajos de reforestación se tienen que realizar estudios ecológicos para considerar aquellas especies vegetales que permitan conseguir un beneficio, teniendo un impacto positivo sobre el medio ecológico.

Las especies establecidas no deben representar en ningún momento una amenaza para la dinámica ecológica natural, así como para las especies arbóreas nativas.

## 2. Objetivos

- a) Establecer un diseño de plantación que apoye una eficaz infiltración y recarga de mantos acuíferos, además de contribuir con el ciclo hidrológico y las dinámicas ecológicas naturales.
- b) El establecimiento de especies nativas de fácil propagación con rápido crecimiento y cuidando de no intervenir en la composición natural de las especies.
- c) Disminuir las áreas desprovistas de vegetación susceptibles a intemperismo evitando así problemas de pérdida de suelo y erosión.
- d) Recuperar la cobertura forestal.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

### 3. Marco legal

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable, según lo establece en el artículo 1. Uno de los objetivos específicos de la Ley, establecidos en el artículo 3, es “Recuperar y desarrollar bosques en terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural”. En este contexto, la reforestación es una estrategia prioritaria para alcanzar dicho fin.

### 4. Marco de referencia

#### ***Tipo de cobertura forestal***

El polígono del proyecto de ampliación **PTAR El Ahogado**, de acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), se encuentra dentro de **ZONA URBANA**. Sin embargo, el tipo de vegetación original de la zona y aún presente en los alrededores es **VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA (VS/SBC)**. Esta vegetación se describe como comunidades arbóreas o subarbóreas de origen tropical que crecen en lugares con precipitación estacional y en donde más del 75% de sus componentes vegetales pierden las hojas durante la época seca del año. Se presenta asociación entre los géneros *Busera* (copal), especies de la familia Fabaceae (como tepehuaje, huizache, etc.) y la familia Euphorbiaceae.

#### ***Ubicación del proyecto***

En la figura 1 se muestra la ubicación del polígono del proyecto.

### 5. Sitio de reforestación

#### ***Áreas a reforestar***

Las actividades de reforestación, se realizarán en áreas con características físicas y biológicas que aseguren el establecimiento, así como la adaptación de las especies, además de proporcionar:

- ✓ Profundidad de suelo de al menos 30 cm.
- ✓ Textura de suelo que permita una adecuada infiltración.
- ✓ Formas de erosión que estén dentro de lo permisible.



**SAP** Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
[www.sapconsultores.com.mx](http://www.sapconsultores.com.mx)

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Las áreas que se elijan para reforestar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo. En México es muy común que la reforestación se intente en terrenos completamente degradados, en general por uso agrícola y por haber soportado el sobrepastoreo o una explotación forestal sin manejo adecuado. En este caso, se contempla para la reforestación un predio adyacente a la PTAR.

El promovente cuenta con la propiedad del predio propuesto, en el apartado de anexos, se presente una copia simple de la documentación legal de este predio.

Las superficies para ejecutar son las siguientes.

Tabla 1. Superficie a reforestar.

	m <sup>2</sup>	ha
<b>Superficie polígono propuesto</b>	43,493	4.3
<b>Superficie a utilizar</b>	9,292	0.92
<b>Arboles a reforestar</b>	<b>500</b>	

El polígono propuesto para la reforestación es de 4.3 ha, sin embargo, de acuerdo a la densidad de plantación (véase punto 6 Métodos de plantación), para reforestar 500 individuos arbóreos solo se requerirá de un área de 0.92 ha.



CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO “EL AHOGADO” CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

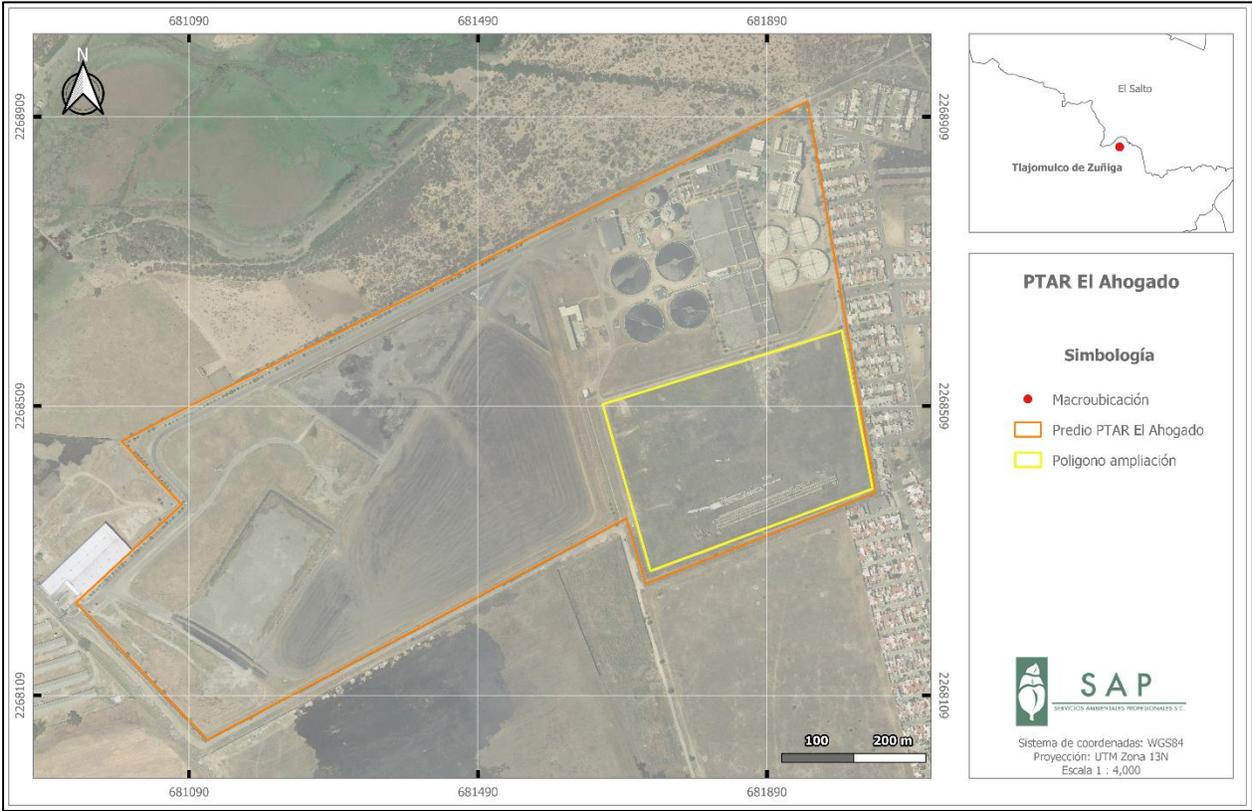


Figura 1. Ubicación del predio del proyecto.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS) , QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

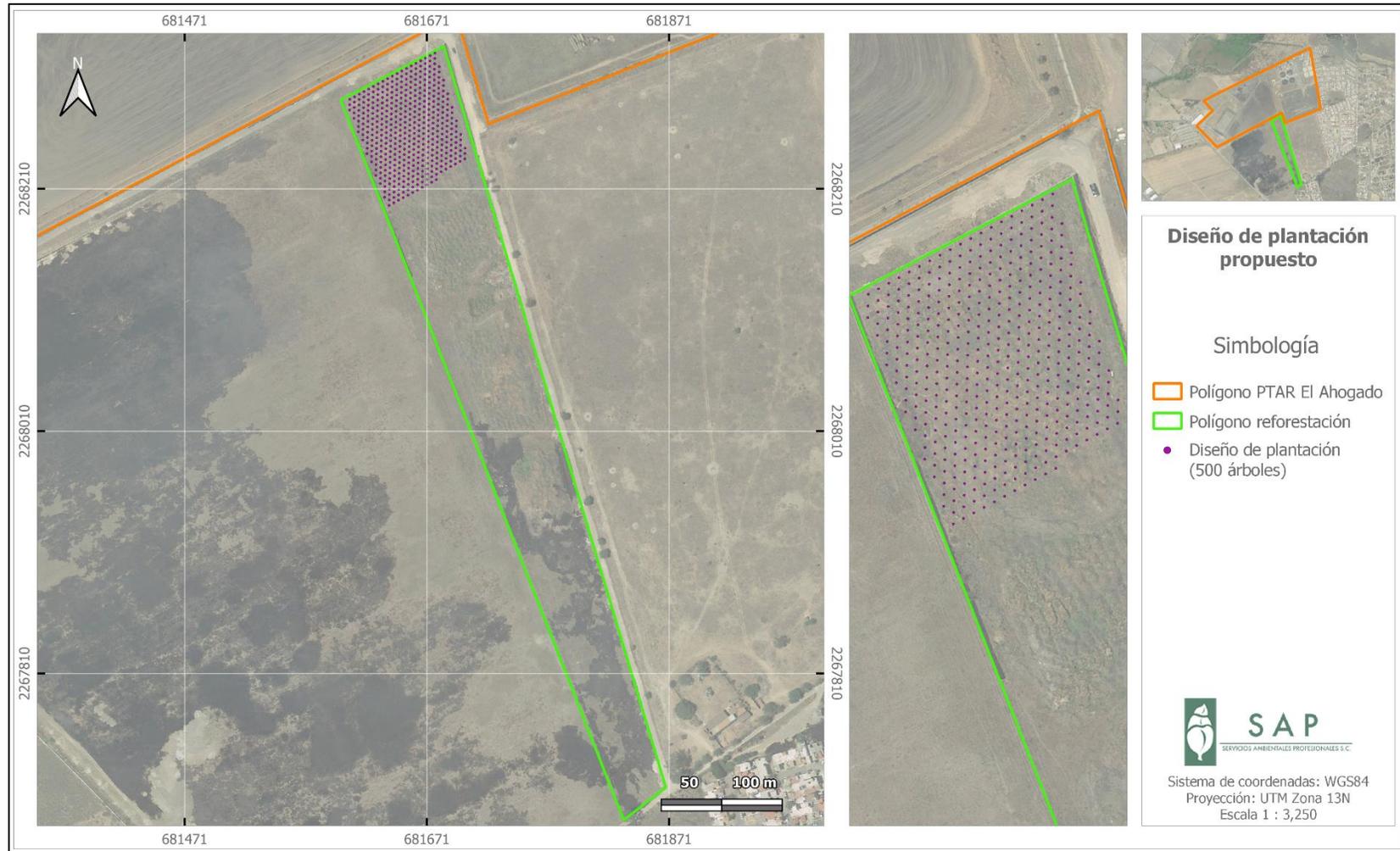


Figura 2. Plano de propuesta de reforestación.



**SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC**

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

## 6. Selección de especies

La selección de las especies a utilizar es uno de los puntos más importantes a considerar antes de iniciar con las actividades para la reforestación. La CONAFOR indica que conviene elegir especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Asevera que una inadecuada selección de especies conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación.

Por lo que, una selección inadecuada conduciría a un nivel bajo de sobrevivencia o en el peor de los casos al fracaso; y si esta fuera el resultado se caería en un incumplimiento de lo que establece como reforestación exitosa, donde debe comprobarse una sobrevivencia mínima del 80%.

Es importante señalar que la selección de especies deriva en función del análisis realizado a la vegetación en el presente estudio, asociado a otras características, ecológicas, culturales y operativas como son:

- ✓ Especies nativas de la región lo que favorecerá su rápido crecimiento, desarrollo y adaptación a las condiciones climáticas.
- ✓ Por tener diversos usos, como restauración y protección, medicinal, ornamental.
- ✓ Por la facilidad de reproducción en vivero o a través de propagación vegetativa y disposición de germoplasma.
- ✓ Son más resistentes al ataque de plagas y enfermedades.

De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el polígono del proyecto se encuentra dentro de **ZONA URBANA**. Sin embargo, el tipo de vegetación original de la zona y aún presente en los alrededores es **VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA (VS/SBC)**. Por tal motivo, las especies propuestas corresponden a este tipo de vegetación. En la tabla siguiente (2), se enlistan estas especies propuestas a establecer en el área a reforestar.



CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 2. Especies arbóreas nativas propuestas para reforestación.

Especie	Nombre común	Familia	Dist.	Mx	Crecimiento	Clima
<i>Populus tremuloides</i>	Alamillo	Salicaceae	Nat		Rápido medio, 5 años	Templado subhúmedo a cálido seco
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Rosaceae	Nat		Moderado a rápido	Templado subhúmedo a seco
<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Fabaceae	Nat		Rápido, 3 a 5 años	Cálido subhúmedo a seco
<i>Vachellia farnesiana</i>	Huizache	Fabaceae	Nat		Rápido, 3 a 5 años	Cálido subhúmedo, semiárido, árido y templado seco
<i>Vachellia pennatula</i>	Tepame	Fabaceae	Nat		Rápido, 3 a 5 años	Cálido subhúmedo, semiárido, árido y templado seco
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	Fabaceae	Nat		Rápido, 3 a 5 años	Cálido subhúmedo a seco, cálido y semitemplado
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje	Fabaceae	Nat	Mx	Rápido, 3 a 5 años	Cálido y templado, subhúmedo a seco
<i>Ipomoea intrapilosa</i>	Palo blanco	Convolvulaceae	Nat	Mx	Rápido	Cálido seco a semiárido
<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	Oleaceae	Nat		Moderado, 5 a 10 años	Semiárido y cálido subhúmedo
<i>Plumeria rubra</i>	Cacalósúchil	Apocynaceae	Nat		Moderado	Semiárido y cálido subhúmedo
<i>Bursera fagaroides</i>	Torote	Burseraceae	Nat		Moderado, 5 a 10 años	Semiárido y cálido subhúmedo
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	Fabaceae	Nat		Medio	Cálido subhúmedo, semiárido y templado seco

### Transporte de las plantas

El transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para el transporte de las plantas al área a reforestar, se recomienda utilizar como medio de transporte vehículos que minimicen el estrés y optimizar al máximo el espacio del vehículo, además de:

- ✓ Considerar que las distancias del vivero al área de plantación sean cortas, evitando traslados mayores a 100 kilómetros (km).
- ✓ Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire. Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- ✓ Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños. Se debe proteger la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO “EL AHOGADO” CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- ✓ No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas.
- ✓ La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.
- ✓ Al hacer la distribución en el terreno se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta. En sistema tradicional se toma del envase, jamás del tallo.

## 7. Métodos de plantación

Las técnicas y métodos aquí descritos, fueron tomados de “Prácticas de reforestación, manual básico”, publicado por CONAFOR en 2010.

### **Densidad de plantación**

En silvicultura, la densidad se define como el grado de ocupación del espacio de crecimiento en un rodal o área determinada, y se puede expresar en número de árboles por unidad de superficie. La CONAFOR recomienda la distancia entre plantas considerando el espaciamiento que la especie demandará al ser adulta. En términos de restauración, la densidad de plantación debe establecerse considerando las condiciones del paisaje (nivel de fragmentación), la topografía del terreno y la cobertura vegetal existente.

### **Diseño de plantación sugerido**

#### **Tres bolillo**

Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se puede utilizar en terrenos planos o con pendientes poco pronunciadas. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos. A continuación, se muestra la manera correcta de calcular la densidad por hectárea para este diseño.

**Formula para determinar densidad 3 bolillo:**

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000 m^2}{d^2 \times 0.866}$$

**Donde:**  
0.866 = valor de la tangente trigonométrica

**Ejemplo de la determinación del número de plantas/ha en tres bolillos**

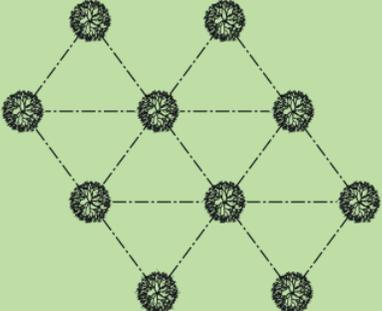
$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000 m^2}{d^2 \times 0.866} = \frac{10,000 m^2}{3m \times 3m \times 0.866} = 1,283 \text{ plantas/hectárea}$$


Figura 3. Forma para determinar la densidad de árboles por hectárea.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Aplicando esta fórmula a los datos reales del predio sugerido para la reforestación en la PTAR El Ahogado, tenemos los siguientes resultados:

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000m^2}{d^2 * 0.866}$$

Donde:

$Np$  = número de plantas

$ha$  = hectárea

$d$  = distancia entre plantas. Para este caso y considerando las especies propuestas, se sugiere una distancia entre plantas de 5m.

0.866 = valor de la tangente trigonométrica

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000m^2}{5^2 * 0.866} = \mathbf{462 \text{ árboles por hectárea}}$$

Ahora bien, el polígono propuesto para la reforestación es de 43,493m<sup>2</sup> (4.3ha), por lo que, haciendo la proporción correspondiente entre la hectárea tipo y el área del polígono, obtenemos lo siguiente:

$$\begin{array}{l} 1ha \text{ -----} 462 \text{ árboles} \\ 4.3ha \text{ -----} 1,987 \text{ árboles} \end{array}$$

Con ello, el polígono propuesto supera al doble el área requerida para 500 árboles. Por lo tanto, el polígono propuesto, cumple con la densidad de plantación recomendada por la CONAFOR. En la figura 3 se muestra el plano del polígono propuesto, así como, el diseño de plantación con 500 individuos arbóreos.

### **Preparación del sitio**

Existen diferentes maneras de preparar el terreno donde se pretende establecer la plantación, para mejorar las condiciones del suelo y asegurar una mayor sobrevivencia de la planta. La elección del método está en función de diversos factores: superficie a reforestar, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, maquinaria y equipo), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo.

### **Preparación manual**

Por lo general los trabajos de preparación se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha) como es el caso. Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida.



**SAP** Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO



Figura 4. Preparación manual del sitio.

## 8. Establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía. Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.

### **Sistema de cepa común**

Consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO “EL AHOGADO” CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

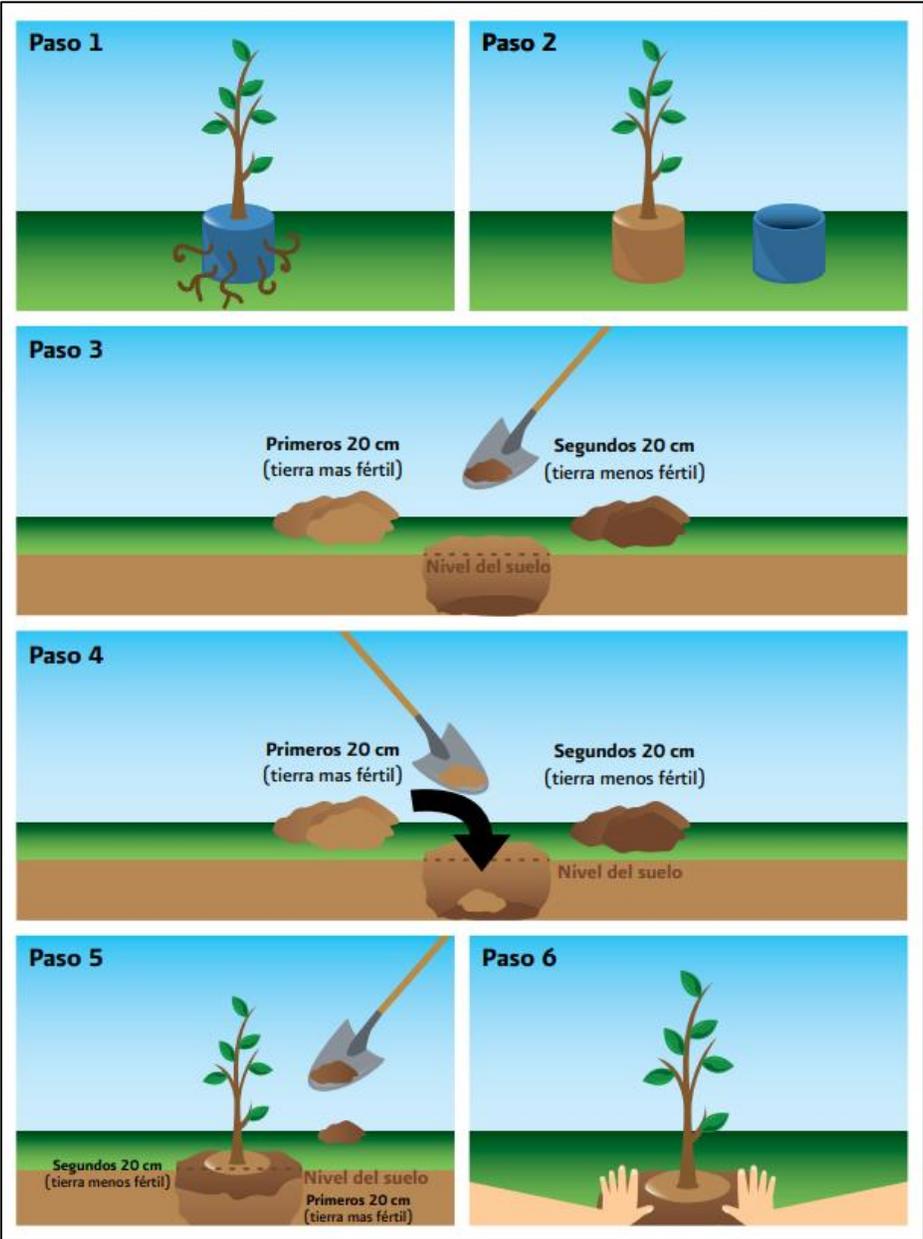


Figura 5. Pasos a seguir para la plantación a cepa común.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO “EL AHOGADO” CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

**Errores al momento de la plantación**

En ocasiones se cometen errores al plantar que provocan la muerte de los árboles. Por lo mismo, se sugiere tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

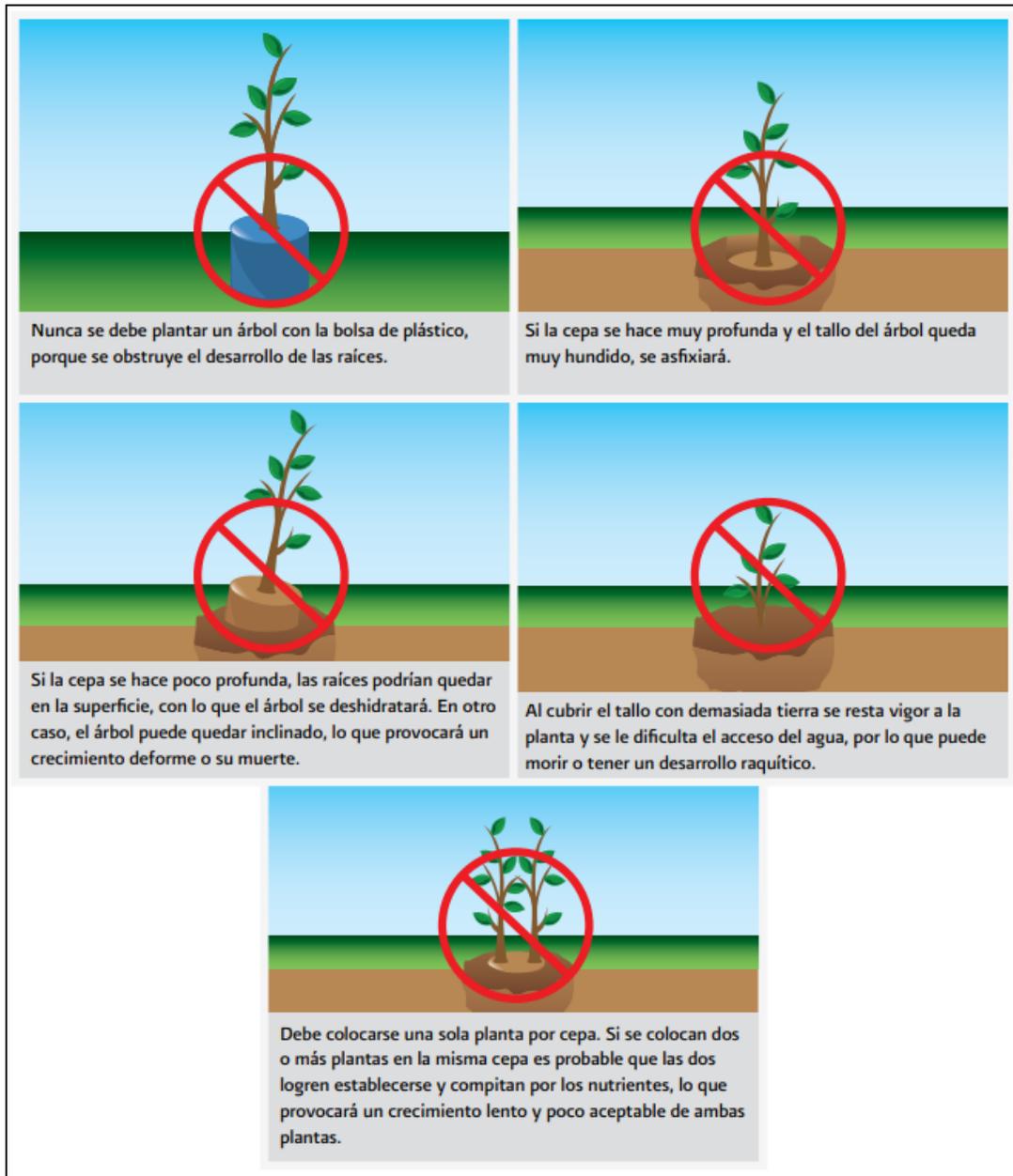


Figura 6. Errores al momento de la plantación.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
 Col. Guadalupe Jardín  
 C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
 Tel.- (33) 2400-2659  
 www.sapconsultores.com.mx

## 9. Actividades postplantación

Es importante precisar que el proceso de la reforestación no termina al momento de concluir la plantación, pues la totalidad de las plantas puede morir si no se establecen medidas adecuadas de protección y mantenimiento.

Existen diversas actividades que complementan el programa y que son necesarias para favorecer el establecimiento, además aseguran la posibilidad de éxito de la plantación. Estas actividades son mantenimiento y protección a las áreas reforestadas. El mantenimiento se realiza considerando un 40% de reposición de planta dado por la mortandad de la plantación inicial, lo que resulta en la reposición de 200 plantas.

A continuación, se describen brevemente cada una de ellas y serán ejecutadas a los seis meses posteriores a la plantación. Las actividades son:

- ✓ Control de maleza; consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de la reforestación, ya que pueden existir especies con comportamiento agresivo e invasor, como enredaderas que estrangulan la planta y llegan a secarla.
- ✓ Fertilización; favorece y fortalece el desarrollo de la planta, y en algunos casos compensa las deficiencias nutricionales que presenta el suelo. Se propone aplicar abono orgánico, como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas agrícolas. Esto es factible ya que la dimensión del presente proyecto no es tan considerable.
- ✓ Reposición de planta muerta; para mantener la densidad de plantación inicial y para favorecer e incrementar los porcentajes de sobrevivencia, se implementará dicha actividad al menos dos meses después de la plantación.

### ***Manejo de plagas y enfermedades***

Existen diversos agentes patógenos que pueden afectar el desarrollo de los árboles plantados o bien si la infestación es severa puede causar la muerte. Como no es posible estimar en este momento si la plantación se verá afectada, se prevé tener medidas preventivas como recorridos de campo, para tener un monitoreo frecuente del desarrollo y estado fitosanitario de la plantación.

### ***Protección a las áreas reforestadas***

Este apartado consiste en el planteamiento de actividades preventivas para evitar daños a la plantación, en cierta medida por algunos agentes causados por el mismo hombre. Básicamente los factores más comunes de afectación son, la presencia de ganado bovino o vacuno, roedores, o en su caso los incendios forestales originados naturalmente o provocados. Se pueden considerar diversos tipos de protección, según el presupuesto y material disponible:



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- ✓ **Cerco de piedra.** Este tipo de obra se considera preferentemente para superficies pequeñas, menos de 15 ha, utilizando la piedra presente el predio, requiriendo bastante mano de obra.
- ✓ **Cerco con alambre de púas.** Este cerco es costoso, sin embargo, es el más utilizado debido a su rápida colocación, instalación y durabilidad. La distancia entre postes debe ser de 4 m como máximo, dependiendo de la topografía del terreno, del material y tamaño de los postes, considérese un mínimo de cuatro hilos de alambre de púas. Los postes pueden ser de concreto o madera.
- ✓ **Cerco vivo para regiones tropicales.** consiste en utilizar postes vivos plantados directamente en la tierra con la intención de que produzcan raíces y se conviertan en árboles. Constituyen una de las principales alternativas para reducir los excesivos gastos por concepto de mano de obra e insumos que, año con año, son requeridos para la construcción y rehabilitación de cercos en áreas tropicales y subtropicales. Para elaborar este tipo de cerco se utilizan leguminosas arbóreas de diferentes especies que, además de servir para la delimitación de potreros, tienen un potencial de producción de forraje en la época seca, que es cuando más se necesita contar con un alimento fresco de buena calidad, y constituyen una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña.



Figura 7. Diseños de cercos de protección.



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

## 10. Calendario de actividades

Las actividades para la reforestación se contemplan bajo el siguiente calendario.

Tabla 3. Cronograma de actividades.

Actividades	Meses del Año												
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	
Preparación de los ejemplares y el terreno													
Plantación de árboles													
Mantenimiento de la plantación													
Monitoreo de la plantación													
Durante dos años subsecuentes se deberá dar mantenimiento y monitoreo													

## 11. Seguimiento y evaluación

El seguimiento y la evaluación a los trabajos ejecutados son tan importantes como la ejecución misma, ya que podremos obtener y valorar diferentes variables. Para nuestro caso en particular se verificarán las siguientes variables:

Tabla 4. Variables para seguimiento y evaluación.

Variable	Descripción
Sobrevivencia	A través del monitoreo se deberá corroborar la sobrevivencia de los árboles establecidos bajo la influencia de los factores del sitio
Vigor	El objetivo es describir la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos. Se clasifica como bueno, regular y malo
Porcentaje de cobertura vegetal establecida.	A través del monitoreo se vigilará y corroborará el establecimiento exitoso del mantillo, mostrando cobertura herbácea. De lo contrario deberá repetirse la aplicación en las áreas desprovistas de vegetación



SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel. - (33) 2400-2659  
www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

## 12. Literatura citada

CONAFOR. (2010). Prácticas de reforestación. Manual básico. CONAFOR, Zapopan, México.

Wightman, K. E. y B. S. Cruz. (2003). La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. *Foresta Veracruzana*, 5 (1), 45-51.



**SAP** Servicios Ambientales Profesionales, SC

Cerrada del Matador #5221  
Col. Guadalupe Jardín  
C.P. 45030. Zapopan, Jal.  
Tel.- (33) 2400-2659  
[www.sapconsultores.com.mx](http://www.sapconsultores.com.mx)