

PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA

NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO



Febrero, 2015

ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Proyecto	2
II.1	Áreas Naturales Protegidas (ANP)	6
II.2	Regiones prioritarias	6
II.2.1	Regiones Terrestres Prioritarias.....	7
II.2.2	Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	8
III.	Objetivos.....	9
III.1	Objetivo General	9
III.2	Objetivos Específicos	9
IV.	ALCANCES	10
V.	Vegetación	11
V.1	Comunidades Vegetales al Interior del Sistema Ambiental	11
V.2	Caracterización de los usos del suelo y vegetación en el Área del Proyecto.....	15
	Figura 8. Sitios de muestreo de vegetación en la poligonal del Proyecto.....	15
V.2.1	METODOLOGÍA DEL MUESTREO EN CAMPO.....	18
V.2.2	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MUESTREO	18
V.3	Composición y riqueza florística.....	19
V.4	Riqueza y diversidad	21
V.5	Vegetación afectada por el desarrollo de la obra.....	25
VI.	Criterios de selección de especies candidatas a rescate reubicación y reproducción	26
VII.	Criterios de selección de especies candidatas a rescate reubicación y reproducción	28
VII.1	Especies con alto Índice de Valor de Importancia (Ivi)	28
VIII.	Requerimientos de Infraestructura y Materiales	29
VIII.1	VIVERO TEMPORAL	29
VIII.2	Material y equipo	30
VIII.3	Equipo de campo necesario por persona.....	30
IX.	Requerimientos de Personal.....	31
IX.1	Responsable Técnico de la Ejecución.....	31
IX.2	Supervisores en campo.....	31
IX.3	Equipo técnico Operativo	31
X.	Selección de sitios de rescate	32
XI.	Metodología de colecta y rescate	33

XI.1	RECONOCIMIENTO Y MARCAJE DE LOS EJEMPLARES A RESCATAR	33
XI.2	METODOLOGÍA DE RESCATE	34
XI.2.1	Preparación de la parte aérea del árbol	34
XI.2.2	Formación del Cepellón	35
XI.2.3	Transporte de organismos	37
XI.2.4	Ingreso en el vivero.....	37
XII.	Destino de los ejemplares rescatados	38
XIII.	Reforestación	40
XIII.1	PREPARACIÓN DEL SITIO	40
XIII.2	TRAZO	41
XIII.3	APERTURA DE CEPAS	41
XIII.4	TRANSPORTE DE LOS ÁRBOLES.....	41
XIII.5	PLANTACIÓN.....	42
XIV.	REFORESTACIÓN CON PLANTAS PRODUCIDAS EN VIVERO O INVERNADERO	43
XIV.1	SELECCIÓN y PREPARACIÓN DE PLANTAS EN VIVERO	43
XIV.1.1	Acondicionamiento de la planta previo al trasplante definitivo	43
XIV.1.2	Selección de plantas.....	43
XIV.2	MEDIO DE TRANSPORTE.....	43
XV.	Selección de sitios de PLANTACIÓN.....	44
XVI.	PREPARACION DEL TERRENO	45
XVI.1	DESHIERBE	45
XVI.2	SUBSOLADO	45
XVI.3	TRAZADO	45
XVI.4	APERTURA DE CEPAS	46
XVII.	PLANTACIÓN.....	47
XVIII.	MANTENIMIENTO	49
XVIII.1	DESHIERBE	49
XVIII.2	RIEGO	49
XVIII.3	FERTILIZACIÓN	50
XIX.	INDICADORES AMBIENTALES	51
XIX.1	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	51
XX.	CONCLUSIONES.....	53
XXI.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
XXII.	ANEXOS.....	55

I. INTRODUCCIÓN

El presente programa se constituye como un instrumento técnico donde se establecen y describen detalladamente una serie de acciones y metodologías de rescate de flora, a través de las cuales se pretende preservar la estabilidad poblacional regional de las especies existentes dentro de las áreas donde se desarrollará el proyecto "Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México"

Para el desarrollo de estas metodologías, fueron consideradas las condiciones físicas de las diferentes áreas del proyecto así como las características propias de las especies susceptibles a ser rescatadas, de modo que se maximice la probabilidad de supervivencia de los organismos cuya manipulación derive de la aplicación del presente programa.

La efectividad será evaluada mediante indicadores de éxito, los cuales deberán demostrar la mitigación suficiente y satisfactoria de los impactos generados por las obras del proyecto, los cuales fueron identificados y descritos en la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente

Es importante mencionar que este Programa forma parte integral del Plan de Manejo Ambiental del proyecto "Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México".

II. PROYECTO

El proyecto denominado "Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México" (Proyecto) que Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México, S. A. de C.V. (GACM) pretende llevar a cabo, tiene como objetivo principal la creación de un nuevo aeropuerto, en los municipios de Texcoco y Atenco, en el Estado de México. El proyecto está planeado para desarrollarse en cuatro etapas: preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento.

El Proyecto se ubica en el Estado de México, al noreste de la ciudad de México, y aproximadamente a 14 kilómetros al este del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) existente. El predio del Proyecto está limitado al norte por el depósito de evaporación solar "El Caracol", al sur por la carretera Peñón Texcoco, al este por tierras de cultivo, y al oeste por áreas urbanizadas del municipio de Ecatepec de Morelos (Figura 1).

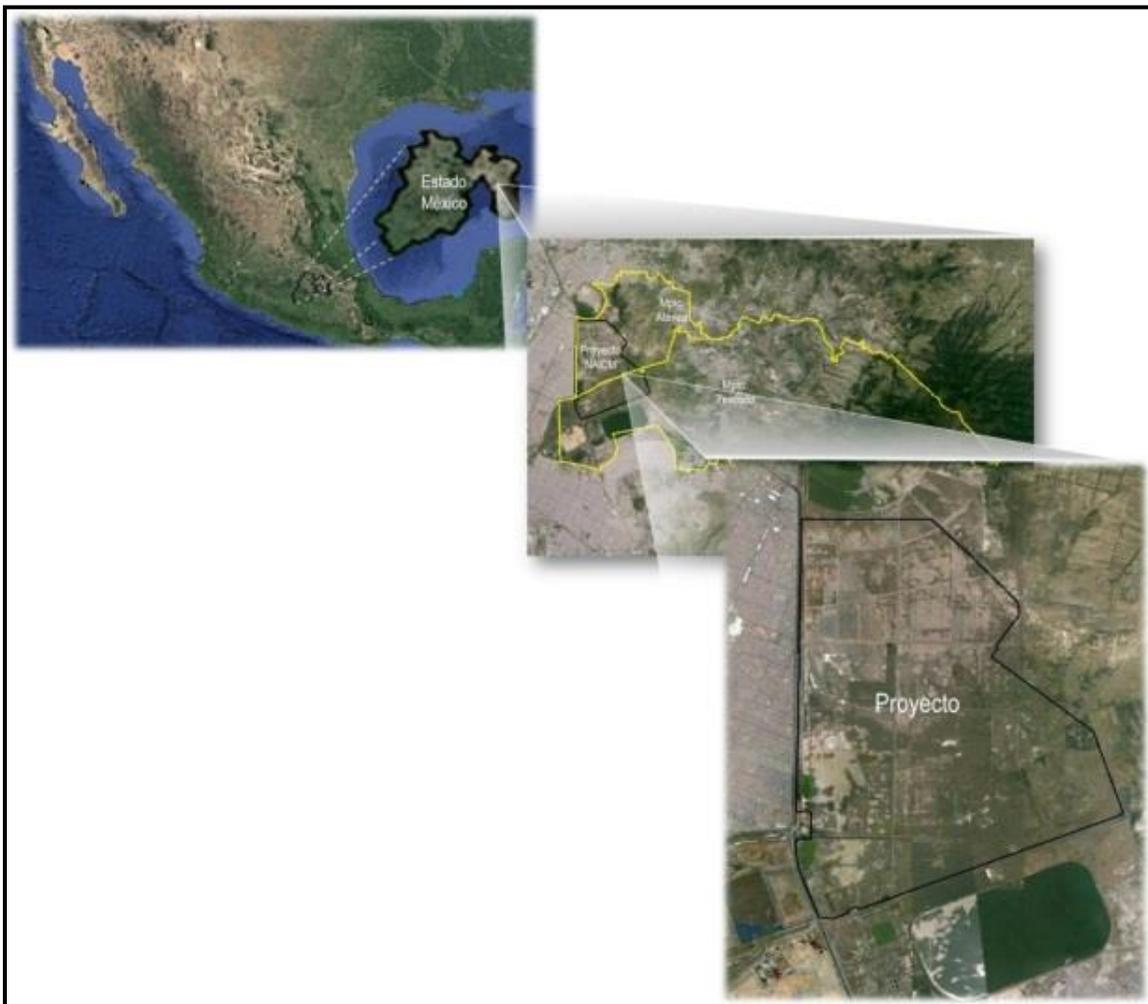


Figura 1. Representación Gráfica Regional

Consta de un área aproximada de 4,431.1640 ha, dentro de las cuales se llevará a cabo el desarrollo de diversas instalaciones, la siguiente tabla presenta el desglose de las superficies que ocupará cada instalación.

Tabla 1. Área de las Instalaciones del proyecto.

Componentes	Superficie m ²	Superficie ha	%
Pista 1	202,500.00	20.2500	0.46
Pista 2	225,000.00	22.5000	0.51
Pista 3	300,000.00	30.0000	0.68
Pista 4	202,500.00	20.2500	0.46
Pista 5	202,500.00	20.2500	0.46
Pista 6	270,000.00	27.0000	0.61
Torre de control de tráfico aéreo	10,000.00	1.0000	0.02
Centro de control de tráfico aéreo	40,000.00	4.0000	0.09
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	40,000.00	4.0000	0.09
Total de servicios de bomberos y extinción de fuegos	83,197.00	8.3197	0.19
Planta Central de Servicios	60,000.00	6.0000	0.14
Total equipamiento para sistemas de tierra	117,602.00	11.7602	0.27
Edificios de mantenimiento	312,120.00	31.2120	0.70
Helipuerto	74,590.00	7.4590	0.17
Aviación general	84,189.00	8.4189	0.19
Tanques de combustible	130,000.00	13.0000	0.29
Instalaciones de avituallamiento	223,022.00	22.3022	0.50
Instalaciones logísticas	85,211.00	8.5211	0.19
Edificios administrativos	44,000.00	4.4000	0.10
Mantenimiento movedor automático de pasajeros	37,102.00	3.7102	0.08
Reserva para la torre de control 2	20,622.00	2.0622	0.05
Centro de control de operaciones del aeropuerto/centro de operaciones de emergencia	19,800.00	1.9800	0.04
Aerotrópolis	3,750,000.00	375.0000	9.93
Total mantenimiento de aeronaves	1,433,563.00	143.3563	3.24
Instalaciones gubernamentales y militares	634,522.00	63.4522	1.43

Componentes	Superficie m ²	Superficie ha	%
Total de área de carga/aduanas	1,106,936.00	110.6936	2.50

De la tabla anterior se obtiene que para el total de las pistas, que ocuparán 140.25 ha correspondientes al 3.17% del total del predio, mientras que para la Aerotrópolis se tienen 375 ha, ocupando el 8.46%, para el mantenimiento de las aeronaves se requerirán 143.3563 ha correspondientes al 3.24%, para las instalaciones gubernamentales y militares 63.4522 ha equivalentes al 1.43% y para las áreas de carga/aduanas se requerirán 110.6936 ha con el 2.50%, el resto de los componentes requerirán menos del 1%.

Dentro del área del proyecto se realizó un recorrido físico del predio, para determinar el uso de suelo y tipo de vegetación presente. Dadas las condiciones en el predio del Proyecto, se estimaron superficies por tipo de vegetación, cuerpos de agua, caminos internos y obras civiles; los datos se obtuvieron mediante el programa Google Earth, con la imagen de satélite del mes de Septiembre del 2013. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Usos de suelo y vegetación en el predio del Proyecto.

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Pastizales inducidos	2,267.2043	51.16
Pastizal halófilo	240.7545	5.43
Cuerpos de agua y zona inundable	1,862.64	42.04
Caminos internos (terracería y asfaltados)	51.841	1.17
Obras civiles	8.7242	0.20
Totales	4,431.1640	100.00

Si bien es cierto que se pudiera argumentar que el área del Ex-Lago de Texcoco no se ajusta a la definición de terreno forestal, la Promovente adopta la posición de que es un terreno forestal, donde únicamente se realizará el cambio de uso de suelo de Pastizal halófilo 240.7545 ha, que representa el 5.4% del área total del Proyecto.

En la siguiente figura se observa el mapa de usos de suelo y vegetación a nivel del predio del Proyecto.

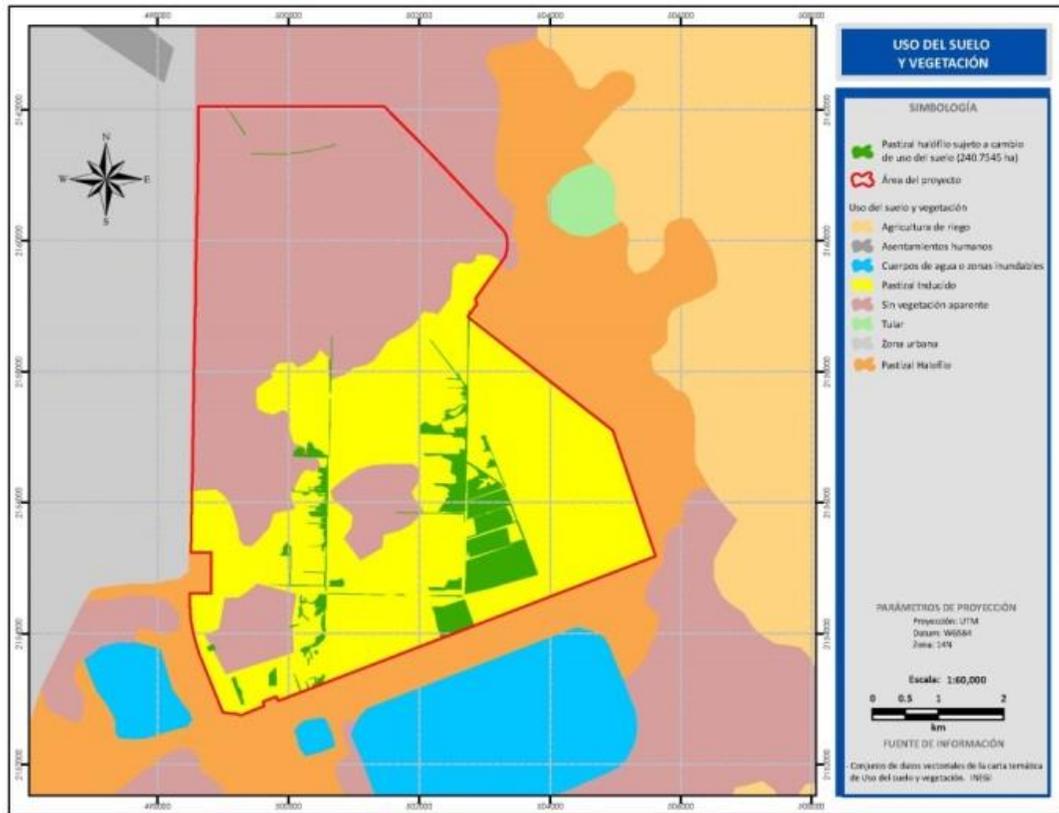


Figura 2. Uso de suelo y vegetación del Proyecto.

II.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

En el área donde se ubica el Proyecto, se encuentran cuatro Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal que son las más cercanas a los predios donde se desarrollara el Proyecto: Sistema Tetzcoztzingo, Ing. Gerardo Cruickshank García, Sierra de Guadalupe y Sierra Patlachique, como se puede observar en la siguiente figura:

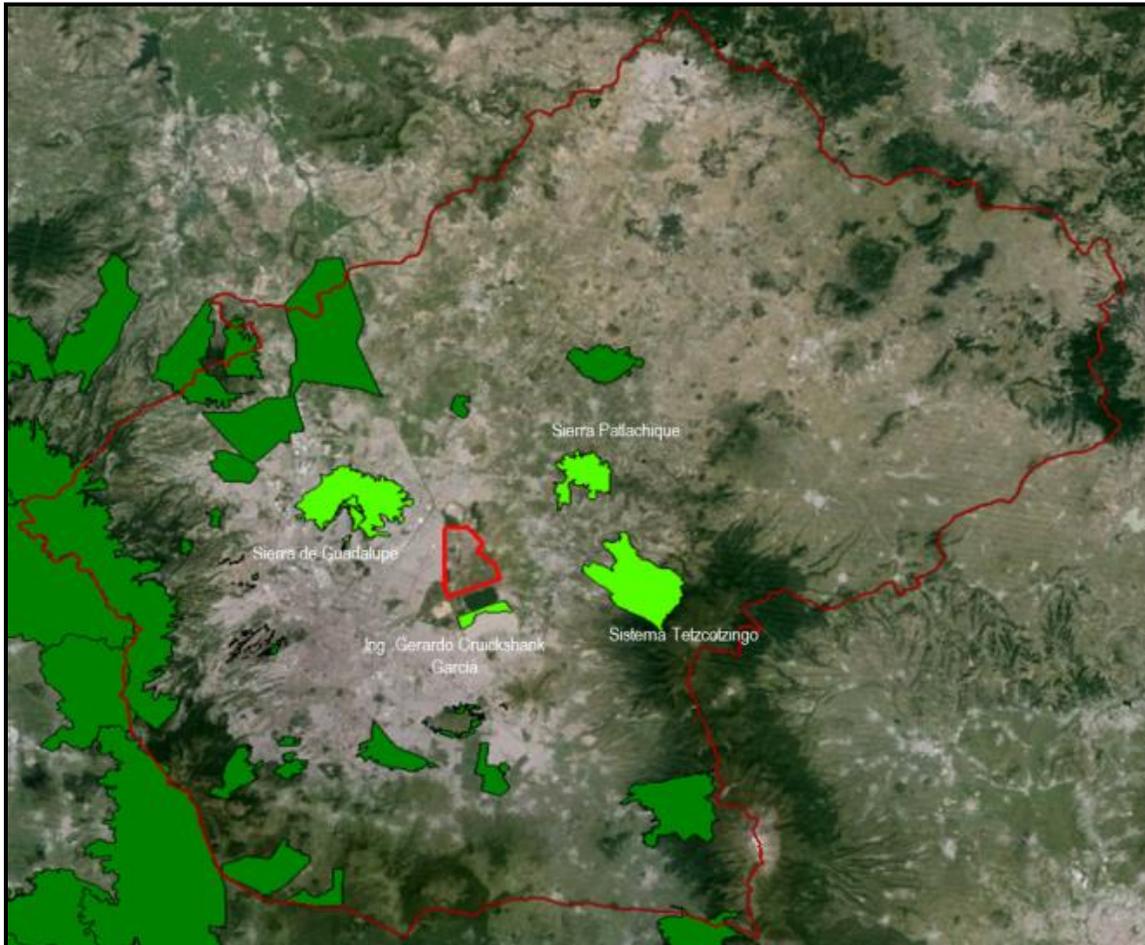


Figura 3. Áreas naturales protegidas de competencia estatal.

II.2 REGIONES PRIORITARIAS

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un Programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad con la finalidad de detectar áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Tomando esto en consideración se han identificado Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS).

II.2.1 Regiones Terrestres Prioritarias

Dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se localizan dos Regiones Terrestres Prioritarias, la primera denominada Ajusco – Chichinautzin 108, ubicada dentro del D.F., Edo. de México y Morelos, con una superficie de 1,261 km², y la segunda denominada Sierra Nevada con una superficie de 1,227 km², ubicada dentro del Edo. de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala. En la siguiente figura se observan las dos Regiones Terrestres Prioritarias.

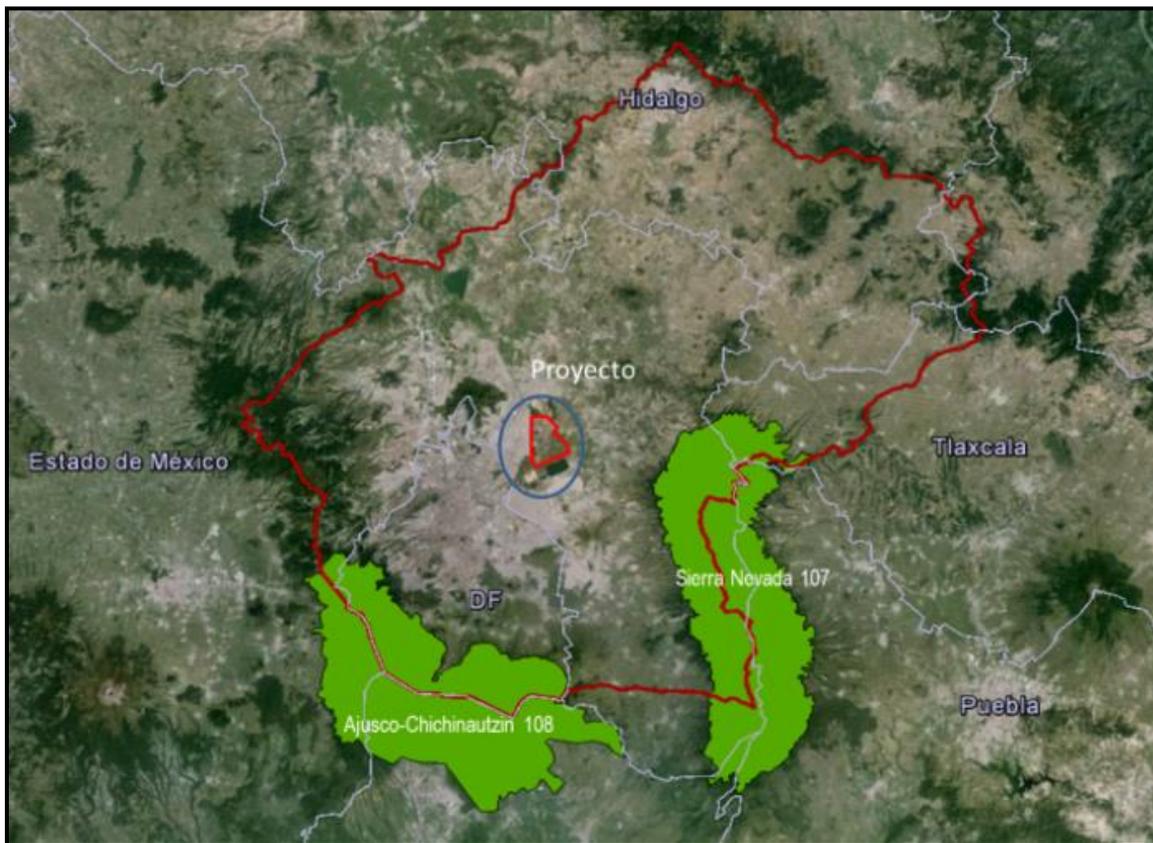


Figura 4. Regiones terrestres prioritarias.

II.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto se encuentra en la región denominada 68 Remanente del Complejo Lacustre de la Cuenca de México localizada dentro del D.F y el Edo. de México con una extensión de 2,019.92 km², la cual forma parte de las Regiones Hidrológicas Prioritarias dentro del SAR.

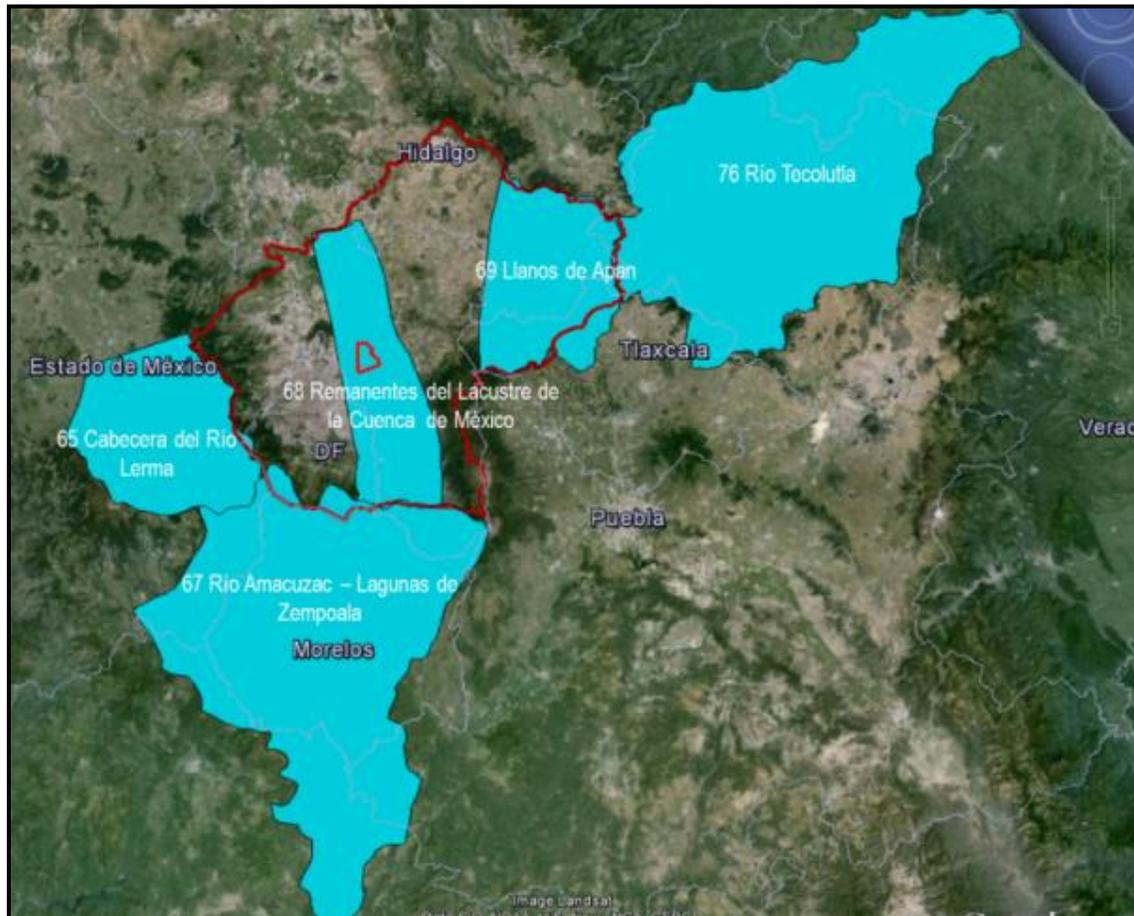


Figura 5. Regiones hidrológicas prioritarias.

III. OBJETIVOS

III.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Programa de Rescate y reubicación de flora para el proyecto denominado "Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México" que establezca las técnicas que serán desarrolladas durante las diferentes etapas del proyecto, de acuerdo con las medidas de mitigación, compensación y restauración planteadas en la MIA-R NAICM, aquellas derivadas de las condicionantes del oficio resolutivo de la autoridad ambiental y, en su caso, otras que de manera voluntaria o para cumplir con estándares fuera de lo contemplado en la MIA-R NAICM sea necesario desarrollar, de acuerdo con la normatividad vigente federal y local que le sean aplicables.

III.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una identificación, evaluación y caracterización de la estructura y composición de las comunidades vegetales al interior del sistema ambiental dentro de la superficie del proyecto.
2. Identificar, registrar y enfocar las tareas de reubicación en aquellas especies clasificadas bajo alguna categoría de protección por parte de instrumentos nacionales e internacionales, así como en aquellas especies de importancia local o regional, cuyo bienestar se vea amenazado por la realización de obras o actividades propias del Proyecto.
3. Preservar los organismos rescatados para su reubicación, conservando en la mejor medida de lo posible su integridad y características óptimas para asegurar su sobrevivencia; en caso de que la reubicación no sea viable, proceder a la colecta de semillas y vástagos para preservar el germoplasma de los organismos, de acuerdo con las técnicas más apropiadas que correspondan para su conservación y viabilidad.
4. Programar las labores de rescate y reubicación de flora de acuerdo a las características del ciclo de vida de los organismos seleccionados.
5. Entregar informes semestrales a la autoridad correspondiente de las actividades contenidas en el Programa Rescate y Reubicación de flora para el proyecto "Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México".

IV. ALCANCES

Las actividades de rescate y reubicación planteadas se enfocarán únicamente a las especies cuya importancia y necesidad de conservación haya sido definida mediante los criterios descritos en el presente programa.

Estas especies serán rescatadas previo inicio de las actividades en las diferentes áreas que constituyen el proyecto. El periodo de tiempo en el cual se realizarán estas actividades será establecido considerando el ciclo de vida de las diferentes especies, de modo que se maximice la probabilidad de supervivencia, no siendo esta menor al 70%.

Las labores de rescate y reubicación de flora tendrá continuidad hasta que la autoridad dictamine su cese, de acuerdo a los informes semestrales que se le entregarán, donde se reportarán las actividades concernientes al presente programa que se hayan realizado durante el periodo de seis meses y la evolución de las actividades pasadas a fin de dar seguimiento y comprobar los resultados y éxito del programa; dichos informes deberán entregarse hasta que se demuestre a la autoridad que las áreas de restauración se encuentran recuperadas y pueden tener persistencia en la escala temporal sin intervención humana.

V. VEGETACIÓN

V.1 COMUNIDADES VEGETALES AL INTERIOR DEL SISTEMA AMBIENTAL

A fin de realizar el análisis del componente vegetal, se procedió a delimitar su Área de Influencia a partir del predio del Proyecto y en función del medio biótico en que se encuentra.

Para efectos de la evaluación de la Flora, se empleó el criterio hidrológico a nivel de la Microcuenca Texcoco, debido a: cuenta con límites naturales concordantes con las características del Proyecto bajo evaluación; se consideraron las aportaciones de las corrientes superficiales de agua en su interior; la delimitación topográfica del sitio, dadas por las depresiones y elevaciones naturales, para dar lugar a una planicie lacustre en su parte más baja, con una elevación de 2,240 metros sobre el nivel del mar.

Estas características prevalecen en las denominadas cuencas cerradas, en donde el destino final de las sales acarreadas por el agua en la parte más baja de la cuenca, donde el agua se evapora, se van acumulando lentamente para dar origen a suelos salinos, aunado a las aportadas durante su formación geológica. Estas condiciones permiten el establecimiento de vegetación que crece y completa su ciclo de vida en hábitats con altos contenidos de sales denominadas halófilas.

Los pastizales halófilos se distribuyen ampliamente en el área del proyecto, por lo que el componente vegetal, por su condición sésil, pero con fuerte influencia de las dinámicas hidrológicas, sería el estudiado en todo el sistema de la Microcuenca de Texcoco y no únicamente en la poligonal del Proyecto. El resto del SAR el análisis y estudios se llevará a cabo a nivel de información bibliográfica.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Proyecto y la Microcuenca Texcoco.



Figura 6. Microcuenca hidrológica Texcoco, considerada como el área de influencia para el componente vegetal, del Proyecto.

Para determinar los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación que se desarrollan en el SAR, se consideraron los siguientes pasos:

1. Revisión de los registros en la literatura científica en instituciones de gobierno, como de enseñanza superior del país, así como inclusive en instituciones extranjeras de información en Sistema Ambiental Regional donde se ubica el Proyecto.
2. Recorrido físico en el predio del Proyecto para identificar el uso del suelo actual y el tipo de vegetación presente.
3. Muestreo de vegetación en la poligonal del Proyecto: Se emplearon dos tipos de muestreo, estratificado y sistemático.
4. Caracterización de vegetación: Finalmente se levantaron sitios de muestreo para caracterizar los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación.

Para la descripción de los usos de suelo y tipos de vegetación identificados en el SAR se tomó como base lo que marca la Guía para la interpretación de Cartografía

Específica de Uso de suelo y Vegetación Serie IV de INEGI (2010), enriqueciéndose esta descripción con la información recabada en campo.

La distribución de los tipos de vegetación, se muestra en la siguiente tabla y mapa. Uso de suelo y vegetación a nivel del SAR de acuerdo a la Serie IV de INEGI (2010).

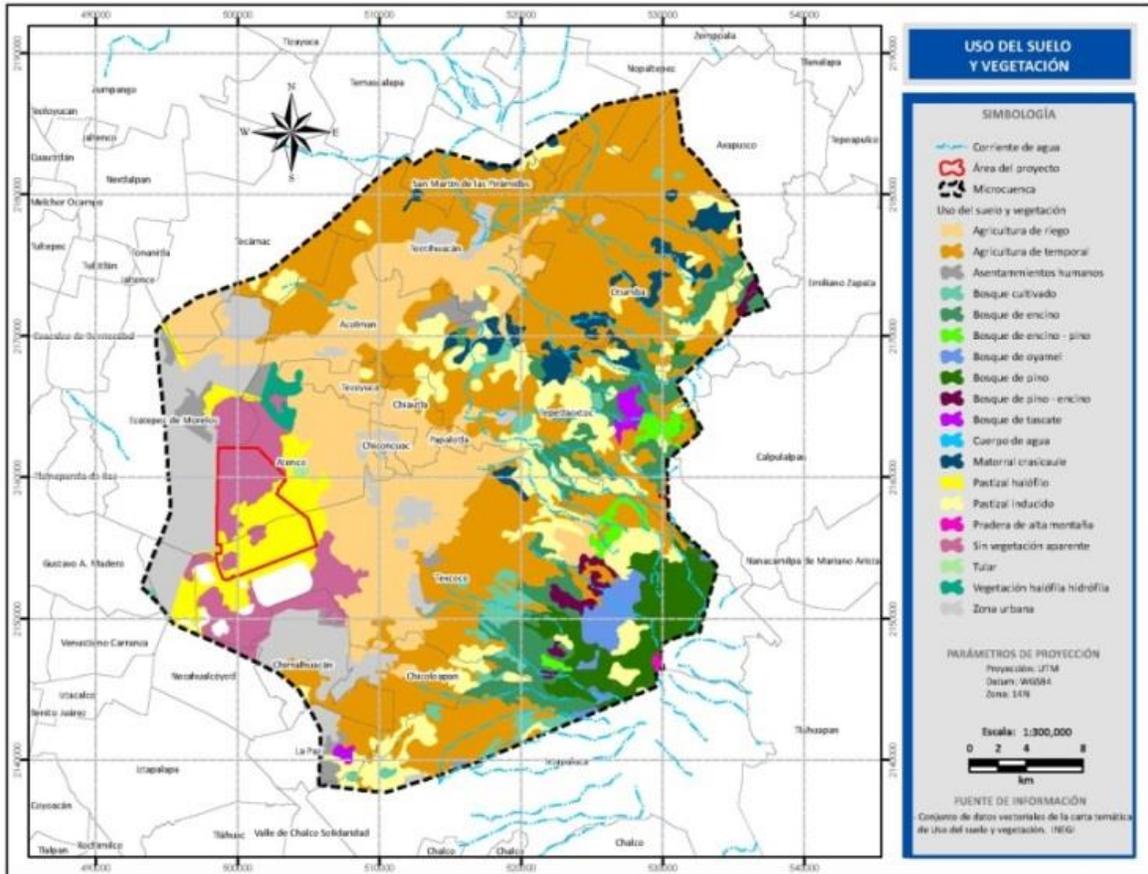


Figura 7. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR.

Vegetación a nivel de Microcuenca Texcoco o Área de Influencia del Proyecto (AIP-Flora)

La Microcuenca Texcoco se ubica entre las sierras meridionales y altiplanicies de la Región Hidrológica 26 Río Panuco, perteneciente a la cuenca río Moctezuma, dentro de la Subcuenca del Lago Texcoco-Zumpango.

Tabla 3. Uso de suelo y vegetación en la Microcuenca Texcoco o AIP-Flora.

Tipos de Vegetación	Superficie (Ha)
Pastizal Inducido (PI)	12,809.46
Bosque de Encino (BQ)	7,252.66
Bosque de Pino (BP)	5,901.94
Pastizal Halófilo (PH)	5,593.09
Matorral Crasicaule (MC)	3,398.46
Bosque de Oyamel (BA)	1,669.21
Bosque de Pino-Encino (BPQ)	981.54
Bosque de Encino-Pino (BQP)	1,122.95
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	682.75
Bosque de Tascate (BJ)	635.99
Pradera de Alta Montaña (VW)	71.94
Tular (VT)	93.30
Bosque Cultivado (BC)	2,540.46
Agricultura de Temporal (AT)	52,209.74
Agricultura de Riego (AR)	26,363.70
Sin Vegetación Aparente	6,846.65
Cuerpo de Agua	1,437.93
Asentamientos Humanos	2,358.64
Zona Urbana	12,384.05
Total	144,354.54

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Para evaluar la vegetación dentro del área del proyecto se siguieron los siguientes pasos:

Revisión de información: Como parte de los trabajos que se realizaron y por rigor científico se hizo la revisión de los registros en la literatura científica que desde hace más de 30 años existe tanto en instituciones de gobierno, como de enseñanza superior del país, así como inclusive en instituciones extranjeras.

Recorridos por el área: Se realizó un recorrido físico en el predio del Proyecto para identificar el uso del suelo actual y el tipo de vegetación presente. Dadas las condiciones en el predio del Proyecto, se estimaron superficies por tipo de vegetación, cuerpos de agua, caminos internos y obras civiles; los datos se obtuvieron mediante el programa Google Earth, con la imagen de satélite del mes de Septiembre del 2013.

Levantamiento de sitios de muestreo: Finalmente se realizó la fase de campo (levantamiento de sitios de muestreo (Figura 8)), en la poligonal del Proyecto. Se emplearon dos tipos de muestreos: el muestreo estratificado y el muestreo sistemático.



Figura 8. Sitios de muestreo de vegetación en la poligonal del Proyecto.

Tabla 4. Ubicación de los sitios de muestreo.

Sitio 4			Sitio 5			Sitio 6			Sitio 10			Sitio 11			Sitio 12		
Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	500571	2154911	1	500579	2155055	1	500580	2155369	1	500596	2156512	1	500595	2156700	1	500333	2156721
2	500574	2154959	2	500577	2155098	2	500583	2155415	2	500598	2156594	2	500549	2156701	2	500330	2156777
3	500562	2154959	3	500565	2155098	3	500572	2155415	3	500589	2156593	3	500550	2156692	3	500322	2156778
4	500559	2154914	4	500567	2155057	4	500570	2155369	4	500585	2156513	4	500595	2156692	4	500326	2156721

Sitio 7			Sitio 8			Sitio 9			Sitio 13			Sitio 14			Sitio 15		
Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	500582	2155672	1	500587	2155937	1	500591	2156189	1	500537	2153969	1	500472	2153941	1	502711	2156035
2	500583	2155716	2	500586	2155984	2	500592	2156244	2	500497	2153985	2	500481	2153931	2	502708	2156085
3	500572	2155715	3	500577	2155985	3	500580	2156243	3	500495	2153979	3	500449	2153894	3	502697	2156085
4	500573	2155673	4	500577	2155937	4	500581	2156191	4	500536	2153964	4	500438	2153899	4	502699	2156038

Sitio 16			Sitio 17			Sitio 18			Sitio 19			Sitio 20			Sitio 21		
Punto	Coordenadas																
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	502715	2156329	1	502724	2156636	1	502729	2156943	1	502738	2157260	1	502742	2157550	1	502676	2157145
2	502716	2156377	2	502723	2156687	2	502731	2156993	2	502736	2157309	2	502742	2157588	2	502675	2157136
3	502706	2156377	3	502712	2156686	3	502717	2156994	3	502726	2157308	3	502733	2157590	3	502622	2157139
4	502707	2156328	4	502715	2156637	4	502717	2156943	4	502728	2157260	4	502733	2157550	4	502622	2157146

Sitio 22			Sitio 23			Sitio 24			Sitio 25			Sitio 26		
Punto	Coordenadas													
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	500664	2158470	1	500656	2158123	1	500652	2157839	1	500262	2153744	1	499820	2153312
2	500665	2158516	2	500659	2158169	2	500652	2157886	2	500267	2153735	2	499809	2153310
3	500653	2158517	3	500649	2158169	3	500643	2157886	3	500215	2153734	3	499807	2153264
4	500653	2158468	4	500648	2158122	4	500645	2157838	4	500219	2153724	4	499818	2153264

V.2.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO EN CAMPO

Para el muestreo de vegetación en la poligonal del Proyecto se emplearon dos tipos de muestreos: el muestreo estratificado y el muestreo sistemático. El muestreo estratificado: consistió en delimitación de rodales de la vegetación presentes en la poligonal del Proyecto y el muestreo sistemático: en cada uno de los rodales de vegetación se ubicaron unidades de muestreo en un patrón regular en cada rodal de vegetación previamente identificados en la realización de vegetación.

V.2.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MUESTREO

La intensidad de muestreo, se definió en función de la superficie de vegetación en la poligonal del Proyecto, con base en este criterio se consideró una intensidad de muestreo del 10% para el área total con presencia de vegetación definida en la primera etapa del trabajo de campo.

Una vez definida la intensidad de muestreo se estimó el tamaño de la muestra con base en la siguiente formula:

$$n = (IM/100) * N$$

Dónde:

n = Superficie a muestrear (ha)

IM = Intensidad de muestreo (%)

N = Superficie total (ha)

La vegetación en la poligonal del Proyecto presenta una distribución muy heterogena, localizándose conglomerados de vegetación, para este tipo de condiciones se emplearon sitios rectangulares, usando transectos rectangulares de 10 x 50 m (500 m²).

Los transectos se ubicaron en un patrón regular en cada uno de los rodales de vegetación en función del tamaño de los rodales presentes en el predio. En cada unidad de muestreo se registraron a todos aquellos individuos con un DAP ≥ 5 cm, y se registraran los siguientes parámetros o variables Dasométricas:

- Altura total (m): se considera la altura total medida desde la base del tronco hasta la copa de los individuos. Esta medición se realizará con la ayuda de una pistola haga y mediante observación directa.

- Diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm): esta medición se realizará a 1.3 m de altura de la base del árbol; se midieran todos los individuos leñosos con diámetro ≥ 5 cm. Esta medición se realizará con la ayuda de cintas diamétricas.
- Morfoespecie: los individuos medidos y no reconocidos en campo, serán colectados para su posterior determinación taxonómica, asignándoles una morfoespecie en campo.

Para la determinación taxonómica de las especies registradas durante los muestreos de la vegetación, se colectaron partes vegetativas de los ejemplares medidos. La determinación botánica se realizó con material bibliográfico especializado y claves dicotómicas de cada una de las familias.

Se realizó un recorrido físico en toda la poligonal del Proyecto para la identificación de áreas con vegetación. Con la ayuda de un navegador satelital (GPS) se marcaron coordenadas de los puntos donde se apreciaba un cambio en la estructura de la vegetación. Se identificaron polígonos de vegetación mediante imagen de satélite Google Earth, Marzo 2013, correspondiente al periodo de sequía; periodo en el que se iniciaron los trabajos de campo.

Dadas las condiciones de la vegetación en el predio, se estimaron superficies por tipo de vegetación, mismas que fueron obtenidas mediante la delimitación de polígonos de las áreas de vegetación arbórea-arbustiva, de pastizales halófilos, cuerpos de agua, caminos internos y obras civiles, se realizaron por medio del programa Google Earth, con la imagen de satélite del mes de Septiembre del 2013. Se tomaron otros sitios de muestreo como puntos de control para corroborar la superficie por tipo de vegetación.

Tabla 5. Área de los diferentes tipos de vegetación y componentes existentes en el predio.

Concepto	Área (ha)	%
Pastizal inducido	2,267.19	51.16
Pastizal halófilo	240.7545	5.43
Cuerpos de agua y zona inundable	1,862.64	42.04
Caminos internos (terracería y asfaltados)	51.841	1.17
Obras civiles	8.7242	0.20
Total	4,431.1640	100.00

V.3 COMPOSICIÓN Y RIQUEZA FLORÍSTICA

Actualmente la vegetación del predio del Proyecto se integran de cinco especies dominantes: *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla* que principalmente integran el estrato arbóreo y arbustivo y *Distichlis spicata*, *Eragrostis obtusiflora* y *Hordeum ubatum*, que forman grandes extensiones de pastizal halófilo.

Es posible encontrar algunas especies que sobrevivieron a los primeros procesos de revegetación, entre ellas destacan *Casuarina equisetifolia*, *Schinus molle* y *Nicotiana glauca*, además de una gran variedad de plantas herbáceas de ciclo anual que crecen asociados a la vegetación arbórea y al pastizal halófilo, por lo tanto su distribución y

abundancia en estas formaciones vegetales es muy escasa, por esta razón se realizó un recorrido por el predio del Proyecto para coleccionar la mayoría de las especies vegetales que aún se encontraban creciendo, esto por el ciclo de vida de las herbáceas. En base a esta colecta se determinó la diversidad del predio del Proyecto, tomando como base la riqueza específica (S) que presenta; es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas, esto debido a las condiciones y origen de la vegetación anteriormente descritas para el predio del Proyecto.

Una forma ideal para medir la riqueza específica, es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible aplicarlo al área de la poligonal del proyecto debido a que se registraron cinco especies dominantes que integran los principales manchones de vegetación.

La riqueza específica fue de 24 especies, donde las familias mejor representadas son *Poaceae*, *Asteraceae* y *Tamaricaceae* como se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 6. Lista de especies del predio del Proyecto.

Familia	Genero	Especie	Forma de vida
Fabaceae	<i>Eysenhardtia</i>	<i>polystachya</i>	Arbusto
Solanaceae	<i>Nicotina</i>	<i>glauca</i>	Arbusto
Euphorbiaceae	<i>Ricinus</i>	<i>communis</i>	Arbusto
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>chartaceum</i>	Hierba
Poaceae	<i>Melinis</i>	<i>repens</i>	Pasto
Poaceae	<i>Distichlis</i>	<i>spicata</i>	Pasto
Poaceae	<i>Eragrostis</i>	<i>obtusiflora</i>	Pasto
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>nigrum</i>	Hierba
Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>mexicana</i>	Hierba
Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>sp</i>	Arbustivas
Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>molle</i>	Árbol
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>aphylla</i>	Árbol
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>chinensis</i>	Árbol
Malvaceae	<i>Anoda</i>	<i>cristata</i>	Hierba
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	Hierba
Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>alba</i>	Hierba
Polygonaceae	<i>Rumex</i>	<i>crispus</i>	Hierba
Casuarinaceae	<i>Casuarina</i>	<i>equisetifolia</i>	Árbol
Poaceae	<i>Hordeum</i>	<i>jubatum</i>	Pasto
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>fremontii</i>	Hierba
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>sp</i>	Hierba

Familia	Genero	Especie	Forma de vida
Brassicaceae	<i>Lepidium</i>	<i>virginicum</i>	Hierba
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	<i>icosandra</i>	Hierba
Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i>	<i>nigra</i>	Hierba

El número total de especies obtenido mediante el inventario realizado en el predio del Proyecto, indican una riqueza específica total de 24 especies, ninguna de ellas se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en CITES.

V.4 RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Vegetación arbórea-arbustiva de *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla*.

Este tipo de vegetación se distribuye principalmente a lo largo de los canales de riego, de manera lineal sobre los bordos del canal formando secciones compactas continuas o manchones de árboles de *Tamarix chinensis* o *Tamarix aphylla*. En las mediciones de campo las formaciones vegetales con dominancia de árboles de *Tamarix aphylla* presentaron mayor altura y diámetro a la altura de pecho (DAP) pero menor cobertura de copa debido al crecimiento de los árboles de esta especie.

Por su parte, las formaciones con dominancia de *Tamarix chinensis* se caracterizan por tener una altura relativamente baja y diámetros menores a los de *Tamarix aphylla*, pero a diferencia de ésta, *Tamarix chinensis* presenta mayor ramificación del tronco principal lo que le permite una mayor cobertura de copa. En terreno abierto se pueden encontrar pequeños manchones de *Tamarix chinensis* con una altura de dos a cuatro metros, dispuestos en franjas con una separación aproximada de cuatro metros y de largo variable.

Estructuralmente en esta formación de vegetación se pueden diferenciar dos estratos, el estrato arbustivo con *Tamarix chinensis* (pino salado) como la única especie presente, y el estrato herbáceo con una altura no mayor a los 0.40 m en el que destacan *Eragrostis obtusiflora* (zacahuixtle) y algunas herbáceas anuales como *Sonchus oleraceus* (lechuguilla espinosa) y *Kochia scoparia* (artemisa roja).

Básicamente la vegetación arbórea que actualmente se presenta en el predio del Proyecto la constituyen arboles de *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla* que alcanzan su máximo desarrollo sobre los bordos de los canales de riego, esto se debe a la disponibilidad de agua que ayuda a disminuir los efectos de las sales en el suelo y representa un reservorio de humedad en la temporada de secas, caso contrario en terrenos planos donde se registró la presencia de *Tamarix chinensis* de poca altura con un crecimiento de tipo arbustivo y muy ramificado desde su base como resultado de las condiciones del terreno y el clima. Además de *T. chinensis* y *T. aphylla* se pueden encontrar algunos árboles de *Casuarina equisetifolia* y *Schinus molle* de manera aislada.

Pastizal halófilo

En el predio del Proyecto este tipo de vegetación se desarrolla sobre suelos salinos y se caracteriza por la presencia y dominancia de las siguientes especies *Distichlis spicata* (pasto salado), *Eragrostis obtusiflora* (zacahuistle), y *Hordeum jubatum* (cola de zorrillo), gramíneas rizomatosas que cubren gran parte de los pastizales generando una cubierta homogénea que dificulta la diferenciación individual de cada especie.

Cabe señalar que la superficie que se reporta para el pastizal halófilo es variable durante el año debido a las condiciones de humedad, actualmente el pastizal halófilo ha ganado terreno cubriendo zonas que anteriormente INEGI consideraba como zonas "sin vegetación aparente".

Se pueden encontrar otras especies de crecimiento herbáceo como *Kochia scoparia* que cubre grandes extensiones de terreno donde llega a ser dominante

Entre el arbolado de *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla*; así como en el pastizal halófilo, se pueden encontrar algunas plantas de *Solanum nigrum*, *Argemone mexicana*, *Sonchus oleraceus*, *Bidens alba*, *Chenopodium fremontii*, *Amaranthus sp*, *Lepidium virginicum*, *Phytolacca icosandra* y *Suaeda nigra* muchas de estas plantas de ciclo anual y con una distribución muy restringida, asociada a vegetación ya establecida donde las condiciones del suelo y el microclima le permiten su crecimiento.

Una vez realizado el análisis de información recopilada en campo, podemos determinar los índices de diversidad, por estrato muestreado, el cual se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 7. Índices de diversidad del estrato arbóreo.

Densidad del estrato arbóreo							
No	Especie	Densidad en 1.3 ha	Densidad en 240.7545 ha	PI	Índice de Simpson	LOG2 PI	Índice de Shannon-Weaver (H')
1	<i>Tamarix aphylla</i>	461	85,375	0.514508693	0.264719195	-0.664542828	-0.341913062
2	<i>Tamarix chinensis</i>	431	79,819	0.481025703	0.231385727	-0.731834574	-0.35203124
3	<i>Casuarina equisetifolia</i>	4	741	0.004465604	1.99416E-05	-5.411350799	-0.02416495
Total		896	165,935	1	0.496124864	-6.807728201	-0.718109252

Tabla 8. Índices de diversidad del estrato arbustivo.

Densidad del estrato arbustivo						
No	Especie	Densidad en 240.7545 ha	PI	Índice de Simpson	LOG2 PI	Índice de Shannon-Weaver (H')
3	<i>Lycium sp</i>	2593	0.93340533	0.8712455	-0.0689157	-0.06432632

Densidad del estrato arbustivo						
No	Especie	Densidad en 240.7545 ha	PI	Índice de Simpson	LOG2 PI	Índice de Shannon-Weaver (H')
4	<i>Opuntia streptacantha</i>	185	0.06659467	0.0044349	-2.7091307	-0.18041367
Total		2778	1.000	0.87568036	-2.77804644	-0.24473999

Tabla 9. Índices de diversidad del estrato herbáceo.

Densidad del estrato herbáceo						
No	Especie	Densidad en 240.7545 ha	PI	Índice de Simpson	LOG2 PI	Índice de Shannon-Weaver (H')
1	<i>Bidens alba</i>	3518720	0.05367232	0.00288072	-2.924858	-0.1569839
2	<i>Lepidium virginicum</i>	13889683	0.21186441	0.04488653	-1.551809	-0.3287731
3	<i>Kochia scoparia</i>	3333524	0.05084746	0.00258546	-2.978925	-0.1514708
4	<i>Chenopodium macrospermum</i>	1111175	0.01694916	0.00028727	-4.077537	-0.0691108
5	<i>Suaeda nigra</i>	4444698	0.0677966	0.00459638	-2.691243	-0.1824571
6	<i>Malva parviflora</i>	925979	0.0141243	0.0001995	-4.259859	-0.0601675
7	<i>Distichlis spicata</i>	23149471	0.35310734	0.12468479	-1.040983	-0.3675788
8	<i>Hordeum jubatum</i>	7315233	0.11158192	0.01245053	-2.192996	-0.2446987
9	<i>Solanum nigrescens</i>	1296370	0.01977401	0.00039101	-3.923387	-0.0775811
10	<i>Reseda luteola</i>	3240926	0.04943503	0.00244382	-3.007096	-0.1486559
11	<i>Sonchus oleraceus</i>	2500143	0.03813559	0.00145432	-3.266607	-0.124574
12	<i>Tithonia tubiformis</i>	833381	0.01271186	0.00016159	-4.365219	-0.0554901
Total		65559303	1.00000	0.19702	-36.28052	-1.96754179

Para conocer la máxima diversidad de especies presentes en los tres estratos de la vegetación presente en el área del Proyecto, para ello se utilizó el índice de Pielou basado principalmente en el concepto de equidad. Considerando que valor de este índice va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Equidad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

Dónde: $H'_{max} = \ln(S)$

Tabla 10. Índices de Máxima Diversidad presentes en los tres estratos de la vegetación.

Índices de diversidad del estrato arbóreo en el Área del Proyecto		Índices de diversidad del estrato arbustivo en el Área del Proyecto		Índices de diversidad del estrato herbáceo en el Área del Proyecto	
Índice de Shannon-Weaver(H')	Equidad de Pielou	Índice de Shannon-Weaver(H')	Equidad de Pielou	Índice de Shannon-Weaver(H')	Equidad de Pielou
-0.718	-0.654	-0.245	-0.353	-1.968	-0.792

Como se puede observar en la tabla anterior, las especies de los diferentes estratos presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo no presentan la misma abundancia por los valores por debajo del cero obtenidos a través del índice de Pielou. Esto se debe a las condiciones heterogéneas que presenta el área del Proyecto, principalmente en la salinidad del suelo, y disponibilidad de agua; estos dos factores determinan el establecimiento y sobrevivencia de árboles arbustos y herbáceas, influyendo directamente en la distribución y abundancia de cubierta vegetal.

Índice de valor de importancia (ivi) de la vegetación muestreada del predio

Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados, y estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia. Para las especies presentes en el Predio del Proyecto se calculó de la siguiente manera.

Índice de Valor de Importancia (IVI) = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa.

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

Tabla 11. Índice de Valor de Importancia (IVI) de importancia para las especies presentes en área sujeta a cambio de uso de suelo.

Especie	Dominancia relativa		Densidad relativa		Frecuencia relativa		Índice de Valor de Importancia (IVI)
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	0.04	72.19	0.00	0.51	0.04	2.44	75.14
<i>Tamarix aphylla</i>	0.01	18.43	0.03	55.04	0.73	46.34	119.82
<i>Tamarix chinensis</i>	0.001	9.38	0.03	44.44	0.81	51.22	105.05
Total	0.05	100	0.06	100	1.58	100	300

En el área sujeta a cambio de uso de suelo se registraron tres especies en los muestreos de vegetación, de las cuales *Tamarix aphylla* y *Tamarix chinensis* presentan los valores más altos en el Índice de Valor de Importancia (IVI) esto se debe a las condiciones ecológicas que actualmente presenta el Ex-Lago de Texcoco, donde la salinidad es un factor determinante para la sobrevivencia de los árboles, y solo especies como *Tamarix aphylla* y *Tamarix chinensis* tolerante a estos niveles de salinidad en los suelos pueden establecerse y prosperar bajo estas condiciones.

V.5 VEGETACIÓN AFECTADA POR EL DESARROLLO DE LA OBRA

Tabla 12. Área de los diferentes tipos de vegetación y componentes existentes en el predio.

Concepto	Área (ha)	%
Pastizal inducido	2,267.19	51.16
Pastizal halófilo	240.7545	5.43
Cuerpos de agua y zona inundable	1,862.64	42.04
Caminos internos (terracería y asfaltados)	51.841	1.17
Obras civiles	8.7242	0.20
Total	4,431.1640	100.00

De acuerdo con la tabla anterior el tipo de vegetación más afectado por el desarrollo de la obra corresponde a pastizal halófito inducido abarcando un 51.16% del área total que equivale a 2,267.19 ha; el siguiente tipo de vegetación afectada corresponde a *Tamarix aphylla* y *Tamarix chinensis* con un 5.43% equivalente a 240.7545 ha.

De las especies afectadas, este programa contempla el rescate y reubicación de aquellas que hayan cumplido con los requerimientos mínimos señalados más adelante.

VI. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES CANDIDATAS A RESCATE REUBICACIÓN Y REPRODUCCIÓN

En el SAR existe un total de 17 ecosistemas o tipos vegetacionales. A nivel del Área de Influencia para Flora (Microcuenca Texcoco), existen 15 tipos de vegetación que son: pastizal Inducido (PI), bosque de encino (BQ), bosque de pino (BP), pastizal halófilo (PH), matorral crasicaule (MC), bosque de oyamel (BA), bosque de pino-encino (BPQ), vegetación halófila hidrófila (VHH), bosque de tascate (BJ), pradera de alta montaña (VW), tular (VT), bosque cultivado (BC), agricultura de temporal (AT) y agricultura de Riego (AR).

La gran diversidad de ecosistemas está en función de la diversidad climática, conformación y accidentes fisiográficos, disponibilidad de agua (superficial y subterránea) y tipos de suelo, que en su conjunto y por las interacciones poblacionales y evolutivas, han permitido el establecimiento de éstos ecosistemas.

Por tal motivo no es posible establecer comparaciones entre los ecosistemas del SAR y la flora existente en el predio del Proyecto, sin embargo con el Área de Influencia de Flora (la Microcuenca Texcoco) sí es válida su comparación, ya que estas comunidades vegetal son el producto de la desecación del Ex-Lago de Texcoco, en donde quedó expuesto un sustrato edafológico tipo Solanchak gleyico con alta concentración de sales y que retiene el agua de lluvia hasta que se evapora o que la cubierta vegetal lleva a cabo el proceso de evapotranspiración, ya que el agua no tiene salida ni se infiltra.

Como antecedente histórico, el predio del Proyecto fue sometido a un programa de plantación intensivo que después de 30 años logró el establecimiento de pastizal halófilo inducido ya que sobrevivieron 3 especies introducidas del estrato herbáceo *Distichlis spicata* (pasto salado), *Sporobolus pyramidatus* (liendrilla o cola de zorro) y *Paspalum virgatum* (cebadilla), con presencia eventual de *Eragrostis sobtusiflora* y *Hordeum jubatum*. También existe vegetación arbórea y arbustiva de *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla* (especies nativas de Asia). En las áreas aledañas o Área de Influencia -conformada por la Microcuenca Texcoco- se establecieron áreas agrícolas de temporal con un sustrato similar ya que son parte del lecho del Ex-Lago de Texcoco y tiene una historia de modificación de sus comunidades naturales por la introducción de especies bajo cultivo. El resto de la superficie del predio del Proyecto se encuentra ocupada por un cuerpo de agua artificial, zona inundable, caminos internos (terracería y asfaltos) y las obras civiles de vigilancia y mantenimiento.

Cualquier comparación empleando índices de riqueza o diversidad entre las especies del Proyecto y su Área de Influencia (Microcuenca Texcoco), con los ecosistemas del SAR estaría viciado de principio por su historia y tipo de vegetación.

Del sitio en el cual se desarrollará el Proyecto se puede comentar que las obras para desaguar artificialmente el Valle de México que se llevaron a cabo en los años 50's y 60's del siglo XX contribuyeron a disminuir las inundaciones de la Ciudad de México, pero también provocaron la desecación paulatina del sistema lacustre, siendo el último

en desecarse el Lago de Texcoco, que se transformó en un ambiente pantanoso en la época de lluvias y desértico en la de estiaje. Muchas de las áreas del lecho desecado del Ex-Lago se quedaron sin uso, debido a las condiciones extremadamente adversas de salinidad y sodicidad, lo que propició que en época de secas quedaran grandes áreas con tierra y detritus sujetas a erosión eólica con la formación de grandes tolvaneras que se convirtieron en un grave problema ambiental y de salud de los habitantes del Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Ante esta problemática, se propusieron varios estudios y proyectos, entre los que se seleccionó la propuesta del Dr. Nabor Carrillo Flores originando el Proyecto Texcoco, que inició en 1966. Si bien es cierto que se han adoptado una serie de acciones que pudieran argumentar que el área del Ex-Lago de Texcoco no se ajusta a la definición de terreno forestal, la Promovente adopta la posición de que es un terreno forestal.

Con base a lo anterior, y como se observa en el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso del Suelo Forestal (ETJ) la superficie sujeta a cambio de uso de suelo de Pastizal halófilo es de 240.7545 ha.

Las áreas arboladas de *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla* han alcanzado su máximo desarrollo sobre los bordes de las canales de riego, por la disponibilidad de agua que ayuda a disminuir los efectos de las sales del suelo y representa un reservorio de humedad en la temporada de secas, caso contrario en terrenos planos donde existe la presencia de *Tamarix chinensis* de poca altura con un crecimiento de tipo arbustivo y muy ramificado desde su base como resultado de las condiciones del terreno y el clima. Además de *T. chinensis* y *T. aphylla* se pueden encontrar algunos árboles de *Casuarina equisetifolia* y *Schinus molle* de manera aislada como únicos sobrevivientes de los primeros programas de revegetación de la CONAGUA con especies exóticas tolerantes a la salinidad.

Entre las especies de *Tamarix chinensis* y *Tamarix aphylla* y el pastizal halófilo, se pueden encontrar algunos individuos aislados de las siguientes especies: *Solanum nigrum*, *Argemone mexicana*, *Sonchus oleraceus*, *Bidens alba*, *Chenopodium fremontii*, *Amaranthus* sp, *Lepidium virginicum*, *Phytolacca icosandra* y *Suaeda nigra* muchas de estas plantas de ciclo anual y con una distribución muy restringida, asociada a vegetación ya establecida donde las condiciones del suelo y el microclima le permiten su crecimiento.

El número total de especies obtenido mediante el inventario realizado para *Tamarix* y el pastizal halófilo en el predio del Proyecto, indican una riqueza específica total de 24 especies, ninguna de ellas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en CITES y los resultados fueron cartografiados.

Por tal motivo y con base en los argumentos anteriores se tomará en cuenta solo el Índice de Valor de Importancia (IVI) donde la salinidad es un factor determinante para la sobrevivencia de los árboles, y solo especies como *Tamarix aphylla* y *Tamarix chinensis* tolerante a estos niveles de salinidad en los suelos pueden establecerse y prosperar bajo estas condiciones las cuales presentaron los mayores índices de importancia.

VII. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES CANDIDATAS A RESCATE REUBICACIÓN Y REPRODUCCIÓN

VII.1 ESPECIES CON ALTO ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

Este índice permite determinar las especies de una asociación vegetal cuya conservación es prioritaria para procurar su subsistencia.

Dentro del listado de especies susceptibles a rescate, se incluyeron aquellas con el IVI más alto y cuyas características hacen factible su supervivencia a las tareas de rescate y reubicación.

Este parámetro permitió incluir las especies a ser rescatadas, *Tamarix aphylla* y *Tamarix chinensis* ya que fueron aquellas que obtuvieron el mayor IVI y de haber organismos de estas especies cuyo trasplante se consideré factible, serán incluidas dentro del listado de individuos susceptibles a la aplicación del presente programa. No obstante, si por cuestiones de logística y factibilidad el promovente lo considera conveniente y debido a que ambas especies son exóticas y no se consideran especies de importancia ecológica o ambiental, se propone un programa de reforestación para la restauración del sitio de Proyecto (Las características generales de ambas especies se pueden revisar en las fichas técnicas realizadas para cada una de ellas en los anexos 1 y 2).

VIII. REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y MATERIALES

Es indispensable contar con un vivero, es decir, un suministro constante y seguro de árboles jóvenes de los cuales se tenga la certeza de a qué especie pertenecen. Para tales efectos se obtendrán las plantas de las especies antes mencionadas en los viveros locales o nacionales que cuenten con la producción de las mismas, llevando acabo una selección de los mejores organismos o bien se establecerá un vivero temporal que cuente con las siguientes características.

VIII.1 VIVERO TEMPORAL

Es un área destinada para producir plantas en un período relativamente corto. Estos no requieren la construcción de infraestructura alguna. Se consideran de los menos complejos.

Manejo:

a) Selección del sitio

El vivero debe estar ubicado lo más cerca de las parcelas donde se establecerá definitivamente la plantación; esto disminuye los costos en el transporte de las plántulas para establecer el semillero. Si esto no es posible, deberá seleccionarse un sitio que esté cerca de una casa para garantizar una vigilancia permanente. La accesibilidad al sitio facilitará el traslado de las plántulas.

El terreno debe ser lo más plano posible de lo contrario, se deben construir terrazas y sistema de drenaje.

La fuente de agua debe ser permanente y lo más cercana posible y no debe ser salina.

b) Cuidados que se deben garantizar en el sitio

- Limpieza
- Cercado de vivero
- Nivelación y drenaje

Si el área seleccionada está desprotegida contra el viento, deberá establecerse una cortina rompe viento o barrera viva. Los bancales o canteros deberán construirse perpendicularmente a la pendiente, nunca a favor de la misma; esto evita que las corrientes causadas por las lluvias provoquen daños a las plántulas.

El ancho de cada bancal debe ser de 1 m a 1.10 m de ancho, lo que facilita realizar las diferentes actividades con facilidad. Entre bancal y bancal debe diseñarse pequeñas calles de unos 0.5 m a 1.0 m (de acuerdo al área disponible), que facilite el manejo de las plantas y el uso de carretillas. Los bancales pueden prepararse a una profundidad de 10 cm en el suelo, lo cual ayudará a que las bolsas se mantengan firmes y en

posición vertical. Para la construcción de los bancales se mide el ancho y largo y se delimita el área con estacas y cuerdas. Posteriormente se nivela cada área delimitada.

VIII.2 MATERIAL Y EQUIPO

El material que se enlista a continuación será útil tanto dentro del vivero como al momento de recolectar los organismos sujetos a rescate:

- Vehículos
- GPS
- Bitácora
- Azadones
- Pala plana (por persona)
- Pala de mano (por persona)
- Zapapicos
- Martillo y cincel.
- Carretillas grandes y camillas de lona
- Machetes, serruchos y cuchillos de campo con filo
- Sierra de podar telescópica
- Pinzas de cocina
- Tijeras de jardinería con filo
- Cartón corrugado para envolver ramas
- Pintura acrílica de color llamativo
- Azufre en polvo para cubrir heridas
- Cámara fotográfica y de video
- Botiquín

VIII.3 EQUIPO DE CAMPO NECESARIO POR PERSONA

- Botas de campo gruesas
- Guantes de carnaza o similares (un par por persona)
- Chaleco fluorescente con cintas reflejantes
- Lentes de seguridad (para vegetación densa)
- Pantalones y camisa de manga larga.
- Sombrero o gorra.

IX. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

IX.1 RESPONSABLE TÉCNICO DE LA EJECUCIÓN

El Responsable Técnico de la Ejecución (RTE) será la persona encargada de coordinar y vigilar la correcta ejecución del presente documento; deberá contar con la experiencia y el conocimiento necesarios en botánica, particularmente en el rescate de flora y el funcionamiento de viveros por lo que se recomienda que sea una persona con título universitario preferentemente Biólogo o Ingeniero Forestal, además deberá contar con habilidades en campo, capacidad de mando y capacidad para tomar decisiones y actuar rápido en caso de imprevistos.

IX.2 SUPERVISORES EN CAMPO

Se requerirán por lo menos tres técnicos. Deberán poseer conocimientos sobre botánica, principalmente sobre manejo y mantenimiento de especies vegetales; deberán ser capaces de identificar y manipular a los individuos de manera ética y profesional. El perfil laboral de este puesto requiere a profesionales del campo de la biología, agronomía, forestal o carreras afines. Deberán también tener un alto sentido de responsabilidad dado que será quien interactuará con el equipo técnico operativo, por lo que es muy importante que cuenten con habilidades para trabajar en equipo, transmitir y ejecutar órdenes, y para elaborar o transmitir informes de resultados.

La brigada llevará una bitácora en la cual el técnico anotará las actividades diarias, las especies y el número de individuos plantados en cada sitio.

IX.3 EQUIPO TÉCNICO OPERATIVO

Estos puestos necesitarán al menos 25 personas, y serán cubiertos preferentemente por personas de las comunidades cercanas dado que son quienes están más familiarizados con el terreno presente en la zona, deberán ser capacitados en las técnicas a ejecutar que se describen en este programa para evitar la pérdida de ejemplares por mal manejo.

Se les concientizará sobre la importancia de la cubierta vegetal, de los riesgos y mitos en torno a ciertas especies de fauna y la importancia de la vegetación y fauna como componentes del medio biótico de la región.

X. SELECCIÓN DE SITIOS DE RESCATE

El rescate de especies vegetales se realizará simultáneamente con la remoción de la vegetación en el sitio de proyecto. Se llevarán a cabo desmontes selectivos de acuerdo con las fases de desarrollo del Proyecto.

XI. METODOLOGÍA DE COLECTA Y RESCATE

XI.1 RECONOCIMIENTO Y MARCAJE DE LOS EJEMPLARES A RESCATAR

Una vez reconocidas las especies establecidas en este programa las cuales son como se mencionó en capítulos anteriores las de mayor índice de importancia y pertenecen a las especies *Tamarix aphylla* y *Tamarix chinensis*, se procederá a realizar las visitas a campo para marcar los individuos aptos para rescate, lo cual dependerá de la factibilidad de su rescate y reubicación, el cual tendrá que ser seleccionado por medio de criterios apropiados como, altura no mayor a 4 m, diámetro igual o menor a 35 cm, requerimiento de poda de 10% para su manejo y traslado, no tener plagas ni enfermedades y contar con un buen vigor para garantizar de esta manera su sobrevivencia en el nuevo sitio de plantación.

El supervisor responsable marcará a los individuos que serán rescatados con un círculo con pintura acrílica en la cara norte, para respetar la orientación natural. Posteriormente, deberá anotar en la hoja de registro todos los datos concernientes al individuo en cuestión.

Tabla 13. Hoja de registro.

HOJA	DE REGISTRO
Fecha	
Sitio	Lugar donde se encuentra el individuo
Núm. de individuo	1, 2, 3.....
Especie	Fecha: Sitio: (lugar donde se encuentra el individuo) Numero de individuo: (Consecutivo) Especie: (<i>Tamarix chinensis</i> o <i>Tamarix aphylla</i>) Altura: (en metros no mayor a 4 m) DAP: (Diámetro a la altura del pecho menor o igual a 35 cm) Cobertura: (en metros) Vigor: (excelente, bueno, regular, etc.) Tipo de Poda: (aclareo, reducción, conformación, etc.) Porcentaje de poda: (no mayor a 10%) Trasplante: (fecha del trasplante)
Altura	No mayor a 4 m
DAP	Menor o igual a 35 cm
Cobertura	
Vigor	Excelente, bueno, regular, etc.
Tipo de Poda	Aclareo, reducción, conformación, etc.
Porcentaje de poda	No mayor a 10%
Trasplante	Fecha del trasplante

Es sumamente importante que en este punto se considere que los ejemplares marcados por la brigada de fauna deberán ser respetados debido a que se debe procurar el menor daño tanto a la flora como a la fauna, además se contará con una copia del reporte de árbol con nido, misma que será firmada por el responsable de fauna y el responsable de flora.

Se llevara un control de los ejemplares, para lo cual se requerirá un registro por ejemplar utilizando un formato que deberá contener sus datos como: Sitio de rescate con coordenadas de localización, altitud, fecha de rescate, especie, número de ejemplar, Diámetro a la Altura del Pecho (DAP; necesaria para determinar del diámetro del cepellón), tipo de vegetación donde se encontró el ejemplar y observaciones (GDF 2004, GDF et al. 2000).

Formato para Vivero			
Sitio del rescate	_____	Coordenadas	_____
Fecha	_____	Altitud	_____
Folio	_____		
Nombre común	_____		
Especie	_____		
Núm. de ejemplar	_____		
Altura	_____	Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)	_____
Estado Fitosanitario	_____		
Observaciones	_____		

Figura 8. Formato para el registro de ejemplares en sitio de rescate.

Estos datos deberán ser tomados en el momento de realizar el marcaje para facilitar el trabajo y evitar confusiones. Estos datos servirán posteriormente al momento del rescate y de ingresar al vivero.

XI.2 METODOLOGÍA DE RESCATE

Se presenta una metodología general ya que ninguna de las dos especies refiere una metodología especial para su manejo ya que sus características arbóreas son consideradas estándar y no representan una forma especial dentro del manejo de árboles para trasplante.

XI.2.1 Preparación de la parte aérea del árbol

Los ejemplares que presenten una abundante copa o ramas que pudiesen sufrir daños pueden ser atados para facilitar el manejo y el traslado, cuidando el atarlos correctamente para evitar algún daño.

Previo al atado de la copa, debe efectuarse una poda de conformación que permita realizar las actividades con eficiencia y sin comprometer la estructura ni el bienestar de los árboles.

El atado debe realizarse en espiral, iniciando desde la base en dirección vertical hasta llegar a la punta. La cuerda deberá hacer presión sobre las ramas inferiores para que estas, a su vez ejerzan presión y compacten las ramas subsecuentes hasta que la copa adopte una forma lanceolada.

Debe cuidarse que la presión que se ejerza sobre las ramas sea suficiente para asegurarlas sin llegar a romperlas, astillarlas o doblarlas en exceso.

Exclusiones. Para que el rescate de las especies, no represente presión adicional sobre el ambiente, se exceptuarán los individuos vegetales por cuya talla sea necesario el empleo de maquinaria o maniobras complejas.

Por tal motivo, el programa se implementará especialmente sobre individuos que no superen una altura de 4.00 m y/o diámetros mayores a 0.35 m.

XI.2.2 Formación del Cepellón

Una vez que se han tomados los datos del árbol y que este ha sido marcado en su cara norte se procederá a formar el cepellón de acuerdo al DAP.

El cepellón debe tener un diámetro de nueve a diez veces mayor que el diámetro a la altura del pecho (DAP). La altura del cepellón deberá ser proporcional al diámetro del mismo, de acuerdo a la siguiente tabla. Una vez decidido el diámetro del cepellón se marca con cal y se realiza la apertura de la zanja.

Tabla 14. Dimensiones del cepellón.

Diámetro del cepellón (m)	Altura del cepellón (m)(Porcentaje del diámetro)
hasta 0.75	75%
mayores a 0.75 y hasta 1.20	60%
mayores a 1.20 y hasta 1.45	54%
mayores a 1.45 y hasta 1.70	48%
mayores a 1.70 y hasta 1.95	42%
mayores a 1.95 y hasta 2.20	36%
mayores a 2.20 y hasta 2.45	30%
mayores a 2.45 y hasta 2.70	24%
mayores a 2.70	20%

Fuente: GFD, BID y SMA, 2000

Es preferible que el suelo posea humedad suficiente para facilitar las labores de excavación, es por esta razón que se sugiere regar previamente el suelo.

Primero se abrirá una zanja que facilitará las labores, deberá tener un ancho de 0.35 m a 0.40 m y se abrirá con pala y pico, posteriormente se realizará un pre banqueo que consiste en cortar las raíces laterales, sin corte basal por lo que se deberá usar una pala plana bien afilada que evite el desgarre de las raíces.

Los lados del cepellón deben de ir en declive, de tal manera que la parte superior será mayor que la base, de esta manera el cepellón quedará verticalmente en un pedestal del mismo suelo y se debe tener cuidado en mantener el volumen adecuado del cepellón para no dañar más las raíces con potencial de crecimiento (Arellano, 2006).

La conformación del cepellón debe considerar el conservar la mayor cantidad posible de suelo adherido al sistema radical del organismo a extraer, con lo que se evitará lesionarlas, además de que se mantienen los hongos y las bacterias benéficos que contribuyen a la fertilidad del nuevo suelo.

Una vez conformado el cepellón se realiza un banqueo, el cual consiste en cortar las raíces basales, posteriormente se colocará por debajo del cepellón una bolsa de polietileno biodegradable (de 5 a 10 años), tela de yute o ixtle, proporcional al tamaño del cepellón; es importante que la bolsa o telas utilizadas cubran todo el cepellón para protegerlo de daños y desecación de las raíces. Se realizará un amarre con cuerdas de henequén, atando la base del tronco y pasando la cuerda por los lados del cepellón hacia la base y de regreso para finalizar en la base del tronco con un nudo.



Figura 9. Amarre del cepellón con cuerdas de henequén.

El proceso de extracción consiste en sujetar las cuerdas laterales y sacar el árbol. Los árboles no deben levantarse del tronco ya que esto les causa daño en la corteza.

El cepellón deberá mantenerse húmedo para evitar la desecación del árbol, sin embargo se debe tener cuidado con la cantidad de agua empleada, ya que un exceso de esta, complicaría el manejo por el reblandecimiento de la tierra y en el peor de los casos deslavaría la tierra dejando expuestas las raíces, lo que dañaría o mataría al ejemplar en el peor de los casos.

XI.2.3 Transporte de organismos

Para evitar la desecación de los organismos rescatados, especialmente de las raíces y el cepellón, se vigilará que las cajas de los vehículos de transporte sean cubiertas con una lona, la cual será colocada procurando no dañar las copas de los árboles. Durante el traslado en carretillas, se puede prescindir de la lona.

Los individuos rescatados serán colocados de manera vertical o semi-vertical en el interior del vehículo de traslado para evitar en lo posible el daño a las copas y cepellón. Los traslados deberán realizarse a consideración del responsable técnico y los supervisores en turno, priorizando realizarlos durante los horarios de menor radiación solar y en función de factores como la distancia del sitio de rescate al sitio de reubicación o vivero, la capacidad de carga del vehículo en relación al número y tamaño de los ejemplares programados para rescate durante la jornada y las condiciones del clima.

XI.2.4 Ingreso en el vivero

Para llevar un control en el vivero se elaborará un registro de los ejemplares mediante el llenado de un formato que deberá contener datos concernientes al ejemplar como: Sitio de rescate, altitud, coordenadas de localización, tipo de vegetación, fecha de rescate, especie, número de ejemplar, altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), tipo de vegetación donde se encontró, estado fitosanitario y observaciones, cada ejemplar deberá tener su formato de ingreso, por lo que se recomienda que se imprima sobre etiquetas auto adheribles y se llene con tinta indeleble tal como se aprecia en la siguiente figura (GDF, 2004).

Formato para Vivero	
Sitio del rescate _____	Coordenadas _____
Fecha _____	Altitud _____
Folio _____	
Nombre común _____	
Especie _____	
Núm. de ejemplar _____	
Altura _____	Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) _____
Estado Fitosanitario _____	
Observaciones _____	

Figura 10. Formato de registro para ejemplares en el vivero.

Fuente: Propia

Una vez que los ejemplares han sido etiquetados se procederá a llenar la bitácora del vivero donde se registrará la misma información que se colocó en la etiqueta además de anexar una columna de seguimiento para las observaciones y acciones aplicadas a futuro.

XII. DESTINO DE LOS EJEMPLARES RESCATADOS

Una vez concluidas las labores de rescate y que se asegure el buen estado de los ejemplares rescatados se procederá a la reubicación de los árboles en sitios destinados para la reforestación y conservación. Las áreas seleccionadas contarán con características físicas similares a las existentes en el área de rescate (altitud, topografía, etc.). La ubicación del área a reforestar se ubicará en las zonas destinadas a la conservación o áreas de amortiguamiento.

Se presenta una propuesta de ubicación del polígono para la reubicación, la cual podrá ser modificada al presentar el Programa Maestro de Desarrollo de la Zona Oriente, que promueve el Gobierno Federal, en el cual se dictaminan los usos y destinos de los predios propiedad de la federación, donde se evaluará la factibilidad de la ubicación del polígono para la Reforestar.

Este sitio cuenta con todas las características ambientales requeridas para la sobrevivencia de los organismos rescatados ya que forma parte del mismo sistema ambiental. Esta zona coincide con el área de restauración ecológica ya que se considera la idónea para la compensación y la conservación de las especies utilizadas para el amortiguamiento de los impactos ambientales.

Tabla 15. Coordenadas de la propuesta del polígono para restauración ecológica.

Punto	Coordenada "X"	Coordenada "Y"
1	505568.7855	2155014.393
2	499508.7004	2152646.907
3	499320.305	2152084.525
4	499388.2865	2151893.234
5	499680.1735	2151147.799
6	499883.3601	2150597.354
7	500274.5314	2149583.589
8	500714.2561	2148292.387
9	500780.238	2148333.576
10	500780.238	2148333.952
11	501159.9582	2148558.436
12	501662.5113	2148867.099
13	501924.882	2149040.983
14	501997.6424	2149113.343
15	502079.1665	2149234.719
16	502113.1576	2149300.152
17	502153.7209	2149429.368
18	502178.0178	2149600.563
19	502191.9614	2149747.81
20	502220.8937	2149897.056
21	502270.6459	2150033.831
22	502363.1148	2150193.214
23	502478.6377	2150319.427
24	502585.127	2150413.802
25	502759.1969	2150510.702
26	502958.9728	2150587.221
27	503223.1871	2150693.289
28	503447.9883	2150783.661
29	503689.1044	2150856.726
30	503801.1761	2150873.915

Punto	Coordenada "X"	Coordenada "Y"
31	503923.6609	2150881.115
32	504115.5174	2150864.024
33	504322.1074	2150816.346
34	504563.9278	2150763.3
35	504708.9758	2150741.284
36	504948.771	2150732.676
37	505500.6312	2150769.876
38	505916.9837	2150799.924
39	506490.173	2150834.183
40	506762.419	2150854.751
41	507023.7369	2150862.288
42	507087.3672	2150863.596
43	507111.3411	2150863.596
44	506275.8608	2152127.629
45	508101.8657	2152424.969
46	508106.0517	2153708.019
47	508938.8258	2153613.199
48	508922.8867	2154054.799
49	508107.0066	2154131.053
50	507616.6396	2154176.883
51	507162.9147	2154216.513
52	505900.7295	2154337.255
53	505660.3338	2155051.101
54	505621.8594	2155033.535



Figura. Área propuesta para el polígono de reforestación.

XIII. REFORESTACIÓN

Al momento de la reubicación se deben considerar los elementos físicos y bióticos prevalecientes en el sitio (pendiente, tipo de suelo, tipo de vegetación, etc.) de modo que se puedan emular las condiciones de las comunidades donde suelen desarrollarse las especies en cuestión y así tener la mayor probabilidad de supervivencia a largo plazo.

Se debe considerar un espaciamiento mínimo entre organismos, con consideraciones a futuro, así como las características idóneas de supervivencia, tales como profundidad del suelo orgánico, presencia de sombras como nodrizas para algunas especies, a fin de asegurar una supervivencia mayor al 70%

En caso de que el área de reubicación sea amplia y sin cobertura vegetal, se puede considerar el uso de la siguiente técnica:

Método "Tresbolillo", consiste en establecer las reubicaciones distribuyendo los ejemplares a distancias iguales formando triángulos. Este método es muy utilizado en sitios con pendientes pronunciadas, la distribución de las plantas se hace en el sentido de las curvas de nivel con el objetivo de disminuir la fuerza del agua al encontrar árboles que actúan como barreras y que a su vez permiten un mejor control de la erosión, debido a la distribución de las raíces y la cobertura que proporcionan las copas de los árboles (FONAM, 2007).

El distanciamiento depende de las especies a plantar; generalmente la distancia que se utiliza para plantaciones forestales es de 10x10 m.

XIII.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

La preparación del sitio consiste en la eliminación de malezas en el área para despejar el sitio de trasplante y evitar la competencia por espacio, nutrientes, agua y luz, esta actividad se realizará en forma manual, evitando la utilización de productos químicos que pudieran provocar impactos ambientales negativos (Torrijo, 1991).

Sus objetivos son:

- Mejorar el desarrollo del sistema radicular.
- Mejorar la aireación del suelo.
- No afectar ni alterar al suelo de manera excesiva.
- Obtener los resultados deseados al menor costo posible.
- Facilitar el acceso a las plantas.
- Controlar la competencia de la vegetación.
- Reducir el riesgo de incendios forestales.

XIII.2 TRAZO

Una vez que se ha retirado la maleza en el sitio de reubicación, se debe realizar el trazo de la plantación, el cual debe garantizar la distribución proporcional de los recursos del sitio (espacio, agua, luz y nutrientes). En caso de una plantación aleatoria, la densidad puede ser variable, mientras que el espaciamiento de 10 m. entre curvas de nivel y 10 m entre cada árbol establecido por el método de tres bolillo define una densidad de 1,000 árboles/ha.

XIII.3 APERTURA DE CEPAS

El sitio de reubicación será inspeccionado previamente para determinar las especies a plantar, la densidad en que serán plantadas y la metodología a utilizar. Una vez definidas estas características, se procederá a la apertura de cepas, durante lo cual se eliminarán las hierbas que hayan germinado. La cepa debe tener el tamaño adecuado para albergar el cepellón, sin que sea demasiado grande o chico. De ser necesario, se marcarán las cepas para evitar su extravío.

La apertura de la cepa comenzara trazando su diámetro, mismo que será de 0.40 a 0.60 m más amplio que el del cepellón del árbol que se va a sembrar y con una profundidad al menos igual a la altura del cepellón; una vez delimitado el perímetro se procede con la extracción del suelo superficial (más fértil) y después el profundo (menos fértil), es muy importante que en este punto estos suelos se mantengan separados y no se mezclen, ya que durante la plantación serán utilizados de acuerdo a sus características fisicoquímicas.

La cepa no debe ser más profunda que el cepellón (a excepción de lo requerido para el cajete), para evitar encharcamientos o generando la necesidad de añadir tierra o sustrato que taparía una parte del tronco, provocando infecciones o pudriciones subsecuentes. De igual modo si la cepa es poco profunda se corre el riesgo de exponer las raíces por deslave o erosión del sustrato sobresaliente.

XIII.4 TRANSPORTE DE LOS ÁRBOLES

La manipulación durante el transporte se debe realizar procurando el mayor cuidado a los organismos, ya que un mal manejo puede resultar en una baja supervivencia. Para un correcto desempeño durante el transporte, a continuación se reiteran a manera de lista las medidas de seguridad a tomar.

- Se protegerán las ramas amarrándolas y plegándolas con cuidado para no romperlas o dañarlas.
- Preferentemente se envolverá el cepellón en polietileno, yute o ixtle para evitar su deshidratación.
- Durante el viaje se dispondrán ordenadamente en el vehículo de transporte, evitando los amontonamientos, en posición vertical o ligeramente inclinados y con la copa hacia arriba.

- El traslado de los árboles en largas distancias se realizará por la mañana (06:00 a 10:00 h) o tarde (17:00 a 19:00 h), a fin de evitar la exposición de los ejemplares al sol, o su permanencia por tiempo excesivo al calor.
- La caja del vehículo de transporte se cubrirá con lona para evitar la deshidratación y marchitamiento de los ejemplares transportados y posibles daños a su follaje por el rose del viento a velocidades altas. En caso de utilizar una carretilla, se puede prescindir de la lona.

XIII.5 PLANTACIÓN

Ya que el cepellón ha sido liberado, se procede a colocar el organismo dentro de la cepa, las especies a utilizar por sitio serán seleccionadas de acuerdo a las características del sitio tales como pendiente, humedad, tipo de vegetación circundante, etc.

Una vez que el organismo se ha llevado hasta la cepa se inicia el proceso de plantación de acuerdo a los siguientes pasos:

- Comprobar que el tamaño de la cepa sea adecuado al tamaño del cepellón, debido a que una cepa profunda podría impedir la aireación de las raíces y una cepa pequeña permitiría la erosión del cepellón y por tanto la desecación de las raíces. En este momento se deben realizar las adecuaciones de la cepa según el tamaño del cepellón.
- Regar la cepa para que mantenga la humedad en la parte más profunda
- Retirar la bolsa de polietileno biodegradable, tela de ixtle o costal, que cubre el cepellón, revisar que sea solido con poco o nulo movimiento del tronco.
- Colocar el organismo (con todo y cepellón) dentro de la cepa en posición vertical al centro de la cepa, procurando que el tallo no quede hundido más de 3 cm puesto que podría llegar a presentar putrefacción a causa de la humedad constante.
- Incorporar la tierra resultante de la excavación de la cepa, esta se debe colocar de manera inversa a como se extrajo, es decir, primero se coloca el suelo superficial (más fértil) y después el profundo (menos fértil). En caso de que la tierra fértil no sea suficiente para cubrir por lo menos dos terceras partes de la cepa se realizará un mejoramiento de tierra, aplicando una capa uniforme de composta o humus.
- Para mantener un árbol alto o pesado en posición vertical se deberá colocar un tutor (procurando no dañar las raíces). Si el organismo se mantiene inestable, será necesario utilizar tensores.
- Con la finalidad de retener el agua durante los riegos y que ésta sea aprovechada por las raíces, se hará un cajete de entre 0.05 y 0.10 m de alto.
- Una vez realizados los cajetes se regará de manera abundante tan pronto terminen las tareas de trasplante, cuidando que no se haga con chorros de agua que puedan dañar al organismo, erosionar el sustrato o destruir el cajete.

XIV. REFORESTACIÓN CON PLANTAS PRODUCIDAS EN VIVERO O INVERNADERO

XIV.1 SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE PLANTAS EN VIVERO

XIV.1.1 Acondicionamiento de la planta previo al trasplante definitivo

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas.

XIV.1.2 Selección de plantas

Elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos $\frac{1}{4}$ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas.

XIV.2 MEDIO DE TRANSPORTE

Se deben utilizar vehículos cerrados y trasladar las plantas debidamente cubiertas, para protegerlas del viento e insolación, y con ello evitar su deshidratación. Es conveniente construir estructuras sobre la plataforma de carga con la finalidad de acomodar dos o más Para optimizar la capacidad de los vehículos y disminuir los costos de transporte.

Con la finalidad de evitar que la planta sufra el menor estrés posible, idealmente el tiempo de transporte no debe exceder a 3 horas.

XV. SELECCIÓN DE SITIOS DE PLANTACIÓN

Las áreas que se elijan para reforestar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo.

Las características ambientales mínimas para intentar la reforestación son:

- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo.

XVI. PREPARACION DEL TERRENO

Previo a la plantación de los ejemplares rescatados, se deben crear condiciones favorables para el ejemplar proveniente del vivero y así favorecer su crecimiento e incrementar las probabilidades de supervivencia.

XVI.1 DESHIERBE

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si éste presenta pendientes mayores a 12%, para evitar la erosión del suelo se recomienda remover la vegetación solamente en los sitios donde se sembrarán las plantas, en franjas o alrededor de las cepas. Esta actividad podrá realizarse por medio de chapear la vegetación con machetes, o retirarla manualmente.

XVI.2 SUBSOLADO

Aplica solamente cuando se presentan capas endurecidas a escasa profundidad, ≤ 15 cm; siempre y cuando los terrenos presenten pendientes $\leq 10\%$ (5).

XVI.3 TRAZADO

Una vez que se ha retirado la maleza en el sitio de reforestación, se debe realizar el trazo de la plantación, el cual debe garantizar la distribución proporcional de los recursos del sitio (espacio, agua, luz y nutrientes).

Se recomienda arreglar las cepas sobre curvas a nivel en una disposición de tresbolillo. La distancia entre curvas de nivel dependerá de la pendiente del terreno y de la densidad de plantas que se desee establecer. En el caso de este género se recomienda la disposición antes mencionada con una separación de 1.5 m entre plantas.

Método "Tresbolillo", consiste en establecer las reubicaciones distribuyendo los ejemplares a distancias iguales formando triángulos. Este método es muy utilizado en sitios con pendientes pronunciadas, la distribución de las plantas se hace en el sentido de las curvas de nivel con el objetivo de disminuir la fuerza del agua al encontrar árboles que actúan como barreras y que a su vez permiten un mejor control de la erosión, debido a la distribución de las raíces y la cobertura que proporcionan las copas de los árboles (FONAM, 2007).

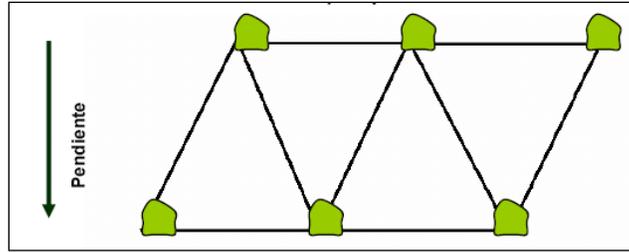


Figura 11. Método de plantación.

Fuente: GFD, BID y SMA, 2000

XVI.4 APERTURA DE CEPAS

El tamaño de las cepas dependerá de las dimensiones del envase que se haya utilizado para la producción de las plantas. Esto implica que las cepas deberán realizarse con 3 a 5 unidades de volumen adicional al tamaño del cepellón de la planta; no obstante, dependiendo de las condiciones del terreno las dimensiones y tipo de cepas podrán variar, esto en función de las estrategias de conservación de suelo que se deseen emplear, de las características del suelo, y de las condiciones climáticas.

Una vez delimitado el perímetro se procede con la extracción del suelo superficial (más fértil) y después el profundo (menos fértil), es muy importante que en este punto estos suelos se mantengan separados y no se mezclen, ya que durante la plantación serán utilizados de acuerdo a sus características fisicoquímicas.

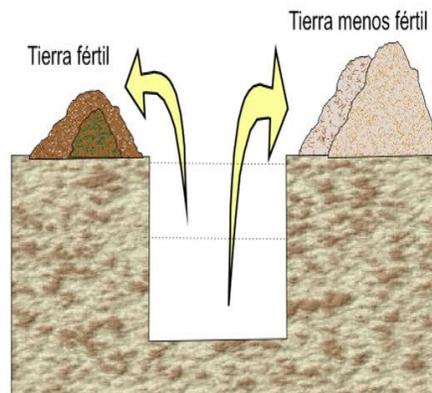


Figura 12. Método de apertura de cepa.

Fuente: Propia.

La cepa no debe ser más profunda que el cepellón (a excepción de lo requerido para el cajete), para evitar encharcamientos o generando la necesidad de añadir tierra o sustrato que tapanía una parte del tronco, provocando infecciones o pudriciones subsecuentes. De igual modo si la cepa es poco profunda se corre el riesgo de exponer las raíces por deslave o erosión del sustrato sobresaliente.

XVII. PLANTACIÓN

Ya que el cepellón ha sido liberado, se procede a colocar el organismo dentro de la cepa, las especies a utilizar por sitio serán seleccionadas de acuerdo a las características del sitio tales como pendiente, humedad, tipo de vegetación circundante, etc.

Una vez que el organismo se ha llevado hasta la cepa se inicia el proceso de plantación de acuerdo a los siguientes pasos:

- Comprobar que el tamaño de la cepa sea adecuado al tamaño del cepellón, debido a que una cepa profunda podría impedir la aireación de las raíces y una cepa pequeña permitiría la erosión del cepellón y por tanto la desecación de las raíces. En este momento se deben realizar las adecuaciones de la cepa según el tamaño del cepellón.
- Regar la cepa para que mantenga la humedad en la parte más profunda
- Retirar la bolsa de polietileno biodegradable, tela de ixtle o costal, que cubre el cepellón, revisar que sea solido con poco o nulo movimiento del tronco.
- Colocar el organismo (con todo y cepellón) dentro de la cepa en posición vertical al centro de la cepa, procurando que el tallo no quede hundido más de 3 cm puesto que podría llegar a presentar putrefacción a causa de la humedad constante.
- Incorporar la tierra resultante de la excavación de la cepa, esta se debe colocar de manera inversa a como se extrajo, es decir, primero se coloca el suelo superficial (más fértil) y después el profundo (menos fértil). En caso de que la tierra fértil no sea suficiente para cubrir por lo menos dos terceras partes de la cepa se realizará un mejoramiento de tierra, aplicando una capa uniforme de composta o humus.

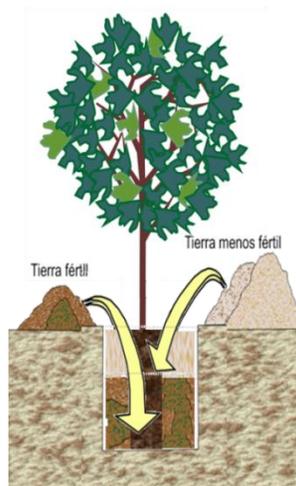


Figura 13. Colocación del árbol en la cepa.

Fuente: Propia.

- Para mantener un árbol alto o pesado en posición vertical se deberá colocar un tutor (procurando no dañar las raíces). Si el organismo se mantiene inestable, será necesario utilizar tensores.

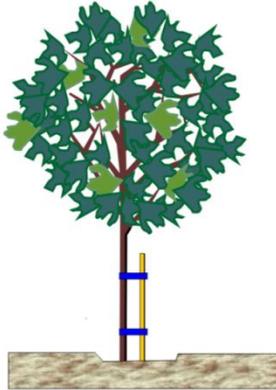


Figura 14. Colocación de tutor.

Fuente: Propia.

- Con la finalidad de retener el agua durante los riegos y que ésta sea aprovechada por las raíces, se hará un cajete de entre 0.05 y 0.10 m de alto.



Figura 15. Modelo de cajete.

Fuente: Propia.

- Una vez realizados los cajetes se regará de manera abundante tan pronto terminen las tareas de trasplante, cuidando que no se haga con chorros de agua que puedan dañar al organismo, erosionar el sustrato o destruir el cajete.

XVIII. MANTENIMIENTO

Se precisa la implementación de cuidados que permitan reducir el estrés generado a los ejemplares, conservar su salud, adquirir vigor y desarrollarse adecuadamente y así elevar el porcentaje de supervivencia de los individuos. Estos cuidados solo se llevaran a cabo hasta que los ejemplares se hayan adaptado a las condiciones del medio natural, por lo cual deberán ser muy básicos y generales para evitar que el organismo se acostumbre a ellos.

XVIII.1 DESHIERBE

Durante los primeros 2 años de haber establecido la plantación se recomienda realizar deshierbes alrededor de las plantas, en un radio de 20 cm alrededor de la cepa, por lo menos 1 vez al año; esto preferentemente una o dos semanas posterior al inicio de la temporada lluviosa.

XVIII.2 RIEGO

El riego es indispensable durante y después de la plantación, sobre todo en organismos de talla grande si es que estos fueron adquiridos ya que tiene su sistema radicular podado o reducido y por ende descompensado con respecto al tamaño de su copa, es por esta razón que el riego continuo durante los primeros meses de plantado ayuda a la hidratación del árbol, mientras desarrolla nuevas raíces. Además de que el riego constituye una manera sencilla de agregar nutrientes a los organismos en forma rápida y eficiente.

Los riegos deben ser lentos y deben realizarse preferentemente en la mañana entre 6:00 y 7:30 am o bien por la tarde o noche, entre 6:00 y las 8:00 pm para que se evapore menos agua y ésta pueda penetrar al menos los primero 30 cm de profundidad, de lo contrario las raíces subirán a la superficie hasta donde penetre el riego lo que ocasionaría la generación de raíces superficiales y consecuentemente la muerte del árbol.

En temporada de estiaje, los riegos se realizarán con una frecuencia no mayor a dos veces por semana. El volumen de agua a utilizar en los organismos dependerá de la talla de los mismos, pudiendo ser desde 10 hasta 50 litros por ocasión

La temporada de lluvias abarca los meses de julio a octubre, en esta época, los riegos se realizarán a consideración del supervisor, pudiendo realizarse únicamente cuando se detecte resequedad en el ambiente y suelo.

En caso de que el trasplante se realice en temporada de lluvias abundantes, se debe procurar que el agua no se estanque en el cajete.

XVIII.3 FERTILIZACIÓN

El uso de fertilizantes quedará a consideración del supervisor, de acuerdo al estado fitosanitario que observe en los diferentes organismos y especies. De requerirse su uso, se emplearán únicamente fertilizantes orgánicos obtenidos en la región.

El uso de químicos puede incidir negativamente en algunas especies vegetales, así como en invertebrados, hongos y otros microorganismos benéficos para su desarrollo, por lo que su aplicación se realizará únicamente en situaciones excepcionales.

De manera complementaria, es conveniente colocar una capa de 5 cm de tierra de hoja, humus o composta alrededor del tronco de los organismos para ayudar a su crecimiento.

XIX. INDICADORES AMBIENTALES

El éxito del presente programa se medirá mediante el cumplimiento de las siguientes circunstancias:

Durante el primer trimestre, los organismos plantados serán monitoreados con una periodicidad semanal. Se evaluará su estado fitosanitario el cual es la variable cualitativa a utilizar como indicador ambiental y se registrará en una bitácora, debiendo destacar cuando se encuentren plagas o enfermedades y el vigor con el que cuentan los individuos evaluados.

XIX.1 MEDIDAS CORRECTIVAS

Si en algún momento se registra un descenso en la supervivencia por debajo del 70%, se tomarán las medidas correctivas necesarias de inmediato:

1. En caso de plagas o enfermedades, ejecutar una agenda urgente de tratamiento en los organismos afectados a través de un profesionista o empresa especializada. En caso de que sea toda una zona la afectada, se evaluará la posibilidad de retirar y disponer todos los organismos enfermos que constituyan un foco de infección, siendo este el último recurso.
2. En caso de ataque reiterado por parte de la fauna, se realizarán acciones de protección, recubrimiento e incluso aislamiento de los organismos, mediante piedras, ramas u otras técnicas rústicas y sencillas que ofrezcan una barrera accesible, temporal y versátil.
3. En caso de pérdida de vigorosidad por razones de plantación incorrecta o factores climáticos adversos, se podrán trasplantar los organismos a otra zona menos vulnerable o bien, en casos urgentes, se podrán resguardar los organismos afectados en el vivero hasta que alcancen un estado fitosanitario suficiente para su adecuada plantación.
4. En caso de retiro por parte de personas ajenas al proyecto, se realizará la denuncia ante las autoridades competentes, al mismo tiempo que se colocarán letreros preventivos y, de ser posible, vigilancia temporal.

Si las acciones mencionadas no son suficientes para detener la mortandad, se procederá a sustituir los organismos que no sobrevivan por aquellos producidos en vivero en igual proporción.

Una vez estabilizada y mantenida la supervivencia en un mínimo de 70%, la periodicidad de los monitoreos será más espaciada, siendo mensual durante el primer año y bimestral en años subsecuentes.

Para maximizar las probabilidades de supervivencia de los organismos trasplantados, es de capital importancia llevar a cabo con la periodicidad requerida, las tareas de mantenimiento antes mencionadas, de modo que se provea de las mejores condiciones posibles a los organismos.

A continuación se presenta un cronograma de trabajo para seguir conforme a la realización de cada uno de los pasos que se describieron con anterioridad en este programa.

Tabla 16. Cronograma de trabajo.

Concepto	Semestre				
	1	2	3	4	5
Selección de sitios de rescate	■	■	■		
Reconocimiento y marcaje		■	■	■	■
Rescate		■	■	■	■
Reubicación de organismos rescatados			■	■	■
Plantación de organismos producidos				■	■
Regado y fertilización				■	■
Reposición de plantas				■	■
Supervisión y monitoreo				■	■
Informes				■	■

XX. CONCLUSIONES

Siguiendo estas medidas se dará cumplimiento a las medidas preventivas y de mitigación establecidas dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental.

El ejercicio correcto de este programa, ayudará a la procuración de la conservación del sitio de proyecto. El manejo ético y apropiado de los organismos, la funcionalidad y manejo adecuados del vivero y los cuidados antes, durante y después de la reforestación, serán indispensables para asegurar la supervivencia de los ejemplares en valores superiores al 70% y por tanto los objetivos de este programa.

XXI. BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, Cabrera., et al. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 433 – 457.

Bosque Sendra, Gómez Delgado, Rodríguez Durán, Rodríguez Espinoza. 1997 Valorización de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un SIG. Departamento de Geografía Alcalá Henares, Madrid.

Calderón de Rzedowski, G.; Rzedowski, J. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Segunda Edición. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 p.

FONAM 2007. Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales, Fondo Nacional del Ambiente Perú, Lima.

GDF. 2004. Norma Ambiental para el Distrito Federal, NADF-006- RNAT-2004, que establece los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas Gobierno del Distrito Federal (GDF).

GFD, BID & SMA. 2000. Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles de la Ciudad de México, Gobierno del Distrito Federal(GFD), Banco Interamericano de Desarrollo(BID) y Secretaria del Medio Ambiente (SMA) Secretaria de Medio ambiente Primera Edición.

TORRIJO. 1991Trasplante de árboles ejemplares ornamentales I Parte, Horticultura 68 6-31 mayo 1991, España.

XXII. ANEXOS

<p>Nombre científico: <i>Tamarix aphylla</i></p> <p>Nombre común: Pino salado</p>	<p>Fotografía</p> 
<p>Origen: Asia y África</p> <p>Descripción y Fenología: Especie perteneciente a la familia Tamaricaceae. Es un árbol perenne que puede alcanzar 15 m de alto. Se caracterizan por ramas finas y follaje gris verdoso. La corteza de las ramas jóvenes es lisa y rojiza parda. Con la edad, se hacen pardo púrpura, y rugosas. Las hojas de 1 a 2 mm de longitud, solapadas unas con otras. Frecuentemente están incrustadas con secreciones de sal. Las flores de rosas a blancas aparecen en densas masas de 5 a 10 cm de long. En las puntas de las ramas. Generalmente pueden vivir en suelos salinos, tolerando hasta 15.000 ppm de sal soluble, y tolerar álcalis. Está adaptado al fuego, ya que posee largas raíces que penetran hasta la capa freática, aprovechando aguas subterráneas.</p> <p>Metodologías de colecta de semillas: La propagación por semilla es poco común en este género por el corto periodo de viabilidad de las semillas, por ello lo más usual es la reproducción vegetativa por estacas.</p> <p>Manejo de la planta: Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas.</p>	
<p>Bibliografía:</p> <ul style="list-style-type: none">- http://www.canr.uconn.edu/plsci/mbrand/t/tampar/tampar1.html- Orduña M. 1994. Micropropagación de una especie arbórea para suelos salinos (<i>Tamarix</i> sp.). Boletín Informativo.Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). XXVI (257). Michoacán. México.- Zimmerman, J. 1997. Ecology and Distribution of <i>Tamarix</i> sp. Southwest Exotic Plant Mapping Program. USGS. http://www.usgs.nau.edu/swemp/Info_pages/plants/Tamarix/tamitxt.htm	

<p>Nombre científico: <i>Tamarix chinensis</i></p> <p>Nombre común: Taray de China, Tamarisco</p>	<p>Fotografía</p>
<p>Origen: Endémica del sur de Rusia y de Asia Menor y sudoeste y centro de Asia (China).</p> <p>Descripción y Fenología: Arbusto alcanza una altura entre 3 y 5 m de altura; ramas largas y flexibles, difíciles de romper, de corteza pardo-rojizo oscuro, las más jóvenes algo lustrosas y lampiñas. Ramas delgadas de tonalidad purpúrea. Hojas de 1,5 a 4 mm, parecidas a las del ciprés; lanceoladas a ovadas, agudas, verde glaucas o pálidas. Flores rosadas pálidas o asalmonadas, en racimos densos y delgados de 4-8 cm de longitud, en verano después de las hojas; al final de las ramillas. Pétalos de 1 mm de longitud, persisten después de la maduración. Cápsulas aovadas, pequeñas, con numerosas semillas pilosas (penacho de pelos). Brácteas florales triangulares. Es poco exigente en suelo, prefiere terrenos estructurados, y soporta climas muy variados. No se prohíbe la poda. Es una especie para zonas litorales (próximas al mar*, por tolerar muy bien esos ambientes salinos: en las arenas y lagunas costeras, a lo largo de los ríos y corrientes de agua, sobre todo en las que atraviesan margas y otros depósitos subsalinos; se asocia con la adelfa, sauces y sauzgatillo. Prefiere los climas secos y calurosos.</p> <p>Metodologías de colecta de semillas: La propagación por semilla es poco común en este género por el corto periodo de viabilidad de las semillas, por ello lo más usual es la reproducción vegetativa por estacas.</p> <p>Manejo de la planta: Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas.</p> <p>Poda: En el momento del trasplante practicar importantes reducciones del aparato radical, junto con la reducción selectiva de la parte aérea. Podar los nuevos brotes en otoño, limitándose durante la época de desarrollo a eliminar los no deseados. Aplicar las sujeciones con alambres de primavera a otoño, protegiendo adecuadamente la corteza.</p>	
<p>Bibliografía:</p> <ul style="list-style-type: none">- http://www.canr.uconn.edu/plsci/mbrand/t/tampar/tampar1.html- Orduña M. 1994. Micropropagación de una especie arbórea para suelos salinos (<i>Tamarix</i> sp.). Boletín Informativo.Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). XXVI (257). Michoacán. México.- Zimmerman, J. 1997. Ecology and Distribution of <i>Tamarix</i> sp. Southwest Exotic Plant Mapping Program. USGS. http://www.usgs.nau.edu/swemp/Info_pages/plants/Tamarix/tamitxt.htm	