

INDICE DE CONTENIDO

Contenido	Pagina
INDICE DE CUDROS	iv
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
<i>II.1 Objetivo general</i>	2
<i>II.2 Objetivos específicos</i>	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
<i>III.1 Disturbios Forestales</i>	3
<i>III.2 Efectos de la vegetación sobre el clima</i>	5
<i>III.3 Efectos de la vegetación sobre el agua</i>	5
<i>III.4 Influencia de la vegetación en la evaporación</i>	7
<i>III.5 Efectos de la vegetación sobre el suelo</i>	8
<i>III.6 Importancia del uso de las microcuencas</i>	8
<i>III.7 Técnicas de restauración</i>	9
<i>III.8 Zonificación de la restauración de la cubierta vegetal</i>	10
<i>III.8.1 Descripción general del sitio</i>	14
<i>III.8.2 Restricciones</i>	15
<i>III.8.3 Definición de la prescripción silvícola</i>	15
<i>III.8.4 Preparación del sitio</i>	15
<i>III.8.5 Clasificación de los procedimientos de preparación del terreno</i>	16
<i>III.8.5.1 Procedimiento puntual</i>	16
<i>III.8.5.2 Subsulado lineal</i>	16
<i>III.9 Trabajos a fines</i>	20

IV	MATERIALES Y METODOS	22
<i>IV</i>	<i>Descripción general</i>	22
<i>IV.1</i>	<i>Medio físico</i>	22
<i>IV.1.1</i>	<i>Ubicación</i>	23
<i>IV.1.2</i>	<i>Clima</i>	27
<i>IV.1.3</i>	<i>Fisiografía</i>	31
<i>IV.1.4</i>	<i>Hidrología</i>	33
<i>IV.1.5</i>	<i>Geología</i>	38
<i>IV.1.6</i>	<i>Edafología</i>	40
<i>IV.2</i>	<i>Medio Biótico</i>	46
<i>IV.2.1</i>	<i>Vegetación</i>	46
<i>IV.2.2</i>	<i>Especies de interés comercial</i>	52
<i>IV.2.3</i>	<i>Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extensión</i>	52
<i>IV.3</i>	<i>Medio Socioeconómico</i>	53
<i>IV.3.1</i>	<i>Población</i>	53
<i>IV.3.2</i>	<i>Actividades del sector primario</i>	55
V	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	56
<i>V.1</i>	<i>Cambio de uso de suelo</i>	58
<i>V.2</i>	<i>Riesgos de erosión</i>	59
<i>V.2.1</i>	<i>Riesgos de erosión eólica</i>	61
<i>V.2.2</i>	<i>Riesgos de erosión hídrica</i>	62
<i>V.2.3</i>	<i>Limitantes del manejo</i>	62
VI	METODOLOGIA	65
<i>VI.1</i>	<i>Objetivo Del plan de manejo</i>	66
<i>VI.2</i>	<i>Zonificación</i>	66
<i>VI.2.1</i>	<i>Zona de conservación</i>	66
<i>VI.2.2</i>	<i>Zona de manejo especial</i>	68
<i>VI.2.3</i>	<i>Zona de rehabilitación</i>	69
<i>VI.2.4</i>	<i>Zona de plantaciones</i>	70
<i>VI.2.5</i>	<i>Zonas agrícolas</i>	70
<i>VI.2.6</i>	<i>Zonas de uso industrial</i>	71

VI.2.7	<i>Zonas de aprovechamiento minero.....</i>	71
VI.2.8	<i>Zona de restricción.....</i>	72
VII.	RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.....	72
VII.1	<i>Trabajos de forestación.....</i>	72
VII.2	<i>Normales climatológicas del área de estudio.....</i>	76
VII.3	<i>Condiciones del sustrato.....</i>	76
VII.4	<i>Diseño y dimensionado del sistema de preparación del terreno.....</i>	77
VII.5	<i>Presas de gaviones.....</i>	81
VII.6	<i>Revegetación con especies nativas sobre bordería a nivel.....</i>	86
VII.7	<i>Restauración en zonas de cantera.....</i>	89
VIII	LITERATURA CITADA.....	92
IX	APÉNDICE.....	

INDICE DE CUADROS

Contenido	Pagina
1 Especies bajo estatus de comunicación.....	53
2 Memoria de cálculo para la construcción de una obra derivadora a base de gaviones.....	84
3 Memoria de cálculo para trabajos de comunicación y comunicación de suelos con plantación de especies nativas.....	88

INDICE DE FIGURAS

1 Ubicación del área de estudio.....	25
2 Vías de comunicación.....	26
3 Clasificación de climas.....	28
4 Precipitaciones anuales registradas en la estación de Ramos Arizpe, período 1987 – 2001.....	29
5 Climograma de la estación de Ramos Arizpe, período 1987 – 2001.....	30
6 Subprovincias fisiográficas.....	32
7 Unidades de escurrimiento.....	35
8 prueba de infiltración en el punto 1.....	37
9 prueba de infiltración en el punto 3.....	37
10 prueba de infiltración en el punto 2.....	38
11 Diferentes formas de Preparación del Terreno.....	75
12 Sistema de Preparación del terreno propuesto.....	79
13 Ubicación de presas de gaviones.....	82
14 Presas de control de asolve para el aprovechamiento del agua de lluvia en revegetación de áreas degradadas.....	85
15 Representación esquemática de restauración ambiental en canteras.....	91

I. INTRODUCCION

Las áreas forestales del estado de Coahuila, a lo igual que en algunos otros estados de la República Mexicana se ha caracterizado en los últimos años, por enfrentar una serie de problemas cuyo efecto se manifiesta en un grave y creciente deterioro de la capacidad productiva y de renovación de los recursos naturales, ya que de diferentes formas se pierde anualmente parte considerable de la base productiva del suelo forestal, de la biodiversidad de los bosques, selvas, y de zonas áridas y semiáridas así como invaluable beneficios ambientales.

Beltrán, (1969, 1972), Menciona que en épocas anteriores los grandes desiertos que hoy cubren una extensa zona del norte de nuestro País poseían en vastas áreas una abundante cubierta forestal. Sin embargo diversos factores principalmente de origen natural y biótico, como la agricultura nómada, el pastoreo desordenado, los incendios forestales, la explotación irracional de los recursos forestales, cambio de uso del suelo, la urbanización, etc, han extinguido la mayor parte de las especies forestales, quedando en la actualidad tan solo millones de hectáreas deforestadas e improductivas.

Debido a lo anterior el presente planteamiento se realiza con la finalidad de poner en práctica algunas medidas de recuperación para el estrato vegetativo, fauna silvestre y del suelo. Normalmente dichas prácticas son de largo plazo y por lo tanto deben tomarse experiencias de otras regiones, a fin de iniciar medidas de recuperación. En la rehabilitación de las zonas áridas se requiere la iniciación de programas de revegetación con las especies afines a los climas locales, ya sea forestales, forrajearos, u ornamentales, enfocados a los siguientes objetivos: recuperación y protección al suelo, proveer de alimento y abrigo a la fauna silvestre y al mismo tiempo brindar una mejor vista escénica.

II Objetivos

En base ha lo anterior, el desarrollo del presente estudio se realizó para el cumplimiento de los siguientes,

II.1 Objetivo general

Realizar un Diagnóstico ambiental del área propiedad de APASCO y su zona de influencia inmediata, que apoye la toma de decisiones en el diseño de medidas de mitigación.

Diseñar diferentes propuestas de manejo en el marco de la protección de los recursos naturales y la mitigación de efectos adversos.

Crear un Sistema de Información Geográfica del área de estudio, que pueda ser continuamente actualizado y que apoye la toma de decisiones en materia de gestión y planeación ambiental de la Compañía Cementera “APASCO”.

II.2 Objetivos específicos.

- a). Proponer acciones tendientes a la restauración del ecosistema forestal en el área de estudio.
- b). Establecer medidas adecuadas para la retención y conservación del suelo.
- c). Definir acciones enfocadas a la protección, conservación y mejoramiento de los recursos de flora y fauna silvestre.
- d). Promover la conservación y recuperación de los suelos.

- e). Proteger las especies vegetales, con especial interés las plantas en peligro de extinción.
- f). Impulsar la revegetación y la reforestación con especies arbustivas, arbóreas, cactáceas y plantas herbáceas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

III.1 Disturbios Forestales

Los eventos que interrumpen los avances sucesionales y que lo hacen retroceder a una etapa anterior, iniciando de esta manera una sucesión secundaria, se dominan perturbaciones (Young, 1991).

En función de sus causas, se distinguen dos tipos de disturbios: naturales y antropogénicos. Los disturbios por causas naturales pueden ser: erupciones volcánicas, huracanes, tormentas eléctricas, trombas, vientos, sequías, heladas, granizadas, nevadas, inundaciones, avalanchas, incendios forestales originados por rayos, erosión, glaciaciones y arribo de meteoritos (Rodríguez, 1996). Aunque éstos causan daño, son parte de un ciclo ecológico en equilibrio manifestados por la evolución y permanencia de especies adaptables a las nuevas condiciones del terreno.

Este tipo de perturbaciones se dividen en disturbios de origen espacial, que consisten en los impactos de cometas o fragmentos de éstos, y de aerolitos; los disturbios de origen atmosférico, que también podrían denominarse climáticos u originados por el tiempo atmosférico y los disturbios de origen geológico, que incluyen erupciones volcánicas, efusiones de lava, sismos y movimientos de masas continentales principalmente. Los disturbios de origen biológico consideran

a plagas y enfermedades, así como depredación excesiva. Por otra parte, los disturbios antropogénicos son los provocados por el hombre, y aunque son los más recientes en la historia geológica del planeta, son también más variados y devastadores, ejemplificándose con la contaminación del aire, agua y suelo, afectando a vegetales y animales en todo tipo de ecosistemas, y propiciando el calentamiento global derivado de la contaminación del aire. Asimismo, Seoanez (1998) afirma que la sobreexplotación de los recursos naturales ha modificado las características del suelo, destruido el ecosistema existente, y alterado otros circunvecinos o cercanos; además, ha provocado extinción de especies animales y vegetales, destrucción de biocenosis completas, alteraciones del equilibrio ecológico y deterioro de la calidad de agua, así como alteraciones al clima y modificaciones a la arquitectura del paisaje. Los disturbios más frecuentes y practicados por el hombre son: incendios, pastoreo, clandestinaje e industrialización, urbanización acelerada de zonas rurales, erosión del suelo, así como eutroficación de ríos y masas de agua, por mencionar algunos.

La importancia de la vegetación en la conservación de los recursos que la hacen posible y la condicionan, el suelo y el agua, introduce una compleja cáustica de interrelaciones y mutuas dependencias lo que evidencia la importancia de los espacios forestales, que ocupan posiciones estratégicas en las cuencas por estar situadas fundamentalmente en las cabeceras y zonas medias, donde las precipitaciones pluviales son mayores y el relieve más accidentado (Congreso Iberoamericano de Manejo de Cuencas, Chile, 1990. Congreso Forestal Mundial, París, 1991, Congreso de Naciones Unidas, Río, 1992).

Por lo que la Ley de Aguas (1985), en el artículo 40 y en el reglamento de Planeación Hidrológica (1988), establece la obligatoriedad de que los planes hidrológicos de cuencas vayan acompañados de la Restauración Hidrológica Forestal y conservación de suelos, a realizar por las administraciones correspondientes.

El bosque como se ha dicho, es la formación vegetal más evolucionada y de mayores exigencias, sobretodo respecto al clima, a ciertas condiciones ecológicas y edáficas, cuando estas condiciones se alteran o interrumpen, se pierde la vegetación existente, formando otro tipo de vegetación o bien, desiertos.

III.2 Efectos de la vegetación sobre el clima

J.M. Gandullo (1990) dice que el microclima del bosque, que él prefiere llamar ecoclima, en comparación con un sitio descubierto es: menos luminoso, con reducción hasta del 90% menos caluroso, con una reducción de 4°C de la temperatura media anual: menos ventosos, con reducción de la velocidad del viento hasta una cuarta parte, más húmedo con un aumento de el 10% . En definitiva, unas circunstancias diferentes y que por consiguiente, permite que la vida, tanto cualitativa como cuantitativamente se desarrolle de forma distinta.

III.3 Efectos de la vegetación sobre el agua

El balance hídrico de una cuenca durante un periodo de tiempo es el principio de conservación de masa o ecuación de continuidad. En cuanto a la influencia de la vegetación en la intercepción de las precipitaciones atmosféricas, en forma de lluvia o bien en forma de nieve, rocío, escarcha u otra forma de manifestación, al iniciar sobre la superficie boscosa, son interceptadas o retenidas por las hojas y ramillas y, en consecuencia no llega toda el agua al suelo, el agua que llega al suelo se denomina precipitación neta y el volumen que queda en el estrato vegetal, la intercepción. Los factores que influyen en este proceso pueden destacarse: la especie vegetal y su edad, el tipo de bosque y las circunstancias del medio (temperatura ambiental, presión atmosférica, etc.)

Friedrich. Establece que la intercepción contribuye fundamentalmente en la redistribución de la precipitación, y en cuanto a las salidas por cambio de estado

de agua a vapor, de ahí la importancia de la conservación de los estratos vegetales, arbóreos u arbustivos, tanto en zonas templadas y tropicales como en zonas áridas.

Herchfield (Citado por Carranza, 1973) afirma que la lluvia efectiva es aquella parte de la lluvia total que esta disponible durante el periodo de crecimiento de las plantas para satisfacer sus necesidades de uso.

Influencia de la vegetación sobre la infiltración y escorrentía

El agua que penetra en el suelo llena los huecos de los horizontes superficiales, cumplido lo cual, su velocidad de penetración dependerá de la velocidad con que pueda moverse a través de su perfil. Experimentalmente la velocidad puede llegar a ser del siguiente orden: En suelos forestales en el horizonte superficial es de 150 cm/hora y en los horizontes subsuperficial es de 30 cm/hora, es decir, la infiltración disminuye rápidamente en relación directa con la profundidad del suelo, y es muy superior en los suelos forestales que en los suelos agrícolas.

La permeabilidad esta definida por los grandes poros a través de los cuales el agua puede moverse por la acción de gravedad. Las razones que manifiestan a esta son: la continua incorporación de la materia orgánica al suelo, en lo que respecta al sistema radical, pues al descomponerse las raíces crean innumerables canalillos, más o menos vacíos de material sumamente permeable, por donde circulan las aguas con relativa facilidad. Podría establecerse las siguientes conclusiones: una cubierta arbórea con tapiz natural no perturbado mantiene la máxima infiltración en una situación dada. La infiltración es mayor en masas arbóreas adultas que en las jóvenes; en los bosques sin pastoreo que en los pastados; en montes claros que en los rasos.

Mientras que el papel principal que desarrolla la vegetación en el proceso de escorrentía es de modificar la forma en que estas aguas acceden a los causes, disminuyendo drásticamente las aportaciones de la superficie y aumentando las

subterráneas. En este aspecto de disminución de escorrentías superficiales e incremento de la dotación del agua del suelo es donde las masas forestales tienen una espectacular eficacia, conjugándose distintos factores para conseguir este efecto. Así la mayor capacidad de infiltración de que dotan a los suelos; la intercepción de la precipitación, que disminuye la intensidad de los aguaceros y distribuye su agua a través del tiempo; la mayor rugosidad de la superficie y los mayores obstáculos de contorno, que producen una fuente de disminución de la velocidad del desplazamiento de las aguas superficiales.

III.4 Influencia de la vegetación en la evaporación

En las salidas de agua por cambio de estado de líquido a vapor, hay una drástica reducción, como se ha dicho, en la evaporación directa del agua del suelo que, en líneas generales, compensa el incremento de transpiración y de la evaporación del agua retenida por intercepción. La evaporación es diferente, según la composición de la cubierta vegetal. Al aumentar la edad y disminuir la espesura de la masa forestal la evaporación tiende a aumentar. En los suelos cubiertos por hojarasca sin descomponer, la evaporación es inferior a la producida en el suelo arenoso desnudo a demás la transpiración con déficits hidrométricos, elevados es más intensa y, por lo contrario menos intensa para déficits bajos, también influye la luz solar, la temperatura, el contenido de humedad, la fertilidad del suelo y la composición de la vegetación. La transpiración en función de la temperatura media anual es, para las frondosas, de 200 a 300 mm anuales, mientras que para las coníferas es de 100 a 150 mm.

También la presencia de la cubierta vegetal controla las características físicas y químicas del agua, favoreciendo el contacto e intercambio entre la precipitación caída y la cubierta vegetal viva, la materia orgánica depositada en el suelo y las capas minerales de éste, controlando en definitiva la cantidad de nutrientes que salen del ecosistema arrastrados por las aguas de escorrentía, es decir, los procesos de eutrofización de las aguas (Likens 1979).

III.5 Efectos de la vegetación sobre el suelo.

La vegetación no es el único factor determinante en la estabilidad del suelo en las laderas ante los movimientos de masas, aunque puede condicionar las acciones de otros factores. La cubierta vegetal es un agente extraordinariamente eficaz en la disipación de la energía cinética producida por las gotas de la lluvia al caer, reduciendo con ello la erosión del suelo, también el sistema radical de las plantas proporciona al suelo una notable resistencia tanto frente al arrastre de sus materiales como al desplome o deslizamientos superficiales, evitando la formación de cárcavas, zanjas, etc. Por lo que la vegetación representa una gran importancia en los fenómenos erosivos.

III.6 Importancia del uso de las microcuencas.

Los escurrimientos en las zonas áridas se presentan en forma torrencial, y su distribución mensual es muy semejante al de las lluvias, por esta razón es de suma importancia llevar a cabo trabajos para captar y almacenar el agua de las lluvias que permita balancear las demandas tan grandes en la época de sequía.

Es de gran importancia (Obregón, 1974) emplear y experimentar con microcuencas, ya que es una de las soluciones más viables para captar los escurrimientos

III.7 Técnicas de restauración.

Previamente la enumeración de los objetivos anteriores de las acciones de restauración, conviene definir con precisión el concepto de restauración de la cubierta vegetal.

Serrada (1993) define la restauración como: El conjunto de técnicas que son necesarias aplicar para crear una masa Forestal, formada por especies vegetales leñosas (arbóreas o arbustivas) que sean estables con el medio, en un terreno cuya vegetación actual es ineficaz en menor o mayor grado según el uso asignado al territorio, y que ha adoptado las características deseadas.

La restauración se plantea considerando que debe atender a una vegetación estable y permanente, en equilibrio con las condiciones del medio y que sea tan evolucionada que admita la capacidad de acogida de cada ecosistema en cuanto a composición, formaciones y estructura (Ministerio de Medio Ambiente, 1998); asimismo, que proporcione una arquitectura apropiada del componente vegetal en el ecosistema, para alentar el establecimiento de la fauna silvestre (Chávez, 1996).

En la elección de especies, es objetivo fundamental que las especies planteadas en primer lugar y las formaciones resultantes, se integren en la serie de vegetación en la que pertenece la zona del proyecto.

Es importante elegir las especies más adecuadas para las condiciones del medio con el objetivo de que la adaptación de la misma conlleve al menor gasto de energía posible y se tenga mayor probabilidad de éxito, por lo que se recomienda que las especies elegidas sean nativas del área, y si son introducidas procurar que su lugar de origen presente características similares al área de interés, en cuanto a la distribución de especies, densidad y estructura de la nueva masa debe diseñarse de forma que haga falta la menor intervención del hombre.

III.8 Zonificación de la restauración de la cubierta vegetal

La localización de las zonas a restaurar en un sentido amplio debería ser consecuencia de una ordenación racional del territorio. Sin embargo muchas veces este punto se ha obviado y se han determinado las áreas del proyecto de una manera aislada.

En primera instancia se trata de determinar las áreas con mayor capacidad para albergar la actividad "Restauración de la cubierta vegetal". El segundo paso en la zonificación es determinar polígonos homogéneos de acciones que reciban el mismo tratamiento en cuanto a la elección de especies, preparación del terreno y plantaciones o siembra. La topografía, el clima y la vegetación son elementos que no representan dificultad para reflejarlos en una cartografía básica y fácilmente interpretable a la hora de definir capacidades. Pero el elemento suelo, presenta mayor dificultad al necesitarse aplicar algunas metodologías que partiendo de los distintos tipos de suelo presentes en la zona sea capaz de clasificarlos según sea su aptitud para acoger las distintas actividades. Esta aptitud viene determinada por factores como la textura, pendiente media, grado de fisuración de la roca, calidad de drenaje, caliza total...

La siguiente fase en la ordenación consiste en establecer la importancia de cada elemento para acoger la actividad, esto quedara plasmado en un vector de valores que cuantifican la capacidad de aceptación de la citada actividad por cada uno de los tipos de los distintos elementos.

La información recogida se condensará en un único valor para cada recinto homogéneo del medio. Para esto se asignara un valor a cada elemento en relación con la actividad. Quedando de la siguiente manera la zonificación.

La socioeconómica. Pese a no ser un elemento del medio en sí mismo, en muchas ocasiones es un factor determinante en la localización de las zonas de repoblar. La comparación entre índices de paro entre los términos municipales es en ocasiones el criterio a seguir para fijar la zona a restaurar.

La segunda zonificación consiste en la delimitación de los polígonos homogéneos del medio, dentro de la zona asignada para restaurar. Estas zonas homogéneas en cuanto a topografía, vegetación, clima y suelo, recibirán el mismo tratamiento en cuanto a elección de especies, preparación del terreno y plantaciones o siembra.

Cuando la restauración de la cubierta vegetal afecta a áreas de riveras, la zonificación deberá hacerse tanto longitudinal como transversal, la primera de ellas, se realiza a lo largo del perfil longitudinal del cauce, las comunidades ripícolas se van distribuyendo en función de factores microclimáticos, en la zonificación transversal en los distintos tramos de cauce se puede observar la existencia de una serie de bandas de vegetación paralela al eje del cauce. La capacidad de las especies de tolerar encharcamientos y oscilaciones del nivel freático irá colocando a cada una de ellas a una distancia del eje del cauce.

La forma de sistematizar y facilitar la ejecución de las obras de restauración consiste en diseñar "mezclas tipos" en las que se definan, especies arbóreas y arbustivas, distribución en planta y espaciamiento. Por último recordemos tres principios a tener en cuenta a la hora de zonificar la restauración de riveras:

Las plantaciones deben ser diversas y heterogéneas, imitando las distribuciones de individuos observadas en tramos análogos (p.e. distribución en mosaico de golpes de individuos de la misma especie, edad y procedentes del mismo lugar de origen). La vegetación de ribera debe quedar conectada funcionalmente con el cauce.

La restauración debe ser orientada a corregir la formación de bosques de galería continuos y con una cierta anchura.

Jaramillo (1994) menciona que una de las formas para revegetar las áreas deterioradas es la siembra de especies nativas o introducidas, tanto de gramíneas como de plantas arbustivas, evitando los desmontes masivos; sin embargo, estas actividades requiere de ciertas condiciones climáticas y edáficas, por lo que solo es posible efectuarla en una área específica.

Sea cual fuera el sistema que se adopte para iniciar un proceso de revegetación, debe prevalecer la mística de conservar la vegetación y la fauna silvestre existente, cuidar las especies vegetales y los animales que han soportado inclemencias para sobrevivir. Por lo anterior se propone para las zonas áridas y semiáridas los siguientes proyectos para una mejor revegetación.

1.) Respetar la vegetación nativa para:

Evitar los desmontes masivos.

Establecer áreas de repecho.

Conservar arboles y arbustos aislados.

Proteger el hábitat de la fauna.

Evitar el saque o de cactáceas u otras especies.

Siembra de arbustos y arboles.

Fomentar el establecimiento de arbustos y arboles.

Construir obras de captación de agua.

Realizar prácticas de conservación de suelos.

Revegetar de forma primera todos los suelos tepetatosos y los fuertemente erosionados.

Promover y proteger la propagación de especies en extinción.

Desarrollar actividades cinegéticas.

Para lo cual se recomiendan las siguientes especies a utilizar durante el proceso: *Acacia berlandieri*, *Acacia accidentalis*, *agave spp.*, *Amelanchier denticulata*, *Artemisia tridentata*, *Atriplex barclayana*, *Atriplex julacea*, *Atriplex polycarpa*, *Atriplex canescens*, *Atriplex numularia*, *atriplex sp.*, *Belopertone*

californica, *Bergina virginata*, *Caesalpinia palmeri*, *Callindra eriophylla*, *Calliandra spp.*, *Celtis pallida*, *Celtis laevigata*, *Ceanothus greggii*. *Chiliopsis linearis*, *Cordia sonora*, *Prosopis glandulosa*, *quercus spp.*, *Quercus chriolepis*, *Quercus greggii*, *Taxodium mucronatum*, *tamarix sp.*, *Yuca spp.*

Ministerio (1994) Menciona que las tierras donde no se han realizado labores de cualquier tipo desde hace tiempo presentan, generalmente, una vegetación espontánea de diversas características. Si han estado sometidas a cualquier manejo agrícola, encontraremos una vegetación predominante herbácea. En caso que los cultivos anteriores hubieran sido leñosos o en las tierras de carácter forestal, la vegetación espontánea puede poseer una amplia gama de grados de lignificación, desde la propia de los matorrales hasta la de los vegetales arbóreos.

Sea cual sea el método elegido para la repoblación en tierras que se utilizaron con fines agrícolas o pecuarios, es la aparición de vegetación que crece simultáneamente a las plantas que se introduzcan, sin embargo son plantas pequeñas y con raíces frágiles que no presentan ningún problema, por lo que se puede realizar actividades como lo es el laboreo del suelo, durante la preparación del terreno.

Capo (2002) Señala que para el éxito de la realización de cualquier trabajo de restauración o forestación debe realizarse primeramente un diagnóstico del lugar, el cual debe tener toda la información pertinente a los objetivos establecidos, básicamente una descripción de los factores ecológicos, económicos, sociales, legales, culturales etc, del sitio.

La información puede recabarse de diversas fuentes sean éstas bibliográficas, comunicaciones personales o directamente del campo.

La información puede dividirse en aspectos del medio físico y aspectos socioeconómicos. Los primeros son: situación geográfica y topográfica, clima, suelo, vegetación, estado de la regeneración natural así como fauna silvestre y doméstica. Los segundos son: situación legal, uso actual del predio, asentamientos humanos y organización social, grado de conciencia forestal, entrenamiento o adiestramiento, actividades económicas (por temporada), accesibilidad a maquinaria y equipo

Posteriormente debe realizarse una prescripción, la cual debe contener lo siguiente:

Introducción

Presenta una breve descripción del problema a resolver y establece los objetivos de la plantación.

Condiciones

Aquí se establecen los supuestos sobre lo que se elabora la prescripción, y los requisitos necesarios para el éxito de la plantación o reforestación.

III.8.1 Descripción general del sitio

Incluye toda la información recogida en el diagnóstico y que sea relevante: localización, clima, hidrología, topografía, suelos, vegetación, presencia de poblaciones de animales, insectos y enfermedades, etc.

III.8.2 Restricciones

Se describen detalladamente las limitaciones, legales, físicas, económicas, ecológicas, tecnológicas, de tiempo, etc, dentro de las cuales se realizarán las actividades.

III.8.3 Definición de la prescripción silvícola

En este punto se recomienda el tratamiento para un determinado rodal o sitio, a fin de conservar o recuperar el estado actual del área, para asegurar o perpetuar los beneficios que se obtienen del mismo, también debe contribuir a lograr los objetivos planteados en un tiempo mínimo y al menor costo posible.

III.8.4 Preparación del sitio

La preparación del sitio incluye todas las manipulaciones del suelo o a la vegetación para incrementar la sobrevivencia, potenciar el crecimiento o eliminar factores desfavorables para las especies deseables.

Objetivos de la preparación del sitio.

Reducir la competencia de plantas no deseadas.

Crear microsítios favorables para las especies deseadas.

Reducir el daño por animales.

Controlar las enfermedades y plagas.

Mejorar el drenaje e infiltración del suelo.

Remover el horizonte orgánico para plantar en el suelo mineral.

Aumentar la profundidad del perfil útil.

Aumentar la capacidad de retención de agua.

Facilitar la penetración mecánica de las raíces de las plantas introducidas mejorando transitoriamente la permeabilidad mediante los lavores.

Para la preparación del sitio, es importante elegir el método mas adecuado, dependiendo los objetivos antes planteados. Se pueden utilizar métodos mecánicos (incluyendo manuales), químicos (herbicidas), o fuego controlado para preparar el sitio y asegurar la máxima tasa de sobrevivencia y crecimiento, también pueden utilizarse estos métodos combinándose entre sí.

III.8.5 Clasificación de los procedimientos de preparación del terreno

Para definir adecuada y suficientemente una preparación del suelo es necesario referirse a cuatro criterios de clasificación que suministran para cada procedimiento: el primero se refiere a la extensión superficial afectada por la preparación. Los tipos de preparación que se definen en función de ella son. Puntual; lineal y hecho.

III.8.5.1 Procedimiento puntual (manual)

Consiste en realizar hoyos u otro tipo de remoción puntual del suelo con herramientas manuales apropiadas. La operación se ejecuta siguiendo un marco previo a marco real o tresbolillo en el caso de actuar en pendientes. Los hoyos tienen unas dimensiones de 40 x 40 x 40 cm y la tierra extraída debe quedar aguas abajo si hay pendiente además deberán realizarse en épocas que no hayan heladas.

III.8.5.2 Subsolado lineal

Consiste en realizar cortes perpendiculares en el suelo, de una profundidad de 40 a 60 cm, mediante un apero denominado subsolado o "riper". Esta labor puede realizarse según las curvas de nivel. Esta labor mejora sensiblemente la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración en los surcos.

Y el último método (Hecho,) que consiste en la remoción completa del terreno

Los factores a tener en cuenta para decidir en esta cuestión son: *calidad del suelo* o la importancia de sus características y estado de degradación, necesitando mayor preparación los perfiles de peor calidad; la pendiente, cuando es un factor determinante para la erosión hay que tomar en cuenta el efecto hidrológico en cada tipo de preparación del terreno; tipo de planta, cuando se utilizan plantas en envase para la repoblación, el terreno requiere menos intensidad de preparación, cuando se hacen siembras directas, siembras por golpe o al voleo, es necesario una preparación puntual.

Si en el área de interés, se pretende la restauración por medio de plantaciones con especies forestales, es importante elegir especies adecuadas, por lo que se debe tomar en cuenta su procedencia y calidad de las plantas, prácticas de la plantación en las cuales incluye épocas, densidad, transporte, cuidado y el manejo de las mismas, debemos tomar en cuenta también el control del daño por animales, inspecciones y mantenimiento, presupuesto y calendario de actividades; sobre el paisaje, siendo los más patentes los que producen las preparaciones lineales.

El segundo criterio está relacionado con la acción sobre el perfil del tipo de preparación. Los tipos que se definen en función de ella son: con inversión del horizonte y sin inversión del horizonte.

El tercero se refiere a la forma de ejecución de la preparación. Distinguiendo dos tipos: manual y mecanizada.

Los factores a analizar para decidir sobre la forma de ejecución son. Pendiente, en cuanto es un factor limitante para la mecanización en curvas de nivel; la pedregosidad superficial y los afloramientos rocosos que pueden impedir el tránsito de maquinaria: defectos del perfil, que si son muy graves pueden no ser superados por una preparación manual; los aspectos económicos, pues las

preparaciones manuales a igualdad de densidad de plantación tienen un costo del doble que las actividades mecanizadas, y por último los aspectos sociales, pues la preparación manual genera mayor empleo siendo, por otra parte, muy onerosa por lo que se tiende a descartarlas cuando se repueblan grandes superficies.

El cuarto criterio es la profundidad que se alcanza la preparación del suelo. Se valora en tres tipos: profundidad baja, cuando alcanza entre 0 y 20 cm; mediana entre 20 y 40 cm; y alta entre 40 y 60 cm. Los criterios a considerar para decidir la profundidad son: el método de repoblación, calidad del perfil, tipo de planta y régimen hídrico de la estación.

Uno de los puntos más importantes durante el proceso de restauración es la elección de la especie a utilizar, en donde se debe tomar en cuenta la elección de especies y su procedencia; estas deben ser capaces de rendir el producto deseado, sobrevivir en el sitio y crecer a una velocidad máxima de acuerdo a la calidad del sitio. Por lo tanto la adaptación de las condiciones del sitio, debe ser el principal factor a considerar.

Las procedencias locales son las más seguras. Se entiende por locales aquellas fuentes de semillas localizadas dentro de una área cercana al sitio de interés, debe tener la mayor similitud en las condiciones climáticas y edáficas.

Cuando no se cuenta con material genético, es necesario realizar pruebas mediante experimentos, ya que estos pueden conducir a un total fracaso en el trabajo. Las plantulas a utilizar deben estar bajo diferentes tratamientos de adaptación al lugar de interés, logrando con ello aumentar las posibilidades de sobrevivencia.

Posteriormente de la preparación del terreno e introducción de la masa vegetal, es necesario implementar medidas de protección contra la fauna silvestre

y doméstica; se pueden evaluar diferentes métodos y utilizar para la protección y escoger el más económico y efectivo.

Algunas medidas de protección pueden ser las siguientes:

Barreras físicas.

Trampas con cebos envenenados.

Métodos persuasivos para impedir los daños por animales.

Enseguida se mencionan algunas medidas de restauración que se han llevado a cabo para evitar la erosión del suelo, recarga de acuíferos, disminución de escorrentías, reforestaciones y fomento de la fauna silvestre,

Cruickshank (1985) y Chanphaka (1985) coinciden en utilizar la construcción de terrazas, subsoleo a nivel, excavación de zanjas trincheras, represas de gaviones, mampostería escalonada, diques y cepa común, en el control de la erosión y conservación del suelo, corrección de problemas en el manejo de cuencas, así como recarga de acuíferos, como en el caso de la cuenca oriental del Valle de México, tributaria del lago de Texcoco.

Foster (1967) menciona el uso de linderos o franjas de vegetación para contener la erosión del suelo alrededor de los campos y también para refugio de la fauna silvestre; estos linderos podrían ser de gramíneas (*Poaceae*) y leguminosas (*Fabaceae*).

Jaramillo (1994) proponen proyectos de revegetación en las zonas áridas y semiáridas en terrenos utilizados para la actividad agrícola y pecuaria, puntualizando la importancia en: fomentar las condiciones ecológicas que permitan la reforestación con especies forrajeras y de aprovechamientos múltiples, que ayuden a la protección tanto la actividad ganadera como la protección de fauna y suelo; la siembra de praderas en las áreas temporales con zacates introducidos, por ejemplo zacate buffel; rehabilitar los agostaderos y praderas, mediante prácticas de manejo y el ajuste de carga animal;

III.9 Trabajos afines

Gutierrez (1975) realizo una evaluación de diferentes métodos para el establecimiento de tres especies forestales en zonas aridas(*Chiliopsis linearis*, *Cupressus sempervirens* y *Pinus halepensis*). Para lo cual selecciono un diseño experimental en bloques al azar, con un arreglo factorial y dos repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes:

Sauceda1 en el cual la planta quedó en la base alta del bordo, captando el agua de los escurrimientos en dos zanjas de 8 mts. de largo y 4 mts. De ancho cada una construida a los lados de la planta. La profundidad varía de 5 mts. Contiguo a la planta y va disminuyendo gradualmente a lo largo de la zanja.

El segundo método de plantación lo llamo sauceda 2. Donde se construyo una cepa en forma de semicírculo para captar el agua la cual tenia 4 mts. de ancho y una profundidad de 5 mts.

El tercer método de plantación el cual fue el sistema gradoni, se construyó en la base alta del bordo una cepa en forma rectangular para captar el agua, con dimensiones de 2 mts. de largo, 4 mts de ancho y 5 mts de profundidad.

En cada método se plantaron 54 plantas de cada especie y fue realizado de forma manual.

Como resultado obtiene que el mejor método es el gradoni, ya que presenta superioridad a los otros dos, sin embargo recomienda también la utilización de los otros dos ya que también tienen buenos resultados. Menciona también que el *mimbre* se puede adaptar fácilmente a regiones áridas en lugares que no son arroyos y por ser una especie de crecimiento rápido puede usarse para

reforestaciones a corto plazo. El pino *alepo* y el *cipres* los recomienda para la reforestación en zonas áridas y semiáridas utilizando practicas para la captación de agua.

iv materiales y metodos

IV Descripción general

IV.1 Medio físico

El área de interés se ubica dentro de La Sierra Madre oriental, en las subprovincias fisiográficas de los pliegues Saltillo – Parras y en menor proporción en la Gran Sierra Plegada. El clima dominante en casi la totalidad de la extensión del área de APASCO es de tipo seco semicálido (Bsohx'), y solo en las áreas de mayor altitud de la Sierra San José de los Nuncios se recibe la influencia de un clima de tipo seco templado (BSokx').

En el paisaje dominan los sistemas de topofomas de sierras y llanuras bajas, localizándose dentro de la extensión de APASCO parte de las Sierras San José de Los Nuncios y San Francisco de Los desmontes; los suelos desarrollados en ambas sierras son someros con 10 a 20 cm de profundidad (litosoles), éstos subyacen sobre rocas de tipo caliza (en la Sierra San José de Los Nuncios), o sobre asociaciones de lutitas y areniscas (en La Sierra San Francisco de los desmontes). (Ver imagen 1).

Sin embargo, a medida que se avanza hacia las partes más bajas de la Sierra San José de los Nuncios, en pie de monte se presentan suelos más desarrollados, como el de tipo rendzina (desarrollado sobre rocas calizas y cuerpos aislados de material geológico de tipo conglomerado), o suelos someros, claros, con afloramientos rocosos, como los regosoles calcáricos formados a partir de material de arrastre.

Los suelos más profundos (xerosoles haplicos), desarrollados por la deposición de materiales en las orillas del arroyo de pesquería, éste tipo de suelo es de formación aluvial, con alto contenido de arcillas en el subsuelo.

Los tipos de vegetación desarrollados dentro de la superficie de interés y su área de influencia son característicos del Desierto Chihuahuense, y en forma general se componen por elementos propios del matorral desértico rosetófilo y

micrófilo, la excepción la constituye la vegetación en las partes más altas de la Sierra San José de Los Nuncios, donde se recibe la influencia de climas templados, ésta se compone por elementos propios del matorral submontano, quien se encuentra asociado con bosque de pino; dichas comunidades se localizan en forma de cuerpos aislados que se entremezclan con elementos del matorral desértico rosetófilo distribuido desde las partes más altas de las sierras (San José de los Nuncios y San Francisco de los desmontes) hasta el pie de monte. Las especies más representativas en este tipo de comunidades son la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), la guapilla (*Hechtia glomerata*), y el nopal (*Opuntia sp.*).

Sin embargo, en la ladera sur de la Sierra San José de los Nuncios, y a medida que se avanza hacia las áreas de menor altitud, en la ladera norte de la misma, el matorral desértico rosetófilo pierde dominancia y empieza a entremezclarse con elementos subinermes como las Acacias (*Acacia amentaceae*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*), ésta última especie es la más dominante en el terreno con menor pendiente, donde junto con *Viguiera stenoloba* y *condalia spathulata* forman parte del matorral matorral desértico micrófilo inerme que se distribuye en las llanuras.

En la parte más alta del área de estudio, en la Sierra San José de los Nuncios, se observan *Pinus catarinae* en algunas laderas y escorrentías.

IV.1.1 Ubicación

El área de estudio, se ubica al sureste del Estado de Coahuila, en el municipio de Ramos Arizpe a 8 km al norte de la ciudad del mismo nombre, en el extremo norte del Valle de Saltillo, se localiza entre las coordenadas 100° 53' 25.08" y los 100° 48' 56.52" de longitud oeste y entre los 25° 34' 41.16" y los 25° 38' 52.94" de latitud norte; con altitudes que varían desde los 1240 msnm en el valle hasta los 2240 msnm en La Sierra San José de los Nuncios, ocupando una **superficie estimada en 1,572.72 ha** (Fig.1).

La zona de trabajo se encuentra bien comunicada por 2 vías principalmente: la carretera 57, en su porción de la autopista Saltillo – Monterrey, a la altura del km 20.5 y la vía férrea de México _ Piedras Negras, ambas dividen el área de estudio por su parte central en dos secciones la noroeste y la sureste. Además se cuenta con la infraestructura viaria desarrollada por Apasco, consistente en vías de 4 y 2 carriles, pavimentadas y con terrecería, que comunican las diferentes áreas de trabajo de planta-canteras y patios (Fig. 2).

Fig. 1. Ubicación del área de estudio.

Figura 2. **Vías de comunicación.**

IV.1.2 Clima

Los climas predominantes son secos del tipo semicálido (BS0hx') y secos templados (BSkx'), el primero presente en la sección noroeste en la Sierra de San Francisco de los Desmontes y el segundo en la sureste en mayor proporción, abarcando la mayor parte de la Sierra San José de los Nuncios y el valle hasta la Sierra Agua del Toro (Fig. 3).

De acuerdo a los registros meteorológicos del período 1987 - 2001 proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) de la estación de Ramos Arizpe (anexo 1), la precipitación media anual es de 302 mm, el mes más lluvioso es Septiembre con una precipitación media mensual de 67.25 mm, y el de menor precipitación es Marzo con 7.67 mm . Sin embargo el estado de Coahuila esta declarado por CNA oficialmente en sequía desde 1993, aunado a un comportamiento errático de la precipitación en la zona (Fig. 4). En el período considerado la máxima precipitación se presentó en 1988 con 514 mm y la mínima en 1999 con 141 mm.

Figura 3. **Clasificación de climas**

FIGURA 4 PRECIPITACIONES ANUALES REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN DE RAMOS ARIZPE, PERÍODO 1987 – 2001

La temperatura media anual es de 17.43 mm, alcanzando sus valores más altos en el verano con valores medios de 21 a 25° C y máximas extremas de 40 y 41° C en los meses de mayo y junio. Los meses mas fríos son Diciembre y Enero con valores promedio de 12° C y mínima extrema de 8° C.

El climograma (Fig. 5) muestra el gran déficit hídrico, por las notables diferencias entre la precipitación media anual y evapotranspiración potencial (ETP), en donde se aprecia como el régimen de precipitación de verano con varios picos modales, marca un periodo de humedad en el mes de Septiembre, el más lluvioso, sin que la precipitación alcance a superar la ETP repuntando únicamente sobre el 50% de ETP suficiente para el crecimiento vegetativo, una vez terminado el periodo de mayor concentración de calor entre los meses de mayo a agosto.

Este periodo húmedo termina hacia fines de octubre donde la incidencia de lluvias disminuye drásticamente marcando un periodo de sequía que se prolonga hasta los meses de abril, mayo e incluso en los años más secos hasta junio, con escasas aportación por las heladas y días con neblina de diciembre y enero, durante las cuales las pérdidas por evaporación y traspiración son mínimas.

FIG. 5 CLIMOGRAMA DE LA ESTACIÓN DE RAMOS ARIZPE, PERÍODO 1987 - 2001

1.1.3 Fisiografía

a Provincias y subprovincias fisiográficas

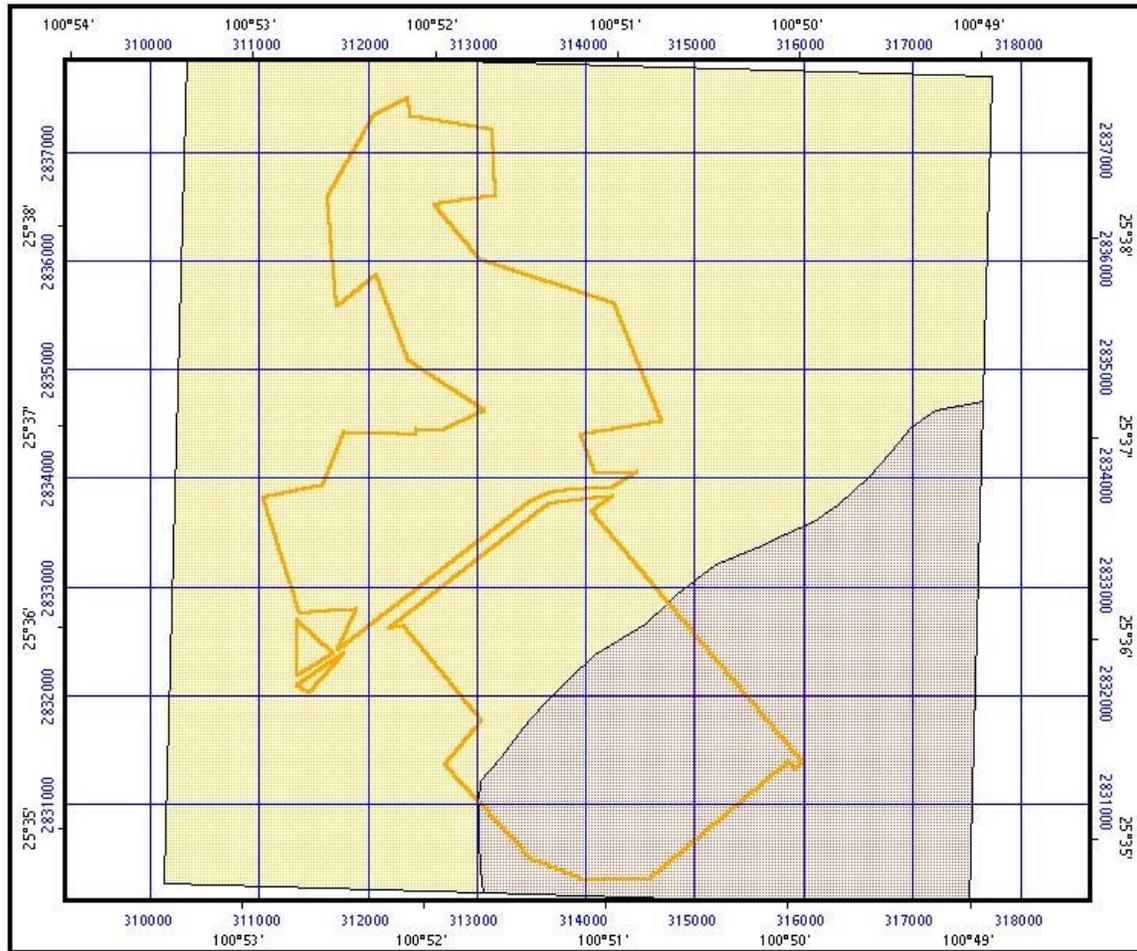
La superficie correspondiente al área de estudio, se enclava en su totalidad dentro de la Provincia de La Sierra Madre Oriental, y comprende 2 subprovincias la de la Gran

Sierra Plegada y los Pliegues Saltillo – Parras (Fig. 6), Rzedowski (1978), menciona que para algunos autores la Sierra Madre Oriental llega hasta el centro o el norte de Coahuila, pero él la ubica en su límite más norteño o septentrional hasta la formación de la Sierra Plegada, continuándola en los pliegues saltillo parras y sierras transversales. Este mismo autor define su orogénesis al final del cretácico, en el cual la mayor parte del territorio de lo que actualmente es México se encontraba bajo el mar, y es cuando ocurre la Orogénesis Laramídica o Hidalguense que originó la emersión definitiva que rápidamente involucró todo el territorio, a excepción de lo que hoy es el Sureste mexicano. Los principios del

Eoceno fueron el escenario de la Orogénesis Hidalguense, responsable del plegamiento y levantamiento de la Sierra Madre Oriental.

Canales y colaboradores (1996), mencionan que durante el Mesozoico (de 248 m.d.a. hasta hace 65 m.d.a.), la forma del continente americano era distinta, con partes emergidas y otras sumergidas en el mar, pero en el extremo sur existía la península de Coahuila, que ocupaba lo que ahora es la parte central del estado. Fue una masa alta y estable que en un período más reciente –en la era Cenozoica- sirvió de contrafuerte para un enorme movimiento de tierras conocida como Orogénesis Larámica, que dio origen a la sierra Madre Oriental que cruza el estado de Coahuila.

Figura 6. Subprovincias fisiográficas.



0 1000 Mts.

- TERRENOS DE APASCO**

- SUBPROVINCIAS FISIográfICAS**
- GRAN SIERRA PLEGADA
- PLIEGUES SALTILLO - PARRAS

FIGURA:	6. SUBPROVINCIAS FISIográfICAS
FUENTE:	INEGI
APASCO	
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica	

Un rasgo sobresaliente de la Sierra Madre Oriental es su prolongación al oeste, desde Arteaga hasta Torreón, rasgo formado durante el período Terciario del Cenozoico

debido al empuje de un movimiento Geológico proveniente del Sur, que topó con una porción más resistente: La Península de Coahuila. Como resultado de los movimientos geológicos, hubo fallas de tipo inverso en donde los bloques no solo se desplazaron, sino que se elevaron sobre los bloques produciendo enormes trastornos horizontales y plegamientos recurrentes, en los que las capas además se vieron sobrepuestas. El efecto de esta vasta cadena de accidentes causó otros plegamientos hacia el oriente, y es el origen del paisaje tan característico de lo que es actualmente la Gran Sierra Plegada. Y es precisamente que el área de estudio formó parte de estos eventos geológicos, que le imprimieron su actual fisonomía y rasgos geológicos.

En lo que corresponde al área de estudio dentro de los terrenos de APASCO, el 28% de su superficie corresponde a la provincia de la Gran Sierra Plegada, precisamente en lo que corresponde a la Sierra de San José de los Nuncios, y la mayor parte (72%) a los Pliegues Saltillo Parras, comprendiendo las partes bajas y la Sierra de San Miguel de los Desmontes.

IV.1.4 Hidrología

El área de APASCO, se localiza dentro de la región hidrológica RH-24 “Bravo-Conchos”, cuenca B, subcuenca c. La precipitación media reportada en el período de lluvias (mayo a octubre) en La Sierra San Francisco de los desmontes y la superficie de llanura al sur de la misma es de 250 mm; sin embargo, en la Sierra San José de los Nuncios, éste valor se incrementa a 325 mm.

La hidrología superficial presenta coeficientes de escurrimiento superficial del 5 al 10% en la posición fisiográfica de ladera, y del 0 al 5% en pié de monte y partes bajas en la llanura; un patrón de drenaje intermitente de tipo dendrítico propio de cuencas de textura media, caracterizado por cauces secos la mayor parte del año, con corrientes intermitentes que coinciden con los eventos de precipitación. Dichas corrientes alimentan al arroyo pesquería, quienes en periodos lluviosos finalmente terminan descargando sus afluentes, en los Ríos San Juan y Santa Catarina (Fig. 7).

A través del análisis de los principales escurrimientos presentes en el área, junto con su superficie de captación, se delimitaron quince microcuencas, de las cuales diez afectan directamente al predio de la cementera. En ninguna de éstas microcuencas existe captación suficiente para mantener un escurrimiento permanente, sin embargo, las posibilidades de captación temporal anual pueden superar los 300 000 m³, tan solo en las diez microcuencas que coinciden total o parcialmente con los terrenos de APASCO, considerando una precipitación media de 250 mm anuales y una tasa de escurrimiento del 5% del total de la precipitación.

Figura 7. Unidades de escurrimiento.

En lo referente a las unidades geohidrológicas, en la Sierra San José de los Nuncios las posibilidades de encontrar agua subterránea son medias, mientras que en La Sierra San

Francisco de los desmontes son bajas. Por otra parte las áreas llanas se componen de material no consolidado con posibilidades buenas de obtener rendimientos entre 10 a 40 litros. Sin embargo, el área de estudio se encuentra sobre el acuífero de Saltillo – Ramos Arizpe, el cual está registrado como sobre – explotado.

La capacidad de infiltración y de escurrimiento son propiedades asociadas a los diferentes tipos de suelo, y que se deben a características físicas como textura y estructura, grosor de suelo y espacio poroso, modificados por pendiente y tipo y grado de cubierta vegetal. También son dos procesos hidrológicos mutuamente dependientes, una capacidad de infiltración alta condiciona necesariamente una capacidad de escurrimiento baja y viceversa. La capacidad de infiltración usualmente se refiere como infiltración básica, es decir aquella que ocurre una vez que el suelo se encuentra mojado a saturación, y para el escurrimiento como coeficiente de escurrimiento, o porcentaje que escurre sobre la superficie del suelo de la lluvia precipitada.

En el área de estudio se realizaron tres pruebas estándar de infiltración (anexo 2) con Infiltrómetro de doble cilindro (Ruiz, 2000) en tres posiciones del pie de monte sobre la Sierra de San José de los Nuncios. En la parte superior del pie de monte (colindado con el talud de ladera), parte media y parte inferior (colindando con la llanura). Los resultados de las pruebas se presentan en las Figuras 8, 9 y 10 (Anexo 3) para la parte superior (punto1), media (punto3) e inferior (punto2) respectivamente. Los resultados muestran que a excepción del punto superior la capacidad de infiltración de los suelos es muy baja de 7 a 8 mm/hr correspondiendo a suelos de migajón arcilloso. En la parte superior la capacidad de infiltración es alta 55.9 mm/hr y corresponde a suelos francos.

FIGURA 8 PRUEBA DE INFILTRACIÓN EN EL PUNTO 1 (PARTE SUPERIOR DEL PIÉ DE MONTE)

FIGURA 9 PRUEBA DE INFILTRACIÓN EN EL PUNTO 3 (PARTE MEDIA DEL PIÉ DE MONTE).

FIGURA 10 PRUEBA DE INFILTRACIÓN EN EL PUNTO 2 (PARTE INFERIOR DEL PIÉ DE MONTE)

IV.1.5 Geología

La Sierra San Francisco de los desmontes está formada por una asociación de rocas lutitas – areniscas, provenientes del cuaternario; y la Sierra San José de los Nuncios pertenece a una formación predominantemente del jurásico superior, con rocas calizas en la parte baja, calizas lutitas hacia la parte media de la ladera, y lutitas- areniscas en la parte más alta, de un período más reciente como es el cretácico inferior; con algunos afloramientos de yeso.

La parte baja del cañón formado entre las Sierras San Francisco de los desmontes y San José de los Nuncios se encuentra cubierto por algunos afloramientos de rocas conglomeradas y suelos de tipo aluvial.

Con base en la clasificación elaborada por INEGI se describen las características distintivas de los diferentes tipos de roca, que se han desarrollado en el terreno de APASCO; La descripción de los tipos de rocas es la siguiente:

a. Conglomerado:

Es una roca sedimentaria maciza y resistente, formada por gravas redondeadas y cementadas, que al romperse, la fractura corta indistintamente a los fragmentos y al cementante.

b. Areniscas:

Las arenas consolidadas constituyen las areniscas. Se clasifican según el tamaño de su grano, según su estado de consolidación que presenten, y según la composición de la arena. Así se tienen areniscas de grano fino, areniscas de grano medio y areniscas de grano grueso; areniscas suaves y areniscas duras; areniscas de cuarzo, areniscas de caliza y areniscas de feldespatos. Las areniscas presentan una amplia variación en sus características de resistencia y durabilidad, aunque su naturaleza angular, su alto grado de fricción interna y su condición generalmente cementada, elimina o por lo menos reduce al mínimo muchos de los problemas más comunes a las rocas de tipo arcilloso.

c. Lutita:

Es una roca esencialmente arcillosa, laminada, con buena resistencia a la compresión y baja al esfuerzo cortante. Las lutitas formadas por compactación exclusivamente vuelven a constituir lodos cuando se sujetan a proceso de saturación y de deshidratación; en cambio las lutitas bien cimentadas son bastante resistentes a estos cambios.

d. Caliza:

Roca química o bioquímica, constituida en más de un 80% por carbonato de calcio, es compacta, de grano fino y su matiz varía desde gris azulado, crema, rosado y gris claro, hasta negro.

e. Suelos aluviales:

La formación de suelos aluviales o aluviones, se debe al depósito de materiales sueltos, como gravas o arenas, provenientes de rocas preexistentes, que son transportadas por corrientes superficiales de agua; esta clasificación incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación, los valles y los ríos.

IV.1.6 Edafología

En el paisaje dominan los sistemas de topoformas de sierras y llanuras bajas, localizándose dentro de la extensión de APASCO parte de las Sierras San José de Los Nuncios y San Francisco de Los desmontes; los suelos desarrollados en ambas sierras son someros con 10 a 20 cm de profundidad (litosoles), éstos subyacen sobre rocas de tipo caliza (en la Sierra San José de Los Nuncios), o sobre asociaciones de lutitas y areniscas (en La Sierra San Francisco de los desmontes).

Sin embargo, a medida que se avanza hacia las partes más bajas de la Sierra San José de los Nuncios, en pie de monte se presentan suelos más desarrollados, como el de tipo rendzina (desarrollado sobre rocas calizas y cuerpos aislados de material geológico de tipo conglomerado), o suelos someros, claros, con afloramientos rocosos, como los regosoles calcáricos formados a partir de material de arrastre.

Los suelos más profundos (xerosoles háplicos), desarrollados por la deposición de materiales en las orillas del arroyo de pesquería, éste tipo de suelo es de formación aluvial, con alto contenido de arcillas en el subsuelo.

La presencia de fases químicas en los suelos no es común en el área, manifestándose salinidad ligera en los xerosoles al poniente del área de estudio. Por el contrario, la presencia de fases físicas domina el área a excepción de los litosoles en las partes altas y los xerosoles en los terrenos planos; la presencia de fases petrocálcicas (tepetates) en las laderas medias, en suelos de tipo rendzinas, una capa similar de mayor dureza (fase lítica) se encuentra en la parte baja de la ladera, asociada con suelos de tipo regosol. La pedregosidad superficial es abundante hacia las partes más bajas, fundamentalmente sobre los cauces principales y en la ladera baja de la Sierra de San Francisco, diferenciándose por su tamaño en fases pedregosas y gravosas, respectivamente.

a. Unidades de suelo

Con base en la clasificación elaborada por la FAO-UNESCO 1988, el INEGI realizó una serie de modificaciones aplicables en México.

A continuación se describen las características distintivas de los diferentes tipos de suelo, que se han desarrollado en la Superficie de APASCO, definidas por la misma institución:

– **Fluvisol:**

Están formados por materiales acarreados por agua y constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones es decir, son suelos muy poco desarrollados. Están presentes en todos los climas y regiones de nuestro país cerca de lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presentan varía desde selvas hasta matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos tales como ahuehuetes, ceibas o sauces. En muchas ocasiones presentan capas alternadas de arena grava o arcilla, los cuales son producto del acarreo de estos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas. Algunos son someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función al tipo de materiales que lo conforman. Su símbolo es (J).

– **Litosol:**

Suelos que se localizan en todos los climas con diversos tipos de vegetación. Tienen menos de 10 cm de profundidad hasta la roca, tepetate o caliche duro. Están presentes en todas las sierras de México, en proporciones variables en laderas, barrancas o malpais, así como en lomeríos o algunos terrenos planos.

Sus características varían mucho dependiendo del material que lo forma. Pueden ser fértiles o estériles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se localice (topografía y del mismo suelo), y puede ser desde moderada hasta muy alta.

Su uso depende de la vegetación que lo cubre. En bosques y selvas su uso es forestal, cuando presentan matorrales o pastizales se puede llevar a cabo algún pastoreo más o menos limitado, y en algunos casos se usan con rendimientos variables para la agricultura, sobre todo de frutales, café y nopal. Este uso está condicionado a la presencia de suficiente agua y se ve limitado por el peligro de la erosión que siempre existe. No tiene subunidades, y su símbolo es (I).

– **Regosol:**

Son suelos que se pueden localizar en muy distintos climas y con diversos tipos de vegetación.

Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace, cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas y en mayor o menor grado en las laderas de todas las sierras mexicanas, muchas veces acompañado de litosoles y de afloramiento de roca o tepetate.

Frecuentemente son someros, de fertilidad variable y con uso agrícola condicionado a su profundidad y al hecho de que no presentan pedregosidad en sus diferentes estratos. En las sierras son utilizados frecuentemente para un uso pecuario y forestal, con resultados variables, en función con la vegetación que exista en el lugar.

Son de susceptibilidad variable a la erosión, su símbolo es (R).

– **Rendzina:**

Nombre polaco que se da a los suelos poco profundos y pegajosos que se presentan sobre las rocas calizas.

Estos suelos se presentan en climas cálidos y templados con lluvias moderadas o abundantes; su vegetación natural es de matorral, selva o bosque.

Si se desmontan se pueden utilizar en la ganadería con rendimientos de bajos a moderados, pero con gran susceptibilidad a la erosión en las laderas y lomas con cierta pendiente. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presentan. Su disponibilidad a la erosión en forma general, es moderada; no tienen subunidades. Su símbolo es (E).

– **Xerosol:**

Se ubican en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, su vegetación natural son los matorrales y pastizales.

Tienen una capa superficial de color clara y muy pobre en humus; debajo de ellas puede haber un subsuelo rico en arcillas, o muy semejante a la capa superficial; a cierta profundidad muchas veces presentan manchas, polvo, o aglomeraciones de cal y cristales de yeso o caliche, de mayor o menor dureza; a veces son salinos. Su utilización agrícola está restringida, en muchas ocasiones al riego. La agricultura de temporal en estos suelos es insegura y de bajos rendimientos, a diferencia de la de riego que es de alto rendimiento debido a su alta fertilidad.

Son suelos con baja susceptibilidad a la erosión excepto cuando se localizan en pendientes o sobre caliche o tepetate. Su símbolo es (X).

b. Fases químicas

Las fases químicas se refieren a la presencia de sustancias químicas en el suelo, que limitan o impiden el desarrollo de los cultivos; comprenden las fases salina y sódica. En el estado de Coahuila los suelos presentan las dos fases, con sus respectivas condiciones o grados de salinidad o sodicidad, además de la combinación de ambas como se describen a continuación:

– Fase salina:

Se refiere a la presencia de salitre (sales solubles) en el suelo; para este caso, se distinguen tres condiciones distintas:

• a. Fase ligeramente salina:

De 4 a 8 mmhos/cm a 25 grados centígrados, que aparece en la carta de INEGI con el símbolo *ls*. Se caracteriza porque en los suelos el contenido de sales no es muy alto y solo impide el desarrollo de cultivos poco resistentes a la salinidad.

• b. Fase moderadamente salina:

De 8 a 16 mmhos/cm a 25 grados centígrados. Aparece con el símbolo *ms*, y en ella el contenido de sales es tal, que la mayoría de los cultivos no se desarrollan o bien se ve disminuido su rendimiento.

c. Fases físicas

Las fases físicas del terreno señalan la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados, los cuales impiden o limitan las prácticas agrícolas del suelo o el empleo de maquinaria agrícola entre otros aspectos. Se pueden dividir en dos tipos: superficiales y de profundidad.

– Superficiales:

Incluyen dos fases:

- **a. Fase pedregosa:**

Se refiere a la presencia de fragmentos de roca mayores de 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella.

- **b. Fase gravosa:**

Presenta gravas (piedras menores de 7.5 cm de largo) en la superficie del terreno o cerca de ella.

– De profundidad:

Tiene capas duras que se encuentran a cierta profundidad y limitan la capacidad del suelo para prácticas agrológicas, entre otras. Se dividen a su vez en someras, que son aquellas que se encuentran a menos de 50 cm de profundidad y profundas, que están entre 0.50 y 1m de profundidad.

Las fases físicas de profundidad, encontradas para el área de estudio son:

- **a. Fase lítica (somera) y lítica profunda:**

Capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces.

- b. Fase petrocálcica (somera) y petrocálcica profunda:

Se refiere a la presencia de caliche duro, es una capa cementada y endurecida con carbonatos.

IV.2 Medio Biótico

IV.2.1 Vegetación

En su estudio de la vegetación de México, Rzedowski (1978), menciona que el territorio comprendido por la República Mexicana, confluyen floras de dos reinos, siendo el holártico y el neotropical. La zona de estudio se ubica en la provincia florística de la Altiplanicie Mexicana, la cual corresponde a la región xerofítica Mexicana y al reino neotropical.

El reino neotropical incluye la mayor parte del territorio mexicano del país al sumarse en él las porciones de clima caliente, seco y semiseco. La región xerofítica mexicana incluye grandes extensiones del Norte y centro del territorio mexicano por su clima árido y semiárido abarca aproximadamente la mitad de la superficie del país. La provincia de la Altiplanicie corresponde esencialmente a la región fisiográfica del mismo nombre, que en México se extiende en la porción ubicada dentro de las Sierras Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, la altitud en esta provincia varía en general de los 1,000 a los 2,000 m, por lo que es más notoria la influencia de bajas temperaturas. La vegetación predominante consiste de matorrales xerófilos. El número de especies endémicas para esta provincia es considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de substratos geológicos

En general las comunidades vegetal que caracterizan el área de influencia del proyecto, se encuentran constituidas por arbustos xéricos esparcidos, perennes y elementos herbáceos efímeros, donde las variaciones en las características edáficas y las amplias variaciones topográficas, son las causantes en determinar las diversas asociaciones vegetales dentro de cada una de las comunidades. Una representación de los tipos de vegetación y usos del suelo, se presenta en la. Es necesario aclarar que la descripción que sigue a continuación es únicamente referente a los tipos de vegetación, ya que los usos del suelo se explican por sí mismos.

El área de estudio forma parte de la provincia biótica del Desierto Chihuahuense en la cual la vegetación es denominada como Matorral Desértico Chihuahuense. En el área de estudio se presentan las siguientes comunidades vegetales:

Matorral Desértico Micrófilo Subinerme.

Matorral Desértico Rosetófilo.

Matorral Desértico Micrófilo Crasirosulifolio.

La flora reportada para las comunidades vegetales del área de estudio está integrada por un total de 115 especies las cuales son las más características y frecuentes dentro de los tipos de vegetación de la región. Esta cifra no representa la totalidad de taxa presentes en el área, pero si es bastante representativa de sus componentes florísticos. Las especies están agrupadas en 31 familias de plantas vasculares, mismas que engloban 80 géneros. Las familias con mayor número de especies en la mayoría de los casos, son Cactaceae (35), Asteraceae (13), Poaceae (12), Agavaceae (8) y Fabaceae (8), mientras que los géneros con mayor número de especies son *Opuntia* (10), *Coryphantha* (5), *Echinocereus* (4), *Mammillaria* (4) y *Agave* (4), (Anexo 4)

a. Matorral Desértico Micrófilo Subinerme. (MDM SI)

Esta comunidad se localiza en el valle, al fondo del cañón, ocupa un área reducida en comparación con los otros tipos de vegetación, se distribuye hasta las partes bajas de abanicos aluviales, donde los suelos en general son profundos. Esta vegetación está dominada por arbustos de hoja pequeña, algunas especies pierden con regularidad su follaje, mientras que otros son perennifolios, los cuales presentan una altura de 0.30 - 1.5 m, así como algunos individuos arbóreos mayores a 1.5 m de alto, sin embargo, este último estrato es poco abundante.

En el área de estudio la gobernadora (*Larrea tridentata*) constituye el principal componente, presentando los valores más altos de la densidad, tal especie se asocia con gatuño (*Mimosa biuncifera*), la escalerilla (*Viguiera stenoloba*) y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), en ocasiones está presente la mariola (*Parthenium incanum*) (ver Cuadro 1). El estrato arbóreo y subarbóreo esta constituido por individuos de palma china (*Yucca*

filifera) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). El mezquite presenta una baja densidad, pero es el que presenta una mayor cobertura. Los factores edáficos como la profundidad del suelo, topográficos y la humedad disponible influyen en la densidad y la altura de esta comunidad, lo cual origina una amplia variación de asociaciones vegetales, lo cual influye en la diversidad y abundancia de especies.

El estrato herbáceo presente en esta comunidad tiene una altura de 10 a 30 (-50) cm, en algunas áreas del matorral con baja perturbación predominan el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), oreja de ratón (*Tiquilia canescens*) y el zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*) (ver Cuadro 1), zacate agujilla azul (*Stipa eminens*) y alamillo (*Acourtia parry*), sobre los arbustos se establecen la comelina (*Commelina erecta* var. *angustifolia*) y la cucurbitácea (*Iverbilla tenuisecta*). En los terrenos impactados por sobrepastoreo se presenta el zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) y el zacate burro (*Scleropogon brevifolius*).

Las especies de cactáceas con los mayores valores de cobertura dentro de esta comunidad son: el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y la pitaya (*Echinocereus stramineus* var. *conglomeratus*) (ver Cuadro 1). Las especies con la mayor densidad son el peyote (*Lophophora williamsii*), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y *Coryphanta palmeri*.

Debido a las amplias variaciones del microrrelieve del área de estudio, ocurren amplias zonas transicionales entre las comunidades del Matorral Desértico Micrófilo Subinerme y Matorral Desértico Rosetófilo. Las especies bajo estatus de conservación que se presentan en esta comunidad son: *Lophophora williamsii*, *Ferocactus hamatacanthus* y *Thelocactus rinconensis*.

b. Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)

Esta comunidad vegetal se desarrolla en amplias extensiones del área de estudio, crece en laderas con mayor radiación solar y en los lados más expuestos de cañones. Se presenta en sitios con suelos someros, usualmente pedregosos y con buenas condiciones de drenaje, los cuales son derivados de rocas calizas ricas en carbonato de calcio. Las especies dominantes son arbustos bajos que presentan hojas agrupadas en forma de roseta, espinosos y perennifolios, las cuales forman un estrato arbustivo o subarbustivo, con una altura de 30 a 60 cm de alto.

En el Matorral Rosetófilo se presenta una dominancia de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), tal especie presenta los más altos valores de densidad y dominancia, las especies más representativas de esta comunidad son la guapilla china (*Hechtia texensis*) y la sangre de drago (*Jatropha dioica*) (ver Cuadro 2), popotillo enano (*Ephedra compacta*), guayule (*Parthenium argentatum*) y mariola (*Parthenium incanum*), en esta comunidad se presentan otros arbustos que sobresalen en el paisaje tales como el maguey cenizo (*Agave scabra*), espadín (*A. striata*) y sotol (*Dasyllirion cedrosanum*), asociadas frecuentemente con escalerilla (*Viguiera stenoloba*), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) y gatuño (*Mimosa zygophylla*).

Formando un estrato arbustivo y subarbóreo de 0,60 a 3 m de altura, caracterizado por las siguientes especies como *Acacia berlandieri*, *Buddleja marrubifolia*, *Fouquieria splendens*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Mimosa zygophylla* y *Jefea brevifolia*. Frecuentemente suelen encontrarse las siguientes especies herbáceas y perennes a ras del suelo o a una altura que por lo general no sobrepasa los 15 cm, las especies más abundantes son el zacate chino (*Bouteloua ramosa*) y zacate tres barbas (*Aristida pansa*), además de especies como el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) siendo *Selaginella wrightii* y *Ayenia microphylla*. Como parte de la diversidad de esta comunidad son frecuentes especies como *Bahia abisinthifolia*, *Tiquilia canescens*, *Castilleja*

lanata, *Notholaena sinuata* y especies de gramíneas tales como *Tridens muticus* y *Erioneuron avenaceum*.

Dentro del área de estudio ésta comunidad, presenta un alta diversidad y abundancia de especies de la familia Cactaceae. Las especies con mayor cobertura dentro de esta comunidad son *Opuntia phaeacantha*, *Echinocereus stramineus* var. *conglomeratus*, mientras que las cactáceas con mayor densidad son *Echinocereus blanckii*, *Mamillaria heyderi* var. *hemisphaerica* y *Thelocactus rinconensis*.

Dentro de esta comunidad se presenta la especie *Thelocactus rinconensis*, la cual se considera endémica para la región del Sureste de Coahuila y Este de Nuevo León, encontrándose algunas poblaciones en el área de estudio. Para esta misma comunidad se reportan poblaciones de Noa (*Agave victoria-reginae*), especie considerada endémica para los estados de Coahuila, Nuevo León y Durango, las cuales se localizan en las laderas con exposición Norte y Noreste, creciendo sobre suelos pedregosos de origen calcáreo, escasa profundidad y con una cubierta vegetal baja.

En la parte más alta de la sierra San José de los Nuncios, se presentan individuos esparcidos de pino (*Pinus catarinae*), tal especie sobresale en la fisonomía de la comunidad, sin embargo, domina el matorral rosetófilo integrado por lechuguilla (*Agave lechuguilla*), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), guayule (*Parthenium argentatum*), el estrato herbáceo está dominado por el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) y zacate chino (*B. ramosa*).

Las especies bajo estatus de conservación que se presentan en esta comunidad son: *Pinus catarinae*, *Thelocactus rinconensis*, *Mamillaria candida*, *Lophophora williamsii*, *Epithelantha micromeris*, *Ferocactus hamatacanthus* y *F. pilosus*.

c. Matorral Desértico Micrófilo Crasirosulifolio (MDMC)

Esta comunidad vegetal está constituida por elementos del matorral desértico micrófilo, así como por matorrales con hojas crasas o suculentas, tales como especies de cactáceas y agaváceas. En el predio se distribuye en sitios planos y el pie de monte. Este tipo de vegetación es el que presenta la mayor cobertura del suelo.

En la parte más plana del terreno y con suelos más profundos, predomina la gobernadora (*Larrea tridentata*), asociada con guayule (*Parthenium argentatum*) y gatuño (*Mimosa zygophylla*). A medida que aumenta la pendiente del terreno y el suelo se hace más somero, la gobernadora (*Larrea tridentata*) tiende a desaparecer y aumenta la lechuguilla, guapilla (*Hechtia glomerata*) y espadín (*Agave striata*). En la parte más inclinada del pie de monte, las especies dominantes son la lechuguilla y la guapilla, en tanto que la gobernadora está escasamente representada (ver Cuadro 3). El estrato herbáceo está formado por zacate chino (*Bouteloua ramosa*), zacate agujilla (*Stipa eminens*) y banderita (*Bouteloua curtipendula*).

En esta comunidad las especies de cactáceas que presentan un mayor número de individuos son: *Coryphantha palmeri*, *Opuntia leptocaulis* y *Coryphantha pseudoechinus*, mientras que las especies bajo estatus de conservación son: *Thelocactus rinconensis*, *Epithelantha micromeris* y *Ferocactus hamatacanthus*.

d. Vegetación de arroyos intermitentes (VAI)

En los márgenes de las corrientes intermitentes que cruzan por el predio se presenta una gran diversidad de especies ruderales, tales como el zacate pata de gallo (*Cynodon dactylon*), cadillo (*Xanthium strumarium*), rodadora (*Salsola*

iberica) y trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) entre otras plantas herbáceas, la disponibilidad de humedad ocasiona un incremento en la diversidad de especies.

Las especies más abundantes en tales sitios son el mezquite (*Prosopis glandulosa*), huizache (*Acacia farnesiana*), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), jara (*Brickellia laciniata*), jarilla (*Baccharis glutinosa*), escobilla (*Gutierrezia sarothrae*) y *Atriplex semibaccata*, las cuales tienen una alta densidad. El mezquite y el huizache presentan un hábito de crecimiento arbustivo u arbóreo y las otras forman una matorral bajo de gran densidad.

IV.2.2 Especies de interés comercial

En el área de estudio se localizan algunas especies con potencial para ser aprovechadas, a escala comercial o para autoconsumo de los pobladores del medio rural, es conveniente señalar que especialmente en la comunidad vegetal denominada Matorral Rosetófilo se localiza la mayoría de las especies de interés forestal no maderable, las cuales son recolectadas por los habitantes del Desierto Chihuahuense que corresponde al centro y Sur del estado de Coahuila.

IV.2.3 Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción

Durante los recorridos de campo y los muestreos cuantitativos realizados en el área de estudio, existen algunas especies vegetales endémicas, en peligro de extinción o que se encuentran bajo algún estatus de conservación de protección de acuerdo a la **NOM-059-ECOL-1994** y a la **Convención Internacional del Tráfico de Especies con Estatus (CITES)**, siendo las siguientes:

CUADRO 1 ESPECIES BAJO ESTATUS DE CONSERVACIÓN PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

<u>Familia</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Estatus de conservación</u>
AGAVACEAE	<i>Agave victoria-reginae</i>	En peligro de extinción, endémica
CACTACEAE	<i>Ariocarpus retusus</i>	Apéndice II de CITES
	<i>Astrophytum capricorne</i>	Amenazada, endémica
	<i>Coryphantha poselgeriana</i>	Amenazada, endémica
	<i>Coryphantha sulcata</i> var. <i>nickelsiae</i>	Amenazada
	<i>Epithelantha micromeris</i>	Sujeta a protección especial
	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Sujeta a protección especial
	<i>Ferocactus pilosus</i>	Amenazada, endémica
	<i>Lophophora williamsii</i>	Sujeta a protección especial
	<i>Mammillaria candida</i>	Amenazada, endémica
	<i>Thelocactus rinconensis</i>	Amenazada, endémica
PINACEAE	<i>Pinus catarinae</i>	Sujeta a protección especial

IV.3 Medio Socioeconómico

IV.3.1 Población

Cerca de los terrenos de APASCO se encuentran pequeños centros de población como: El Pollo, Guadalupe, Rincón Insurgentes, San Gregorio y Ojo Caliente de los Ramos; comprendidos en cuatro áreas geoestadísticas básicas (AGEB).

Para el año de 1995, el total de la población de los ya mencionados centros de población, no rebasa los 500 habitantes, destacando la localidad conocida como Ojo Caliente de los Ramos por presentar el mayor número de ellos (sin llegar a ser más de 200).

La población de estas comunidades, de acuerdo con el INEGI, sigue realizando actividades inherentes al sector primario, a pesar de que la agricultura (actividad predominante en la región hasta hace algunos años) se realiza en forma aislada y en terrenos marginales al desarrollo urbano e industrial de la región. Sin embargo, el uso tradicional de las tierras por esta población prácticamente

suburbana, es realizada solo en parte de las familias, ya que los jóvenes se integran a la dinámica regional como mano de obra al sector industrial o de prestación de servicios.

En el caso de las comunidades con menos población, (El Pollo, Rincón de Insurgentes y Guadalupe) donde la participación en actividades ajenas a las agropecuarias es mínima, se debe a la emigración de la población joven con algún grado de estudio hacia las ciudades de Saltillo o Ramos Arizpe.

El nivel de bienestar de las poblaciones en el área de interés es medio bajo, considerando que su cercanía a la ciudad de Ramos Arizpe y sus parques industriales les permite contar con casi todos los servicios, sin embargo, el desarrollo de estas comunidades no es acorde al desarrollo regional, esto se debe como se menciona anteriormente a la migración de la población mejor preparada, quedando en la comunidad las personas con menor nivel educativo, y por lo tanto con menores oportunidades de desarrollo.

Reflejo de lo anterior, es que en el área reside aproximadamente un 30% de población analfabeta, y cerca del 40% de población que no terminó la primaria. Del 30% restante solo entre 15 y 20% accede a niveles educativos superiores a la secundaria.

IV.3.2 Actividades del sector primario

Las actividades agropecuarias no están muy bien desarrolladas en las comunidades localizadas dentro del área de interés, debido principalmente a las bajas precipitaciones registradas en la región, además de la insuficiencia de maquinaria, equipo y tecnología apropiada para el óptimo desarrollo de éste tipo de actividades. No obstante, de lo anterior, y los bajos rendimientos de la producción obtenida, las comunidades con mayor dependencia de las actividades agrícolas son El Rincón de los Insurgentes, El Pollo y Guadalupe, quienes orientan sus esfuerzos hacia la realización de cultivos de subsistencia como el maíz y el

frijol, y en menor proporción hacia cultivos forrajeros (avena, maíz, sorgo y cebada).

En forma general, los centros poblacionales localizados dentro del área se caracterizan por no depender en gran medida de las actividades pecuarias enfocadas a la cría y explotación de ganado bovino y caprino, puesto que éstas se desarrollan solo a nivel familiar, utilizando para autoconsumo los productos derivados de éstas actividades, mismas que se realizan en un sistema de producción extensivo, de libre pastoreo, sin aplicar ningún tipo de infraestructura para eficientar los sistemas productivos.

A consecuencia de lo anterior, los pobladores del área han adoptado como actividad complementaria la producción de fibras y ceras, mediante la recolección y aprovechamiento de productos forestales no maderables, como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), de las cuales obtienen ingresos económicos extras que coadyuvan al mejoramiento de su calidad de vida. Sin embargo, estas actividades extractivas no cuentan con un control estricto de los aprovechamientos, y se han realizado en forma intensiva, siendo éste en parte el origen y la causa de la reducción y pérdida de las poblaciones vegetales, así como del detrimento de las propiedades físicas y químicas del suelo.

V diagnóstico ambiental (problemática y potencialidades)

Por su ubicación, el área de estudio ha estado sujeta a una perturbación prolongada. La intensa ocupación humana ha afectado profundamente la vegetación natural en especial la que se localiza en el valle y laderas bajas, lo cual ha ocasionado que en algunas áreas esta desaparezca por completo, mientras que en otras persistan comunidades secundarias, por lo que la mejor condición de la vegetación se tiene en las laderas altas de las sierras, debido a la inaccesibilidad del terreno. Los efectos de tales impactos se presentan como modificaciones profundas en la composición florística, diversidad, estructura y distribución

de las comunidades vegetales. De manera general la vegetación ha resultado severamente modificada y degradada, y esta se encuentra en regulares condiciones de conservación.

En el área de estudio el uso del suelo predominante es el industrial, en épocas anteriores se realizaron actividades ganaderas y agrícolas, las cuales fragmentaron las comunidades vegetales y propiciaron el establecimiento de otras más simples y de baja diversidad, dominadas por especies ruderales. Tal influencia humana se traduce en un impacto directo sobre los atributos de abundancia, diversidad, composición de especies y distribución de las comunidades propias del matorral desértico chihuahuense. Las actividades industriales y agropecuarias realizadas en el área de estudio han ocasionado la remoción del suelo y aunado a la acumulación de humedad en tales sitios, se ha propiciado el establecimiento de una alta densidad de plantas ruderales que caracterizan la sucesión secundaria, las especies como girasol (*Helianthus annuus*), rodadora (*Salsola iberica*), trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), quelite blanco (*Chenopodium album*) y la hediondilla (*Verbesinia encelioides*), son las más comunes. En tales sitios se presentan algunos elementos esparcidos propios del matorral desértico micrófilo tales como gobernadora (*Larrea tridentata*) y escalerilla (*Viguiera stenoloba*).

Debido al proceso productivo realizado por APASCO, la vegetación ha sido afectada de manera directa por los cortes realizados para el establecimiento de las canteras (bancos de materiales pétreos), los cuales realizan en desmonte y despalme de la vegetación para la extracción de rocas calizas para la fabricación de materiales para la construcción (cemento). Tal actividad además impacta de manera indirecta la vegetación debido a la emisión de polvos o partículas en suspensión, los cuales ocasionan un constante estrés fisiológico de las plantas que se establecen en áreas adyacentes a tales sitios.

La reducción de la cubierta vegetal por el intenso proceso de deforestación, debido a las actividades tales como el pastoreo desordenado de caprinos

realizado antaño en el área, el cual ha ocasionado sobrepastoreo, la sobre explotación de recursos forestales no maderables, desmontes para fines agrícolas, pecuarios e industriales modificando la cubierta vegetal del suelo y exponiendo la capa superficial del suelo a la acción erosiva del viento y del agua. Lo anterior ha ocasionado la erosión y la desertificación del área, así como la alteración del proceso hidrológico al reducir la capacidad de infiltración de los suelos e incrementando los escurrimientos y con ello el poder erosivo del agua, desencadenando otros fenómenos como la erosión acelerada, la reducción de la diversidad florística y finalmente la disminución del potencial biológico y productivo de las áreas afectadas.

Los matorrales que se localizan en el área de estudio presentan una gran concentración de cactáceas, de los géneros *Coryphantha*, *Echinocereus* y *Mammillaria*. Además de 11 especies consideradas bajo estatus de conservación por la **NOM-059-ECOL-1994** la mayoría de las cuales pertenecen a la familia Cactaceae, por lo que resulta importante seleccionar áreas excluidas de los aprovechamientos y garantizar la conservación de tales especies.

V.1 cambios de uso de suelo

El crecimiento de las áreas urbanas de Saltillo y Ramos Arizpe, ha ocasionado que el hombre en busca de la satisfacción de sus necesidades y de mejores niveles de bienestar ejerza mayor presión sobre sus recursos naturales, originando así, una rápida reducción y detrimento de los mismos.

Las condiciones de vegetación y usos de suelo presentados en la actualidad en los terrenos de APASCO, así como en su área de influencia, reflejan que en esas superficies se han dado fuertes cambios en el uso de suelo, que a la fecha actúan reduciendo la vegetación natural, así como en el incremento de superficies con fuertes grados de erosión.

Si se comparan los tipos de vegetación registrados para el año de 1976 (carta de usos del suelo y vegetación, CETENAL, 1976, ahora INEGI), contra los

existentes actualmente (Carta 3), se evidencia un cambio en la distribución de la vegetación y usos del suelo que tiende a ser cada vez más simple, lo que hace al medio más susceptible al deterioro. Con el paso del tiempo se ha dado un incremento en superficie del matorral desértico rosetófilo, supliendo la superficie ocupada por *Pinus catarinae* en la cumbre de la Sierra San José de los Nuncios, del mismo modo áreas que anteriormente sustentaban matorral subinorme con pastizales naturales o bien matorral desértico micrófilo, han sido reemplazadas por el matorral rosetófilo (presentado en las laderas de las Sierras San José de los Nuncios, y San José de los desmontes). Este tipo de condiciones es el resultado de la fuerte presión de pastoreo en áreas con baja capacidad de carga, por lo que se crean condiciones (sequía severa, erosión, alta pedregosidad y deficiencia de nutrientes) a las que solo especies propias del matorral rosetófilo muestran mayor adaptación.

El crecimiento urbano ha ocasionado que en la llanura baja, donde anteriormente se desarrollaba el matorral inorme o subinorme (en ocasiones asociado a pastizales naturales o inducidos) se haya realizado la apertura de espacios para la instalación de industrias, extracción de materiales pétreos, o bien para el establecimiento de granjas avícolas y ganaderas. Aunado a lo anterior el incremento de la demanda de mano de obra en el sector industrial propicia la emigración de los pobladores regionales a la ciudad de Saltillo y Ramos Arizpe, que junto con la veda del agua en que se encuentra la región originan por consecuencia, amplias superficies agrícolas abandonadas, que actualmente son invadidas por matorrales micrófilos, o en su defecto se encuentran desprovistas completamente de vegetación.

Aún así, al pie de monte de la ladera sur de La Sierra San Francisco de los desmontes se continúa realizando la apertura de nuevos espacios para las actividades agrícolas en terrenos que en 1976 eran ocupados por matorral desértico micrófilo inorme – subinorme asociados a pastizales naturales.

V.2 Riesgos de erosión

Debido a las condiciones de pedregosidad, lo somero del suelo e incluso el tipo de vegetación dominante, es difícil encontrar evidencias claras de las pérdidas de suelo en el área de APASCO, no obstante, la erosión laminar es característica del área sin que ésta pueda considerarse un problema grave. Los daños más evidentes por éste fenómeno se encuentran en las áreas en donde se concentran los principales escurrimientos, y en forma asociada a la infraestructura y actividades humanas. A pesar de las lluvias escasas el régimen torrencial genera escurrimientos suficientes para arrastrar suelo en forma laminar, hecho que se aprecia en el terreno con la presencia de pequeños pedestales, es decir, porciones de suelo en desnivel retenidas por las raíces.

Por otra parte, los efectos del viento en el arrastre de partículas se asocian a las áreas agrícolas en abandono, donde la escasa vegetación permite la fácil dispersión de partículas, mismo efecto es apreciado en la orientación sur de las canteras, donde la deposición de polvos forma una capa prácticamente impermeable en un radio aproximado de 500 m.

El análisis del riesgo de erosión se realiza con la finalidad de obtener una evaluación de los recursos del suelo, con el objetivo de identificar las áreas del terreno donde la máxima productividad sostenible para un determinado uso de suelo es amenazada por excesivas pérdidas de suelo. Propone dividir un área en regiones con similar grado y clase de riesgo de erosión, como base para planificar los trabajos de conservación, así como aptitudes y posibles cambios de uso de suelo. Lo anterior permite detectar las zonas más sensibles a la erosión, donde las actividades humanas pueden acelerar éste fenómeno, haciendo más difícil la recuperación.

Para la evaluación de la erosión en el área de estudio se recurrió a la estimación de pérdidas de suelo por erosión hídrica y eólica con apoyo de la ecuación universal de pérdidas de suelo, con las modificaciones propuestas por SEDUE, 1988. Las fuentes de información son la cartografía básica y temática de CETENAL, 1976 e INEGI, 1992, a escala 1:50,000.

El método obtiene por separado un índice de erosión eólica e hídrica reflejados cartográficamente bajo la siguiente valoración:

<u>Clase de erosión</u>	<u>Ton/Ha/año</u>
Ligera	<10
Moderada	10 a 50
Alta	50 a 200
Muy alta	> 200

La descripción de cada clase de erosión es la siguiente:

Con erosión ligera: En estas áreas los suelos pueden sufrir la pérdida de suelo hasta un 50% de su horizonte "A". Es recomendable considerar prácticas de conservación preventivas.

Con erosión moderada: Son aquellos en los que la erosión puede afectar hasta perder el 100% del horizonte "A" por lo cual su posibilidad de ser aprovechados se reduce, ya que un manejo irresponsable aumentaría la susceptibilidad y aceleraría el proceso erosivo.

Con erosión alta: Suelos en que los efectos erosivos pueden provocar la pérdida de hasta el 50% del horizonte "B". Las actividades productivas en estos

suelos no son muy recomendables, a menos que estas sean de bajo impacto o proporcionen una cobertura vegetal adecuada, la mayor parte del año.

Con erosión muy alta: Estas son áreas muy susceptibles a la erosión, con altas pendientes y/o cobertura vegetal escasa y en muchos casos con pérdidas de suelo avanzadas hasta de un 100% del horizonte "B", por lo tanto son suelos que requieren de prácticas de conservación inmediata.

V.2.1 Riesgo de erosión eólica

La ubicación de los terrenos de APASCO, en la salida del cañón formado por las Sierras San Francisco de los desmontes y San José de los Nuncios en donde la presencia de los vientos es prácticamente constante durante todo el año, hace que el suelo sea propenso a la erosión eólica.

En la evaluación de la pérdida de suelos por acción del viento, se muestra que el área presenta en términos generales un riesgo moderado con riesgos mayores en las áreas abiertas a cultivo, lo que sugiere que cualquier acción que resulte en la reducción de la cobertura vegetal, puede cuadruplicar las pérdidas de suelo por año, y pasar de una condición de erosión moderada a muy alta.

V.2.2 Riesgo de erosión hídrica

A diferencia de la erosión eólica, la erosión hídrica muestra riesgos ligeros en la parte baja, los cuales aumentan hacia la sierra conforme aumenta la pendiente, de éste modo, los riesgos moderados se presentan en La Sierra de San Francisco de los desmontes, y en la ladera media y baja de La Sierra San José de los Nuncios; la cual en su parte más alta, debido a las fuertes pendientes, muestra riesgos mayores a la erosión.

V.2.3 Limitantes del medio

La evaluación de los recursos naturales existentes en una región representa parte del proceso de planeación, y la evaluación de suelos tiene su mayor aplicación en la selección de un uso apropiado y sustentable para cada tipo de suelo, mediante la formulación de propuestas que involucren formas alternativas de uso, así como la identificación de las principales necesidades de manejo.

Para la evaluación de las posibilidades de manejo en el área de APASCO se consideró su evaluación a nivel de reconocimiento mediante una apreciación cualitativa del suelo. La evaluación se centra en la detección de áreas susceptibles al manejo, y/o restauración de la vegetación. Dicha evaluación se basa en las necesidades y limitaciones de los suelos, el peligro de dañarlos y sus respuestas al manejo, considerando todas las características del terreno que pueden tener una participación significativa, como la pendiente, tipo y características del suelo y variables climáticas.

Para la determinación de las limitantes de manejo consideró el índice de Capacidad Agrológica desarrollado por SEDUE 1988, este índice considera las características del suelo apropiadas para soportar actividades agropecuarias, como su profundidad, fertilidad natural, retención de humedad, drenaje, etc. que son características de las unidades de suelo FAO/UNESCO modificada por CETENAL presentes en el área, además de las fases físicas que impidan el desarrollo de labores culturales, etc. y restricciones por pendientes. Las fuentes de información utilizada son la cartografía básica y temática de las cartas a escala 1:50,000 y 1:250,000 elaboradas por CETENAL, 1976 e INEGI, 1992, además la información digital de uso de suelo y vegetación 1998 obtenida a partir del tratamiento digital de la imagen de satélite LandSat TM, dando como resultado cuatro clases de terrenos agrupados bajo la siguiente clasificación.

Clase I: Suelos con pocas limitaciones para el establecimiento de prácticas de conservación.

Casi planos, prácticamente sin peligro de erosión hídrica, aunque los riesgos por erosión eólica pueden llegar a ser altos, son suelos profundos generalmente bien drenados, fácilmente cultivables, de buena fertilidad natural y respuesta a la fertilización, siendo productivos y adaptados a cultivos intensivos, bajo condiciones de riego.

Clase II: Suelos con algunas limitaciones que reducen la cantidad de especies factibles de adaptarse y que cumplan con los objetivos de manejo, requieren prácticas preventivas de conservación. Se localizan en áreas con pendiente moderada, susceptibilidad moderada a la erosión y en las laderas donde su principal restricción es el escaso desarrollo en profundidad del suelo, las posibilidades productivas se limitan a la producción agrícola o pecuaria de baja a media intensidad, el establecimiento de la vegetación nativa con zacatales que protejan el suelo representa las mayores probabilidades de éxito.

Clase III: Suelos con severas limitaciones, requieren de prácticas especiales de conservación. Se caracterizan por tener pendientes de moderadas a fuertes, alta susceptibilidad a la erosión, profundidad reducida y baja fertilidad. A pesar de mostrar aptitud es poco recomendable dar uso a estos suelos con actividades productivas, debido a que son mayores los riesgos de degradación que las posibilidades de éxito o buenos rendimientos.

Clase IV: Terrenos no adecuados para actividades productivas. Suelos en pendientes mayores al 30%, alta susceptibilidad a la erosión, con baja fertilidad, y someros; pH elevado y fases físicas que impiden el desarrollo radicular de los cultivos. No es imposible la producción sobre algunos de ellos, más sin embargo, su productividad es muy baja, y en caso de utilizarlos se le ocasionarían daños irreversibles.

a Conclusiones

Por su conformación orogénica, gran parte de la superficie del terreno de APASCO se caracteriza por ser susceptible a la erosión, y por tener pendientes superiores al 30%, que aumentan el riesgo por erosión hídrica y eólica a medida que se incrementa la pendiente, siendo más evidente ésta condición en la parte más alta de La Sierra San José de Los Nuncios donde el riesgo por erosión hídrica es alto; lo anterior debido a que en esa superficie predominan suelos someros (litosoles), o bien suelos con fases físicas líticas o petrocálcicas como los

regosoles calcáricos y en menor proporción las rendzinas, quienes pueden dificultar las prácticas de conservación de suelo para lograr una mayor recuperación y conservación de la cobertura vegetal, quien a su vez se ve afectada por la baja fertilidad del suelo y poca oportunidad de tener un mayor desarrollo de su sistema radicular, sin descartar la escasa disponibilidad de humedad.

Aún así, pese a las restricciones impuestas por las condiciones de alta pedregosidad, y poca profundidad de suelo, en los terrenos pertenecientes a las llanuras localizadas al pie de las Sierras San José de los Nuncios y San Francisco de los desmontes se tiene posibilidad de reestablecer la cobertura vegetal.

Considerando las condiciones presentes en el sitio, las áreas con menor número de limitantes para el establecimiento de plantaciones dependientes de la precipitación, riesgo ligero de erosión hídrica y con mayor facilidad para la realización de las actividades preparativas o culturales del terreno se localizan en las partes más bajas de las llanuras y pie de monte ubicados en la superficie comprendida entre la Sierra San Francisco de los desmontes y San José de los Nuncios, sobre terrenos donde los suelos dominantes son más desarrollados como los de tipo Xerosol háplico (asociados en menor grado a los Xerosoles calcáricos o a los regosoles calcáricos); No obstante, a que éstas superficies presentan mejores condiciones de suelo que el resto del área de estudio, no debe pasarse por alto la susceptibilidad a la erosión eólica a la que se expone el suelo si es sometido a un mal manejo, puesto que en él existen superficies, que aunque solo representan pequeños fragmentos localizables sobre suelos de tipo fluvisol calcárico, representan un riesgo muy alto por el antes mencionado tipo de erosión.

VI METODOLOGIA

El desarrollo industrial del municipio de Ramos Arizpe ha propiciado en el área de Apasco y su zona de influencia inmediata severas transformaciones en los usos del suelo, valores paisajísticos y presencia de erosión acelerada en los últimos 25 años. Sin embargo alberga comunidades de flora y fauna que si bien

son de tipo desértico, son importantes por su elevada biodiversidad y por contar con especies con algún tipo de estatus. También por su desarrollada orografía ofrece particulares valores escénicos y por su geología histórica sitios especialmente atractivos de interés científico. Por otro lado, cualquier acción de rehabilitación ó mitigación en la cubierta vegetal es particularmente difícil por las escasas disponibilidades hídricas y aún más si consideramos que desde 1993, el área esta afectada por sequía. Pero también debemos considerar las ventajas que nos ofrece el relieve natural del terreno y el sistema de drenaje. Por lo anterior, se propone el siguiente:

vi.1 Objetivo del Plan de Manejo

CONSERVAR LAS COMUNIDADES VEGETALES EXISTENTES, EN ESPECIAL LAS QUE ALBERGAN ESPECIES DE FLORA Y FAUNA CON ALGÚN TIPO DE ESTATUS DE PROTECCIÓN, APROVECHAR AL MÁXIMO LAS POTENCIALIDADES QUE OFRECE EL ÁREA PARA EMPRENDER ACCIONES DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS DEGRADAS Y MITIGAR LOS EFECTOS ADVERSOS PRODUCIDOS POR LAS ACTIVIDADES EXTRACTIVAS.

VI.2 Zonificación

La zonificación es la división del área en la que se proponen actividades compatibles con la capacidad de respuesta del medio, siendo ésta uno de los aspectos de mayor importancia en el plan de manejo. La zonificación determina el tipo e intensidad de uso, con el objeto de minimizar los conflictos entre el aprovechamiento y la conservación de los recursos existentes en el predio.

La definición de estrategias y zonas de manejo surgen de la evaluación de las condiciones históricas del predio, considerando el valor biológico de los recursos existentes, así como el uso preponderante previsto para el predio. Bajo éste contexto, para el predio en estudio se considera las siguientes zonas de manejo.

VI.2.1 Zona de conservación

Se denominan así, aquellas áreas que reflejan menor grado de alteración en los últimos 25 años, y que aunque la condición de los recursos no es idónea, los efectos de la infraestructura urbana y los aprovechamientos agrícolas y pecuarios que existieron en el área han ocasionado efectos menores que en el resto del predio. Corresponde a terrenos con limitantes clase IV, es decir que la rehabilitación de éstos suelos, es sumamente lenta y costosa.

Esta zona se ubica en las laderas media y alta de la Sierra San Francisco de los desmontes y San José de Los Nuncios, en superficies ocupadas por matorrales rosetófilos, con alta diversidad y la mayor concentración de especies de cactáceas con algún estatus de conservación, y que guardan valores escénicos relevantes en las cañadas existentes en La Sierra San José de Los Nuncios. Aunado a lo anterior, ésta zona es importante porque en ella se realiza la mayor captación de escorrentías, las cuales bajo un buen manejo representan la mayor oportunidad de rehabilitación de las áreas deterioradas.

Considerando lo anterior, los objetivos de ésta zona son los siguientes:

Evitar el deterioro de las partes más altas de las sierras, protegiendo las cabeceras de las microcuencas, y evitando el deterioro.

Preservar la diversidad biológica, asegurando la permanencia de especies bajo estatus.

Mantenimiento de áreas naturales que sirvan como testigo para el monitoreo ambiental.

a. Lineamientos de manejo

A fin de hacer compatibles las actividades de la empresa con los objetivos planteados, es importante evitar la apertura de nuevos caminos, así como

actividades de pastoreo, reduciendo las acciones humanas, únicamente a aquellas que puedan considerarse como de bajo impacto. Una alternativa de uso para esta zona con el uso de infraestructura mínima es utilizarla con fines educativos y de interpretación de la naturaleza, aprovechando, por un lado la existencia de especies de alto valor biológico y por otro, especies de importancia por su uso tradicional aunado a los escenarios naturales. Aunque ésta actividad no es propia de la Empresa Cementos APASCO y difícilmente puede generar ingresos, si puede retribuir como una buena imagen en el cuidado ambiental de la cementera.

VI.2.2 Zonas de manejo especial

Bajo éste criterio se clasifican básicamente dos porciones dentro del predio, una, la de mayor tamaño localizada al pie de la Sierra San José de los Nuncios en suelos de clase II para las prácticas pecuarias y clase IV para labores culturales con difícil manejo de suelos, en terrenos dominados por suelos someros limitados por la presencia de caliche en pendientes moderadas, con matorrales micrófilos y rosetófilos. En donde la composición de especies no ha sufrido fuertes cambios, y las especies bajo estatus están presentes en menor densidad; sin embargo, se aprecian rasgos de deterioro derivados de las actividades humanas como el pastoreo y la apertura de caminos.

La segunda parte de ésta zona se ubica en la parte baja de clase II y III para las labores culturales lo que facilita el manejo del suelo y clase II para actividades pecuarias y vegetación para pastoreo, en suelos profundos de condición ligeramente salina, en donde se distribuye el matorral micrófilo inerme y subinerme bajo condiciones abiertas resultado del aprovechamiento pecuario y agrícola previos al establecimiento de la cementera. Una característica en la composición de la vegetación reportada para este terreno era la existencia de pastizales naturales, componente actualmente erradicado.

El objetivo de ésta zona consiste en detener la degradación, mejorando las condiciones de los recursos que existen actualmente, y en medida de lo posible rescatar las especies propias del pastizal natural.

a. Lineamientos de manejo

Las condiciones de degradación en ésta zona hacen necesario el uso de prácticas de manejo que permitan detener las pérdidas de suelo al mismo tiempo de mejorar la capacidad de retención de humedad indispensable para incrementar la cobertura vegetal. Las características del suelo y de la pendiente hacen posible el uso de prácticas mecánicas para el establecimiento, incluso de especies arbóreas que permitan a la vez disminuir la velocidad del viento y retener partículas de dispersión. Por lo que se propone incorporar éstas áreas en un proceso de reforestación gradual tendiente a mejorar las condiciones ambientales, permitiendo mejorar la condición de la vegetación nativa, así como permitir el aprovechamiento del área con fines forrajeros si esto fuese necesario.

3.2.3 Zonas de rehabilitación

Como rehabilitación se considera los terrenos donde se reflejan los mayores deterioros causados por la apertura de tierras a la agricultura, el aprovechamiento minero y los efectos causados por la autopista a Monterrey, en terrenos clasificados como clase IV para ambos casos de manejo. La vegetación presente se compone por matorrales inermes, en el que domina la gobernadora (*Larrea tridentata*), especie considerada como indicadora de deterioro y al pie de la Sierra San Francisco, donde confluyen las microcuencas, se desarrollan franjas de vegetación característica de arroyos intermitentes.

Los suelos son poco profundos, de escasa fertilidad, limitados por la presencia de una fase física lítica (tepetate); se distribuyen en la mayor parte del piso del cañón (entre ambas sierras). La escasez de lluvia y la baja infiltración de éstos suelos provoca que algunas especies aún adaptadas a las condiciones muestren estrés fisiológico. La baja permeabilidad del suelo se ve afectada aún más con la deposición de polvos provenientes de la cantera alta y la banda transportadora formando una capa que dificulta la infiltración.

Los objetivos

Detener el deterioro e iniciar un proceso de revegetación que permita mejorar la condición del suelo y por ende de la vegetación, resultando en una mejor imagen del área, con la posibilidad de soportar actividades productivas, al mismo tiempo, con el manejo de ésta zona se puede contar con un área que minimice los impactos visuales y de arrastre de partículas generados tanto por las actividades de la empresa, como por las características propias del terreno.

a. Lineamientos de manejo

La escasa profundidad del suelo aunado a la escasa precipitación, dificultan el establecimiento de casi cualquier tipo de vegetación, no obstante, el uso conjunto de prácticas agronómicas, como la labranza de conservación y algunas prácticas mecánicas como la construcción de bordos a nivel estabilizados con la plantación de especies como el nopal forrajero, aumentaría la retención de humedad por parte del suelo, hecho que proporciona las condiciones propicias para el reestablecimiento de la vegetación nativa, principalmente de algunos zacates casi eliminados por el sobrepastoreo.

VI.2.4 Zona de plantaciones

Se incluyeron dentro de esta clase dos pequeñas áreas manejadas actualmente con plantaciones de diversas especies, de las que se desconocen las condiciones de manejo, plantación e incluso los objetivos de las mismas.

El objetivo de ésta zona es el proporcionar el adecuado manejo a fin de lograr el establecimiento de las plantaciones, así como el logro de los objetivos planteados por la empresa para éstas mismas.

a. Lineamientos de manejo

Considerando la observación a simple vista realizada en los recorridos hechos en campo, las plantaciones no muestran un desarrollo favorable; por lo que la primera acción a desarrollar en ellas es una evaluación precisa tomando en cuenta los objetivos originales, las estrategias empleadas, el manejo realizado y la condición actual de las plantas valorando su vigor y desarrollo vegetativo. Del

resultado de ésta evaluación se deberá considerar las modificaciones pertinentes al manejo o en su caso el replanteamiento de los objetivos y estrategias de las plantaciones.

VI.2.5 Zonas agrícolas

Bajo éste concepto se clasificó los terrenos ubicados en los límites de APASCO, donde aparentemente se siguen llevando a cabo actividades agrícolas, ya que la vegetación existente es muy escasa, con la existencia de zonas totalmente abiertas.

El objetivo de ésta zona consiste en evitar la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica, así como proporcionar un manejo adecuado dependiendo de las actividades que se realicen en éstos terrenos.

a. Lineamientos de manejo

El manejo de ésta área depende del uso actual que se esté efectuando, considerando que de existir actividad agrícola se deberá de prever las prácticas de conservación adecuadas para las condiciones y el sistema de producción utilizado.

Por el contrario, si el área se encuentra abandonada, el manejo que deberá realizarse será el mismo recomendado para las Zonas de Rehabilitación.

VI.2.6 Zona de uso industrial

Esta zona corresponde a la superficie ocupada por las instalaciones administrativas, industriales, así como patios, jardines y estacionamientos de cementos APASCO.

Esta área no entra dentro de la propuesta de manejo, recomendando únicamente realizar una proyección en el crecimiento de ésta área, por parte de APASCO, con el único fin de evitar gastos innecesarios en prácticas de conservación en terrenos que a futuro serán destinados para ampliar las instalaciones operativas o de administración.

VI.2.7 Zona de aprovechamiento minero

Se encuentran definidas en ésta zona únicamente las áreas de extracción denominadas canteras, en las cuales no es viable realizar acciones de manejo inmediatas, siendo posible actuar sobre ellas, hasta la etapa de abandono.

Si bien, el actuar o programar acciones de recuperación no es factible, considerando que sin importar que tipo de recuperación se pretenda realizar para establecer la vegetación en las canteras, es primordial tomar prevenciones en el desarrollo de los tajos donde los taludes para realizar trabajos de revegetación y control de la erosión una vez en el abandono y suavizados en su pendiente al punto de no exceder el 35 %.

VI.2.8 Zona de restricción

Esta zona representa una superficie casi de 7 ha, y comprende básicamente el área donde se encuentran localizados los ductos de PEMEX. Donde no es posible la realización de ningún tipo de actividad por consideraciones legales y de seguridad.

VII. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

VI.1.1 Trabajos de forestación

Los trabajos de reforestación y forestación de zonas áridas y semiáridas es un elemento esencial en la lucha contra la desertificación. El éxito de un trabajo de reforestación, además de otras consideraciones como una adecuada selección de especies y época de plantación, requiere de una preparación previa del terreno que garantice una disponibilidad hídrica para satisfacer las necesidades de las plantas en los primeros años, cuando son más vulnerables.

El objetivo principal de la reforestación es de protección, y la preparación del terreno es un medio transitorio para alcanzar una comunidad vegetal estable y diversa en equilibrio con el medio, que debe mejorar la infiltración del agua, proteger el suelo y constituir el inicio de una dinámica progresiva hacia cubiertas vegetales y suelos más evolucionados y complejos.

Coahuila a excepción de los diferentes macizos montañosos de la Sierra Madre Oriental que cruzan la entidad de sureste a noroeste, son zonas áridas, semiáridas y secas subhúmedas, lugares donde los trabajos de revegetación, forestación y reforestación pueden contribuir de manera eficaz a la protección del suelo, el agua y el ciclo hidrológico.

Dadas las condiciones en general de la zona de influencia inmediata de APASCO, el éxito de un repoblamiento forestal para esta área depende en gran medida de los trabajos de preparación del terreno, donde la idea básica es que la cantidad de agua disponible para el establecimiento y desarrollo de las especies forestales, no dependa únicamente de la cantidad de agua de precipitación, sino de la cantidad de agua modificada por la escorrentía.

Un sistema de preparación del terreno (prácticas mecánicas) es el que se compone de un conjunto de unidades o estructuras proyectadas para funcionar como pequeñas cuencas endorreicas en la mayor parte de los episodios de lluvia del lugar. Su diseño y funcionamiento en una ladera o en un terreno con pendiente, consiste en dividirlo en una serie de unidades menores, donde se altere el microrelieve del terreno, por medio de bordos, zanjas, surcos, plataformas a nivel o a contrapendiente, hoyas y hondonadas superficiales. Se consigue así una parcelación, donde cada compartimento constituye una unidad sistematizada, en la que, a ser posible, toda el agua de escorrentía debe quedar retenida en la parte inferior. A dicha zona favorecida por la escorrentía superficial se le denomina área receptora, a la superficie que aporta el agua de escorrentía se le llama área de impluvio o de escurrimiento. Debe diseñarse una red de drenaje para que en caso de eventos de precipitación extraordinarios, evacúe los excedentes de agua de manera ordenada y proteja la parcelación diseñada (Martínez de Azagra, 1996).

La preparación del terreno se diseña y dimensiona para garantizar la humedad necesaria a las plantas recién introducidas. Sin embargo, en aras de este objetivo es necesario alterar de manera agresiva el sustrato físico del suelo,

lo cual tiene consideraciones técnicas, económicas y sociales. La última por la sensibilidad social que en su percepción estas acciones pueden afectar negativamente el ambiente.

El mismo autor antes citado señala, que cualquier trabajo de preparación del terreno debe cumplir con la condición de hacer mayor la disponibilidad hídrica (infiltración media) en la zona de recepción en una ladera sistematizada, en comparación a su estado previo ó sin sistematización. En la Fig. 11 se presentan esquemáticamente diferentes sistemas de preparación del terreno.

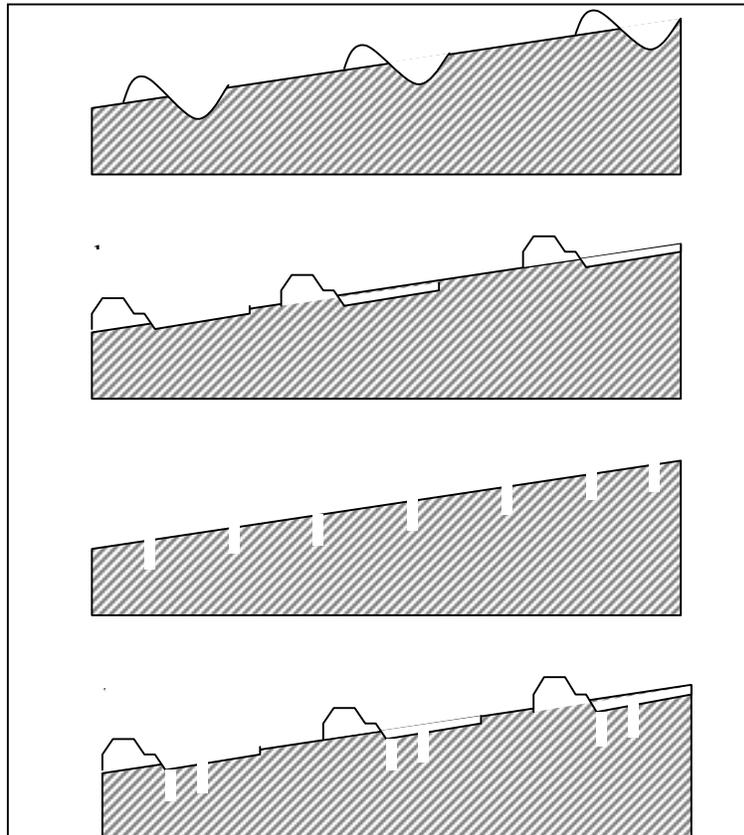
Importantes aspectos a considerar antes de realizar una plantación:

- Selección de especies; evitar especies exóticas, utilizar planta proveniente de germoplasma del lugar, de un mismo rango altitudinal, ó en un radio máximo a los 100 Km. Aún al tratarse de la misma especie no utilizar semilla colectada fuera de este radio.
- Sistema de producción de planta que considere un adecuado vigor y endurecimiento previo a la plantación.
- Un adecuado manejo en el momento de la plantación, en aspecto de transporte y manipulación, según sea el tipo de contenedor (bolsas, conos plásticos u otro).
- La época de plantación; que debe coincidir con el período máximo de posibilidades de días con lluvia, para asegurar la sobrevivencia en la primera etapa del establecimiento posterior a la plantación.

Así entonces, el diseño y dimensionado de la preparación del terreno debe ser suficiente y justa para asegurar la supervivencia de la reforestación en condiciones específicas de pluviometría y sustrato, y además debe ofrecer el beneficio de

retener una determinada cantidad de lluvia que generaría una avenida catastrófica, como es el caso de eventos especiales por ciclones en nuestra región.

Figura 11 Diferentes formas de Preparación del Terreno



a) Bordos con desfonde, b) bordeo superficial, c) Subsolado lineal y d) Bordeo con subsolado lineal.

En resumen, la supervivencia de la reforestación, la generación de escurrimiento y la aparición del fenómeno de erosión depende de lo que ocurre en

el punto y momento en que la lluvia llega al suelo, resulta por tanto esencial disponer de una adecuada preparación del terreno que nos permita aprovechar al máximo esta fase crítica del ciclo hidrológico.

VII.2 Normales climatológicas del área de estudio (condiciones pluviométricas)

Los registros pluviométricos del período 1987 – 2001 de la estación de Ramos Arizpe, Coah. Indican que la precipitación media anual es de 302 mm, con una distribución principalmente en Verano, siendo el mes de Septiembre el mes más lluvioso con una precipitación media de 67.25 mm con seis días con lluvia, y el que menos llueve el Marzo con 7.67 mm, con 2 días (precipitación mensual, anexo 5).

Los registros históricos indican que el máximo histórico ocurrió durante los años 1987 y 1988, con precipitaciones anuales de 438 y 514 mm respectivamente, el mes de Septiembre registró precipitaciones de 70.5 y 195 mm con 8 y 6 días de lluvia respectivamente (precipitación mensual, anexo 5).

En cuanto a los registros de precipitaciones máximas ocurridas en 24 horas, los datos señalan que éstas de ocurrir, suelen ser en el mes de Septiembre, con el valor histórico más alto de 87 mm, el cual tiene una tasa de retorno de 50 años, y una media máxima de precipitación de 33 mm (precipitación máxima ocurrida en 24 hr, anexo 5).

Por tanto los datos señalan que la época más favorable para realizar una plantación o trabajos de revegetación es en el mes de Septiembre y que se debe diseñar y establecer previamente un sistema de preparación del terreno que sea suficiente para capturar las precipitaciones máximas durante este mes y que son las que generan escurrimiento.

VII.3 Condiciones del sustrato

En área que se propone para trabajos de forestación y revegetación en el pie de monte del lado noroeste de la Sierra de San José de los Nuncios, los suelos dominantes son rendzinas, suelos poco desarrollados de escasa profundidad con textura franca arcillosa, con escasa materia orgánica, muy susceptibles a la erosión hídrica.

Los valores de infiltración básica obtenida con el método del infiltrómetro de doble cilindro, revelan que el valor de infiltración en la mayor parte del terreno de Apasco ronda los 7 mm/hr, lo cual indica que los eventos de precipitación mayores a éste valor de infiltración básica sobre suelo mojado producirán escurrimientos (Figuras, 8, 9 y 10 y anexo 3). El tipo de cubierta es de tipo xerófito, con matorral desértico rosetófilo con asociaciones con elementos crasos en el pié de monte, y matorral desértico micrófilo subinermes muy perturbado en la llanura, en ambos casos con porcentajes de cobertura del suelo que no sobrepasan el 50%.

Por otro lado por las condiciones temperatura, pendiente, y tipo de cubierta vegetal, la carta de escurrimientos superficiales del INEGI, 1988, define para el área coeficientes de escurrimiento como porcentaje del total anual precipitado del 0 al 5% en la parte baja de llanura y del 5 al 10% en el pié de monte, lo cual teóricamente arroja 15 mm de esorrentía que es posible aprovechar anualmente (Fig. 7).

VII.4 Diseño y Dimensionado del Sistema de Preparación del Terreno

Las adversas condiciones de clima, y de sustrato en el área de estudio, hacen difícil el diseño de un sistema de preparación del terreno para establecer una cubierta de vegetación arbórea. Para estimar la factibilidad técnica de poder obtener agua de esorrentía con un sistema de preparación del terreno, se empleó el programa MODIPE (Azagra, 1996), y se realizó una simulación considerando:

- Las condiciones de sustrato (suelo) y cubierta vegetal que determinan la capacidad de infiltración de agua y escurrimiento, considerando un número de curva de 85, que corresponde a suelos franco arcilloso, someros, con permeabilidad baja y cubierta de suelo degradada.
- Unidad sistematizada consistente en levantamiento de bordos sobre curvas de nivel con desfonde y subsolado, con una distancia entre curvas de 10 m, con desfonde trapezoidal de 20 cm x 10cm x 1m, altura de bordo de 60 cm,

y distancia entre arbolitos de 4 m. Lo cual proporciona para cada árbol un área de escurrimiento (impluvio) de 40 m², un área de cosecha (recepción) de 4 m² y una capacidad de embalse de 600 l (Fig. 12).

- Condiciones pluviométricas y de humedad de suelo previas siguientes:
 - Aguacero aislado de 33.82 mm (precipitación media máxima en 24 hr histórica) humedad de suelo 1¹
 - Aguacero aislado de 33.82 mm en condición de humedad 2²
 - Serie de 3 aguaceros (20.07, 13.96 y 33.82) que corresponden a la precipitación media máxima en 24 hr de julio, agosto y septiembre, primer aguacero en condición 1, segundo aguacero en condición 2, y tercer aguacero en condición 2 de humedad.
 - Un año con precipitación promedio.

Los resultados de la simulación se muestran en el anexo 6 y de su análisis se desprende, que el terreno presenta una baja capacidad de acogida de agua debido a sus elevados números de curva³. Sus umbrales de escorrentía, reflejan que en condiciones de suelo seco se requieren de 21 mm de precipitación, y en condiciones de humedad de suelo medias (condición 2 de humedad) se requieren únicamente 9 mm. Con la sistematización del terreno, el comportamiento hidrológico de la ladera sistematizada cambia. Los umbrales de escorrentía se elevan a 69 y 43 mm en condiciones 1 y 2 de humedad de suelo respectivamente, lo que abre las posibilidades de aprovechar mejor el agua, y por tanto, de incrementar la cobertura vegetal, especialmente en los lugares donde se acumula, en las áreas de recepción.

¹ Humedad de suelo 1 corresponde a un suelo totalmente seco, muy cercano al punto de marchitez permanente

² Humedad de suelo 2 corresponde a un suelo con contenido de humedad al termino medio entre punto de marchitez permanente y capacidad de campo

³ Número de curva indica la capacidad de infiltración – escurrimiento de un suelo, y depende de sus textura, estructura, profundidad y tipo de cubierta vegetal. Un suelo totalmente permeable (imposible en la realidad) tomaría un valor de número de curva 0, en cambio un suelo totalmente impermeable le correspondería un número de curva de 100.

FIGURA 12 SISTEMA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO PROPUESTO

En el primer caso de un aguacero de 33.82 mm en condiciones de suelo totalmente seco, se puede obtener una cosecha de 46.9 l en el área de recepción, y considerando este mismo aguacero, pero en condición de humedad 2 de suelo (segundo caso), la cosecha se eleva a 122.5 l. Con el desfonde de una capacidad de 600 l, queda ampliamente satisfecha por la capacidad de recepción, que evita escurrimiento fuera de la ladera sistematizada.

Considerando la serie de 3 aguaceros, con una precipitación total de 67.8 mm, se obtiene que solamente 2 producirán escurrimientos, y que la cosecha total de agua en el área de recepción es de 363 l.

Por último, considerando un año promedio en precipitación, con la sistematización de la ladera se puede incrementar la disponibilidad hídrica del área de recepción en aproximadamente una lámina de 15 mm, aumentando substancialmente el efecto de la precipitación únicamente durante el mes de Septiembre.

El diseño de la preparación del terreno consideró un área de impluvio y recepción amplias para asegurar una buena cosecha de agua, que en un año de condiciones buenas de precipitación (cuando menos con los valores promedio), podrían sustentar el establecimiento de 250 árboles/ha. Sin embargo en años con precipitaciones por debajo de los valores promedio, aún esta sistematización resultaría insuficiente para establecer una plantación de árboles, pero seguramente mejoraría la condición de la cubierta vegetal, e incluso la incrementaría.

Una aportación de agua extra se puede obtener de la derivación de corrientes de aguas “broncas” provenientes de la cañada el muerto (Fig. 13), utilizando una estrategia de acción directa más directa como es la construcción de una presa de gaviones para modificar el curso natural de los escurrimientos y conducirlos a un determinado sitio. Teniendo esta estructura en un evento de

precipitación de 33.82 mm pueden proporcionar un aporte de 4948 m³, suficientes para irrigar 8247 árboles con 600 l cada uno, y a la densidad especificada serían 33 has. La anterior superficie puede ampliarse si consideramos los aportes de la propia ladera sistematizada y de la ladera superior al área objetivo, con lo cual la superficie susceptible a reforestarse puede ser de 60 ha.

VII. 5. Presas de gaviones

La utilización de estructuras construidas a base de gaviones, tienen una gran diversidad de aplicaciones; por mencionar algunas, en la protección de infraestructura ferroviaria y carretera, protección de cauces de ríos, construcción de muros de contención, protección de taludes en carreteras y el que nos ocupa en este caso, conservación, manejo y aprovechamiento de suelo y agua.

Apuntando a lo anterior, el nivel de estabilidad del suelo depende de la pendiente, por tanto; en sectores de alta pendiente existe una mayor dinámica de suelo, el cual es desplazado hacia las partes bajas, presentando bajo nivel de fertilidad en las partes altas del terreno (laderas) y un mejor nivel del mismo en la parte baja (valles) que recibe los arrastres.

Si los escurrimientos que origina la cuenca fluyen por pendientes pronunciadas a través de arroyos, el caudal adquiere gran velocidad y capacidad de arrastre, teniéndose con esto una fuente de energía destructiva escurriendo dentro y fuera del cauce natural originando procesos mecánicos de destrucción del entorno así como erosión hídrica severa.

Figura 13. Ubicación de presas de gaviones

Con el propósito de revertir estos procesos, se propone la construcción de presas de control de azolves hechas a base de gaviones en lugares con presencia de cárcavas o arroyos para disminuir la capacidad erosiva de las corrientes, además de que con estas mismas se posibilita la utilización de las aguas derivadas de las escorrentías originadas por el agua de lluvia; esto con la finalidad de mejorar el entorno propiciando la revegetación de áreas deforestadas y erosionadas además de incrementar la infiltración y recarga de los mantos acuíferos.

La definición que podemos dar del gavión en base a sus especificaciones técnicas y características principales es: caja rectangular fabricada con malla hexagonal triple torsión elaborada con alambre galvanizado clase III con diafragmas interiores que agregan resistencia al gavión y contribuyen a que mantenga su forma durante la operación de relleno y en funcionamiento.

Los gaviones se definen técnicamente por:

- Las dimensiones de la caja.
- Las dimensiones del hexágono de la caja.
- Su triple torsión (impide que la malla se desarme si algún alambre se cortara).
- El diámetro y recubrimiento del alambre (Norma ASTM A641).

Características de las estructuras de gaviones.

- Flexibilidad: Adopta las formas naturales del terreno, adaptándose a sus socavaciones y asentamientos.
- Resistencia: Por su dominio en todos los esfuerzos de compresión, tensión y torsión.
- Permeabilidad: Disipa la energía de impacto del agua y disminuye los empujes hidrostáticos.
- Durabilidad: Por los materiales con que es construido y la vida útil promedio de las estructuras construidas, la cual en algunos casos supera los 30 años según el propósito de la obra.
- Ecológico: Por incorporarse al entorno sin alterar el equilibrio natural.

a. Memoria de cálculo para obra de conservación de suelo y plantaciones

CUADRO 2 MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA DERIVADORA A BASE DE GAVIONES

<u>Concepto</u>	<u>Unidad de medida</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (\$)</u>	<u>Importe (\$)</u>
Meta				
Construcción de presa de control de azolves con un promedio de 200 m ³ de construcción	Obra	1	106,375.00	117012.5
Mano de Obra				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Excavación ➤ Acopio de piedra ➤ Carga de piedra ➤ Armado de Gavión ➤ Llenado y amarre de gavión 	<ul style="list-style-type: none"> m³ m³ m³ Gavión m³ 	<ul style="list-style-type: none"> 40 200 200 75 200 	<ul style="list-style-type: none"> 80.00 30.00 30.00 15.00 65.00 	<ul style="list-style-type: none"> 3,200.00 6,000.00 6,000.00 1,125.00 13,000.00
Materiales				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gavión (diversas, medidas costo promedio) ➤ Piedra y acarreo ➤ Alambre galvanizado calibre 14 ➤ Guantes de Carnaza 	<ul style="list-style-type: none"> Gavión m³ Kg Juegos 	<ul style="list-style-type: none"> 75 200 50 10 	<ul style="list-style-type: none"> 690.00 120.00 23.00 35.00 	<ul style="list-style-type: none"> 51,550.00 24,000.00 1,150.00 350.00
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseño, trazo y ubicación de la obra. 	Obra	1	10% del costo total de la obra	10,637.50

Memoria de cálculo para la construcción de una obra derivadora a base de gaviones (altura = 4 m, largo = 25 m; Ancho = 2m).

FIGURA 14 PRESAS DE CONTROL DE ASOLVES PARA EL
APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA EN REVEGETACIÓN DE
ÁREAS DEGRADADAS

VII.6 REVEGETACIÓN CON ESPECIES NATIVAS SOBRE BORDERÍA A NIVEL

Las áreas desprovistas de vegetación son las de mayor susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica, no existiendo en el área, la actitud general de prevenirla o reducirla. Es necesario promover el establecimiento de cortinas rompevientos y prácticas de protección al suelo, mismas que se deben de establecer sobre curvas a nivel como apoyo a la nivelación del terreno, sistemas de bordería, trazos de riego, y canales de drenaje que permitan amortiguar los posibles eventos extraordinarios de precipitación que llegasen a presentarse además de aprovecharlos para el establecimiento, crecimiento y desarrollo de las especies plantadas.

Especial atención debe proveerse a los trabajos de reforestación y plantaciones en áreas degradadas, con el objetivo de rehabilitarlas y/o mejorarlas. Existen numerosas experiencias de reforestaciones y plantaciones, si tomamos en cuenta el criterio de superficie y éxito de sobrevivencia, la mayor parte de ellos son un fracaso, debido a varios factores entre los que están la selección de especies y el tipo de producción de planta, pero quizás el más notable es la ausencia de efectivos trabajos de preparación del terreno y el uso indiscriminado de la cepa común, en todo tipo de ambientes y situaciones de degradación; hecho que no permite proveer de agua a la planta mas allá de la que recibe *in situ*.

Dadas las condiciones del predio APASCO, el éxito de una revegetación con especies nativas para esta área, depende en gran medida de los trabajos de preparación del terreno, donde la idea básica es que la cantidad de agua disponible para el establecimiento y desarrollo de las especies forestales, no dependa únicamente de la cantidad de agua de precipitación, sino de la cantidad de agua cosechada derivada de la escorrentía y manejada en los sistemas de bordería diseñada con este propósito.

Importantes aspectos a considerar antes de realizar una plantación:

Selección de especies; evitar especies exóticas, utilizar planta proveniente de germoplasma del lugar, de un mismo rango altitudinal, ó en un radio máximo a los 100 Km. Aún al tratarse de la misma especie no utilizar semilla colectada fuera de este radio.

Sistema de producción de planta que considere un adecuado vigor y endurecimiento previo a la plantación.

Un adecuado manejo en el momento de la plantación, en aspecto de transporte y manipulación, según sea el tipo de contenedor (bolsas, conos plásticos u otro).

La época de plantación; que debe coincidir con el período máximo de posibilidades de días con lluvia, para asegurar la sobrevivencia en la primera etapa del establecimiento posterior a la plantación.

En el siguiente cuadro se muestra la memoria de cálculo para la realización de trabajos de restauración y conservación de suelos con plantación de especies nativas (maguey, nopal y costilla de vaca) sobre bordería a nivel en terrenos con pendiente regular e irregular.

CUADRO 3 MEMORIA DE CÁLCULO PARA TRABAJOS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS CON PLANTACIÓN DE ESPECIES NATIVAS (MAGUEY, NOPAL Y COSTILLA DE VACA).

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$)	Importe (\$)
Meta				
Reforestación con especies nativas en bordos a nivel	Ha	1	3,770.00	3,770.00
Mano de obra				
Trazo de bordería	Ha	1	150.00	150.00
Corte, desenraíce y carga de maguey	Planta	100	2.50	250.00
Corte y carga de nopal	Planta	200	2.50	500.00
Acarreo de costilla de vaca	Planta	100	2.50	250.00
Excavación de cepas	Cepa	400	0.95	380.00
Plantación de maguey nopal y costilla de vaca	Planta	400	1.35	540.00
Materiales				
➤ Maguey	Planta	100	6.00	600.00
➤ Nopal	Planta	200	2.50	500.00
➤ Costilla de vaca	Planta	100	3.00	300.00
Insumos				
➤ Maquinaria agrícola para construcción de bordería	Ha	1	300.00	300.00

VII.7 Restauración ambiental en zonas de canteras

La explotación de rocas calizas sedimentarias marinas en los terrenos de APASCO son aprovechamientos del 100% del mineral y como consecuencia ocasiona la formación de grandes huecos. Su relleno como escombrera no es práctico ni económicamente viable. Entre los impactos permanentes se hallan los cambios en la forma del paisaje y la remoción de volúmenes de suelo y vegetación. Los dos primeros muy dependientes de la tipología geológica del yacimiento y por tanto al proyecto de explotación que condiciona el modelo geométrico de ésta.

Las consideraciones recomendadas por MOPT, 1996 para que los impactos residuales sean mínimos y no destaquen del medio circundante depende de dos factores dominantes. El diseño geométrico de la explotación y el punto de ataque, así como el modelado de taludes, accesos a la explotación y protección de vistas, que lógicamente son función de una operación de explotación económicamente rentable, y de la topografía final que debe ser estructuralmente estable y sin riesgos.

El **diseño geométrico** de menor impacto paisajístico es aquel en que las modificaciones fisiográficas (morfológicas) se mimetizan con el entorno tanto en lo referente al resalte de líneas geométricas y ángulos; así como en la visibilidad desde corredores visuales (carretera) o núcleos urbanos.

El **punto de ataque** de la explotación debe realizarse para ocasionar el menor impacto visual durante el tiempo que dura la explotación.

El modelado de taludes en roca en aquellas explotaciones cuyo impacto residual es un hueco, debe diseñarse de manera que sus alturas permitan una recuperación ambiental rápida y sencilla, con bancos de altura menor a los 15 m. Muy recomendable y sobre todo en el caso de materiales disgregables es, que los taludes no tengan una inclinación superior a los 20° con longitudes máximas de 25

m para evitar el arrastre de finos por el agua de escorrentía (Fig. 15). Y sólo después de esto se puede intentar la instalación de una cubierta vegetal permanente.

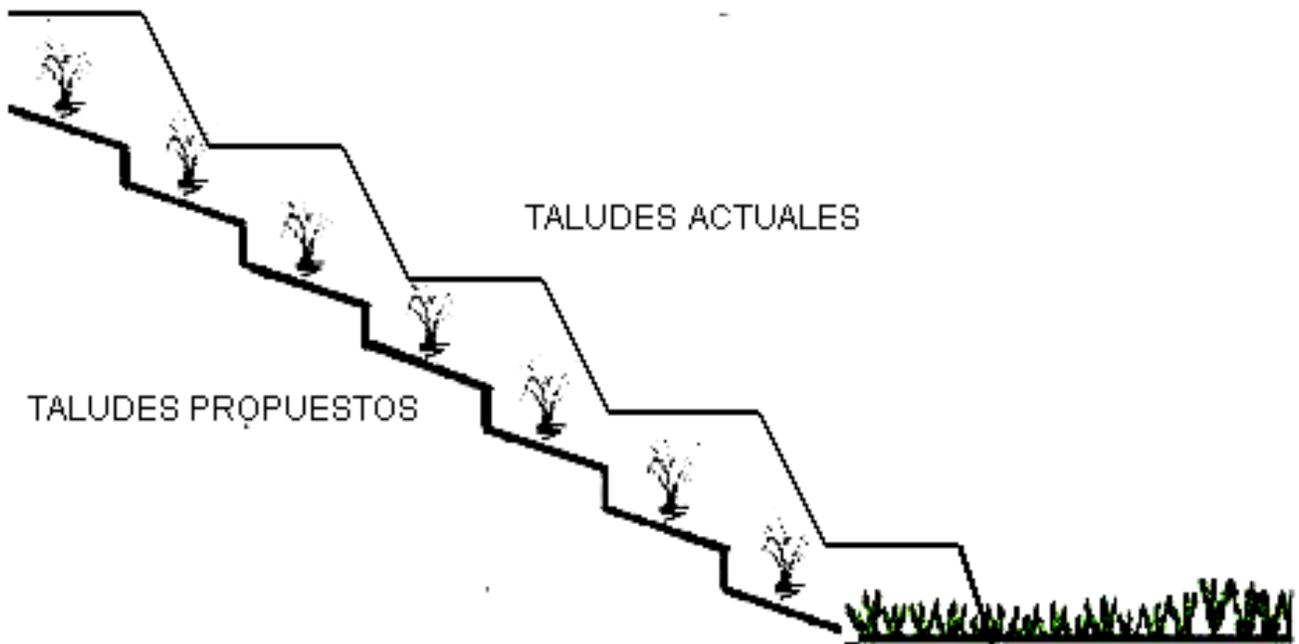
La reinstalación de una cubierta vegetal, por las condiciones de clima y suelo naturales en los terrenos de APASCO, es particularmente difícil. El suelo es delgado y pobre en nutrientes, lo que imposibilita, al momento de la explotación, removerlo y conservarlo para su utilización posterior en la restauración. Sin embargo, es posible crear suelo artificial con fracciones granulométricas adecuadas de los mismos materiales que se explotan, enriquecida con fertilizantes químicos y orgánicos, lo cual, podría ser el sustrato de partida para el establecimiento de una cubierta vegetal que promoviera su desarrollo y enriquecimiento, como sería aprovechar especies de leguminosas, gramíneas con la inoculación al sustrato con micorrizas (bacterias de asociación simbiótica con plantas superiores, capaces de efectuar la fijación de nitrógeno atmosférico). A este punto es necesario recordar la cercanía de las explotaciones de engorda de ganado vacuno y granjas avícolas.

La selección de especies nativas es por obligación lo más viable y económico, como son algunas especies que componen el matorral desértico rosetófilo como el sotol (*Dasyilirion cedrosanum*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), maguey cenizo (*Agave scabra*), Cortadillo (*Nolina cespitifera*), Ocotillo o albarda (*Fouquieria splendens*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), Gatuño (*Mimosa zygophylla*) frijolin ó colorín (*Sophora secundiflora*), zacate chino (*Bouteloua ramosa*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), y con un adecuado aprovechamiento de escorrentías, árboles piñoneros (*Pinus cembroides* y *Pinus catarinae*).

Por último, la restauración de canteras debe realizarse en forma coordinada con la ingeniería de explotación, de tal manera, que el diseño geométrico facilite

posteriormente su rehabilitación en la etapa de abandono y exista coordinación en la restauración con las etapas de la explotación que van quedando atrás.

FIGURA 15 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL EN CANTERAS



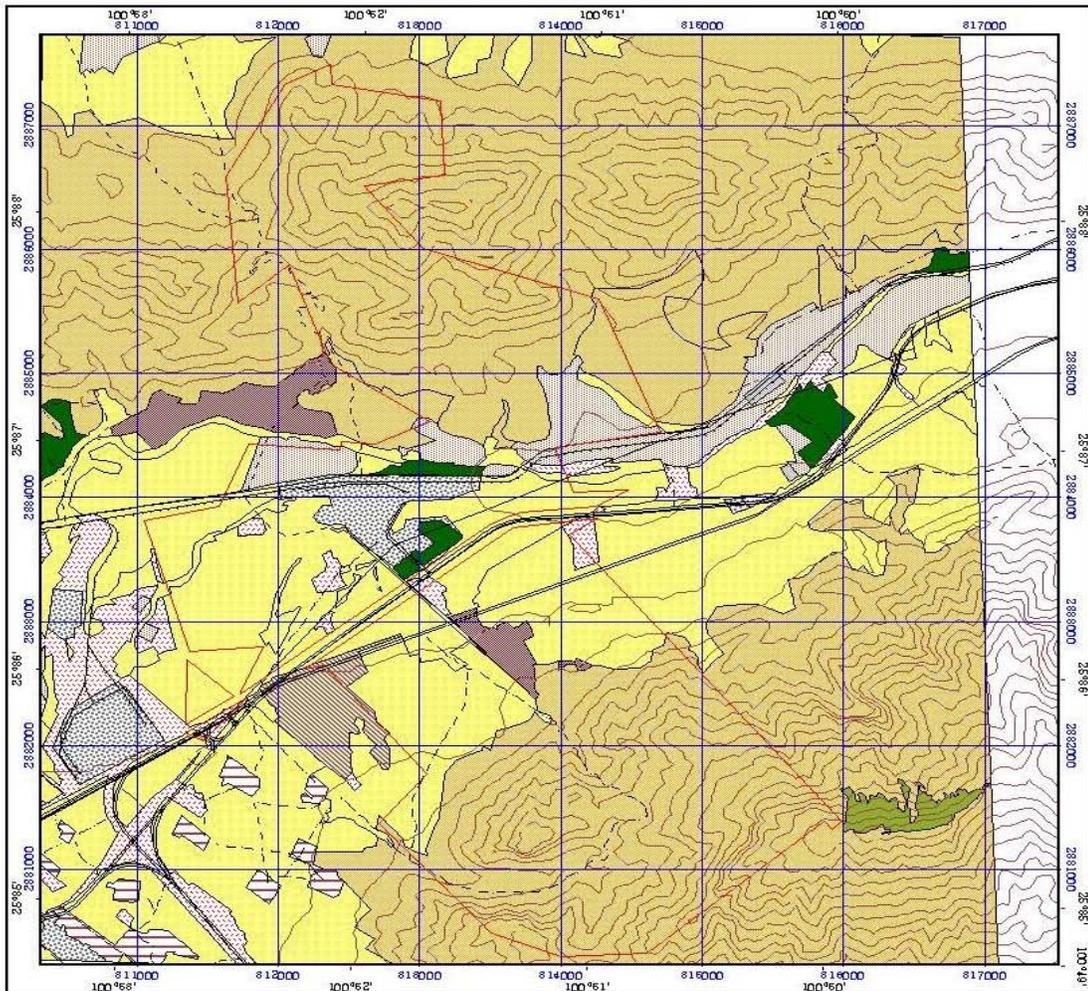
BIBLIOGRAFÍA

- Canales, E., J. Carrera, L., González, S.H., M. Lasso, M y Valdés, R. J. 1995
Signos Para la Memoria. Coahuila: Herencia de la Naturaleza. Centro de
Estudios Sociales y Humanísticos, A.C. Gobierno del Estado de Coahuila.
México. 200 pp.
- CETENAL I. 1976. Carta usos del suelo y vegetación, G14C24 "RAMOS ARIZPE".
Escala: 1:50 000. México.
- CETENAL, 1976. Carta geológica, G14C24 "RAMOS ARIZPE". Escala 1:50 000.
México.
- CETENAL. 1976. Carta edafológica, G14C24 "RAMOS ARIZPE". Escala: 1:50
000. México.
- CETENAL. 1976. Carta uso potencial, G14C24 "RAMOS ARIZPE". Escala: 1:50
000. México.
- Chávez L., G. 1996. Principios, conceptos y consideraciones de restauración
ecológica. Ciencia Forestal. INIFAP 21(80). México pp. 3 – 24.
- CP, 1991. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. 3ª Ed. Colegio de
Postgraduados, SARH y SPP. Chapingo, Mex.
- Francia, M. J., A. R. Martínez Raya & S. R. Gutiérrez. Erosión en Suelos de Olivar
en Fuertes Pendientes. Comportamiento de distintos manejos de suelo.
Centro de Investigación y Formación Agraria. Apdo. 2027 Granada.
Edafología. Volumen 7-2. Mayo 2000
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen
para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de
Geografía UNAM, 4a. ed. SIGSA. México
- INEGI (*et. al.*), 1996. Ramos Arizpe: Cuaderno Estadístico Municipal. Instituto
Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

- INEGI 1981 Carta de climas G14C07 Monterrey. Escala 1:500 000
- INEGI, 1981. Carta fisiográfica G14C07 Monterrey Escala 1: 1 000 000. México.
- INEGI, 1991. AGROS. Resultados definitivos del VII Censo Agropecuario. Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática. México.
- INEGI, 1996. Coahuila: Censo de Población y Vivienda 1995, Resultados Definitivos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- INEGI, 1998. Niveles de Bienestar por AGEB. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- INEGI,1981. Carta hidrológica de aguas superficiales G14C07 Monterrey Escala 1:250 000. México.
- INEGI, 2001. Ortofotos digitales de 1994 G14C24B y G14C24E. México.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. 1992. Evaluación y corrección de impactos ambientales. ITGE. Madrid. 300 p.
- Martínez de Azagra, P. A. 1996 Diseño de Sistemas de Recolección de Agua para la Repoblación Forestal. Ediciones Mundi – Prensa. España 78 pp.
- Martínez, R. E. 2000. Restauración Ecológica y Biodiversidad. Biodiversitas XXVIII, CONABIO, 5 (28) pp.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 1992. Guía para elaboración de estudios del medio físico. Secretaria general técnica. Centro de publicaciones. España.
- NOM-ECOL-059-1994. Especies y subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. SEMARNAP-INE.
- Ortiz, S. C.A. 1987. Elementos de AGROMETEOROLOGÍA Cuantitativa. Departamento de Suelos. UACH.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Tragsa, 1994. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España.
- Gutiérrez C., J. 1975. Evaluación de diferentes métodos para el establecimiento de especies forestales en zonas áridas. Tesis profesional UAAAN (Escuela superior de agricultura). Saltillo, Coahuila. México. 83 p.
- Mendoza B., M.A. 1983. Conceptos básicos de manejo forestal. Editorial Limusa. 1^a edición. México. 118 p.
- Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1^a edición. 48 p.
- Serrada H., R 1995. Apuntes de repoblaciones forestales. Fundación Conde del Valle de Salara. 2^{da} edición. México. 379 p.
- Capo A., M.A. 2002. Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. Universidad Autónoma agraria Antonio Narro. Departamento de Forestal. 1^a. Saltillo Coah., México. 207 p.
- Ministerio de Medio Ambiente. 1998. Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. Ingeniería Medio Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 2^a edición. España. pp. 551 – 640.
- Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. 1994. Manual de Forestación en tierras agrícolas. Secretaria Genral de Estructuras Agarias. Ediciones DOCE CALLES, S.L. México. 117 p.

Uso de Suelo 1998



SIMBOLOGÍA

- | | |
|--|----------------------|
| | Granja Avícola |
| | Cantera |
| | Granja Ganadera |
| | Uso Industrial |
| | Asentamiento Humanos |
| | |

CEMENTOS APASCO

VIAS DE COMUNICACIÓN

- Area Urbana
- Brecha
- Carretera pavimentada
- Carretera pavimentada 4 carriles
- Terracería
- Vereda
- Vía Férrea

Fuente: Procedimiento de elaboración Manual
Equidistancia entre curvas

Carta escala 1:50,000
Digitalización Manual
50 metros

ESCALA
1:25,000



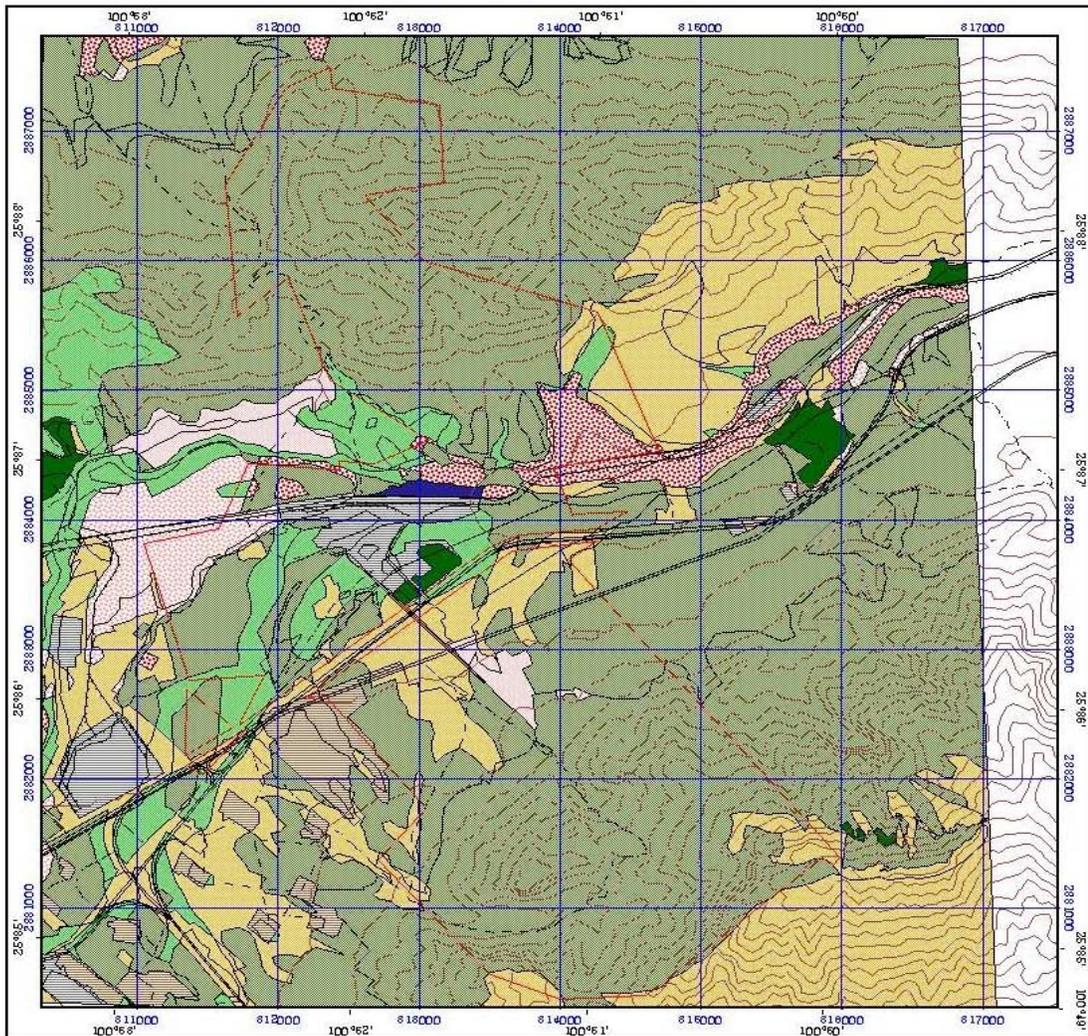
PLAN DE MANEJO CEMENTERA APASCO S.A. DE C.V. PLANTA RAMOS ARIZPE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



Cambios de Uso 76-98



SIMBOLOGÍA

Cambios de Uso	
Agricultura Abandonada	Degradadas
Desmante Agrícola	Desmante Minero
Alteradas	Desmante pecuario
Sin Cambio	Desmante urbano-industrial
Recuperación	Ductos de PEMEX

CEMENTOS APASCO

VIAS DE COMUNICACIÓN

- Area Urbana
- Brecha
- Carretera pavimentada
- Carretera pavimentada 4 carriles
- Terracería
- Vereda
- Vía Férrea

Fuente: Procedimiento de elaboración: Equidistancia entre curvas
 Carta escala 1:50,000
 Digitalización Manual
 50 metros



PLAN DE MANEJO CEMENTERA APASCO S.A. DE C.V. PLANTA RAMOS ARIZPE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
 ANTONIO NARRO

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

