



CONANP
COMISIÓN NACIONAL
DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS



Secretaría de Medio Ambiente
y Desarrollo Territorial

GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO

Diagnostico Socioambiental y Ecológico del Volcán de Tequila y su Zona de Influencia



HAB | consultores
ambientales

Febrero 2014



Secretaría de Medio Ambiente
y Desarrollo Territorial
GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO



Gobierno del Estado de Jalisco

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial SEMADET
HAB Consultores Ambientales

Diagnostico Socioambiental y Ecológico del Volcán de Tequila y su
Zona de Influencia

Portada: Google Earth (Fotografía de la “tetilla” del Volcán de Tequila).

Coordinado por:
Biol. Héctor M. de Alba Esquivias (HAB Consultores Ambientales).

Elaborado por:
Lic. Beatriz Eugenia Araiza Cajigal
MVZ. Itandehui Herrera Gomez
Geo. Elizabeth Guadalupe Aguirre Arévalo
Biol. Maria de Jesus Quezada del Real

ÍNDICE

Introducción	1
1. Términos de Referencia Estatales para la elaboración del presente estudio.....	2
1.1 Objetivo general.....	2
2. Delimitación.....	4
3. Caracterización ambiental.....	12
3.1 Medio natural	12
3.2.3 Clima	17
3.2.4 Hidrología.....	20
3.3 Características bióticas	70
3.3.1 Flora.....	70
3.3.2 Fauna	77
4. Paisaje (singularidad del paisaje).....	79
5. Medio construido	93
Demografía.....	93
Economía	93
Educación.....	94
6 Diagnóstico y prospección.	97
6.1 Medio construido.....	97
6.2 Síntesis hidrológica región Valles de Jalisco	101
6.3 Datos climatológicos de la región Valles de Jalisco.	102
6.4 Demografía de la región Valles de Jalisco.	102
Según lo publicado por el Consejo Estatal de Población en marzo de 2011, la región Valles contaba con 345 mil 438 habitantes, de los cuales, 170 mil 606 son hombres (49.4%) y 174 mil 832 son mujeres (50.6%), es decir, el número de mujeres supera al de hombres en 4 mil 226 personas. Este volumen de población regional representa el 4.7 por ciento de la población total del estado.....	102

Zonificación.....	158
8.1 Criterios de zonificación	158
8.2 Zonas y Subzonas.....	159
8.3 Subzona de usos restringidos.....	160
8.4 Subzona de uso público	161
8.5 Subzona de uso especial	162
8.6 Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	163
9. Programa de manejo del área.	166
9.1.1 Objetivos del Programa de Manejo	166
Objetivo general	166
Objetivos específicos	166
9.2 Subprogramas de Conservación	167
9.3 Subprograma Protección.....	168
9.3.1 Componente inspección y vigilancia	169
9.3.2 Componente prevención, control y combate de incendios y contingencias ambientales	171
9.3.3 Preservación e integridad de las zonas de conservación, áreas frágiles y sensibles.	172
9.3.4 Componente de protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales.....	174
9.3.5 Componente de mitigación y adaptación al cambio climático.....	175
9.4 Subprograma manejo.....	177
9.4.1 Componente desarrollo y fortalecimiento comunitario	178
9.4.2 Componente actividades mineras y extractivas orientadas a la sustentabilidad.....	179
9.4.3 Componente actividades productivas alternativas y tradicionales.....	182
9.4.4 Componente manejo y uso sustentable de agroecosistemas y ganadería	184
9.4.5 Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales	186
9.4.6 Componente manejo y uso sustentable de vida silvestre.....	188

9.4.7 Componente mantenimiento de servicios ecosistémicos	190
9.4.8 Componente uso público, turismo y recreación al aire libre	191
9.5 Subprograma restauración.....	192
9.5.1 Componente de conectividad y ecología del paisaje.....	193
9.5.2 Componente recuperación de especies en riesgo y emblemáticas.....	194
9.5.3 Componente de conservación de agua y suelo	196
9.5.4 Componente de reforestación y restauración de ecosistemas.....	197
9.6 Subprograma conocimiento.....	198
9.6.1 Componente de fomento a la investigación y generación de conocimiento	199
9.6.2. Componente inventarios líneas de base y monitoreo ambiental y socioeconómico	200
9.6.3 Componente de sistematización de información y sistemas de información geográfica	201
9.7 Subprograma cultura	202
9.7.1 Componente de participación.....	203
Se ha demostrado que las áreas destinadas a la conservación que evitan más efectivamente el cambio de uso de suelo son aquellas que incorporan esquemas de manejo y conservación donde la sociedad está involucrada, creando una situación ganar-ganar ²⁴ . Sin embargo, históricamente, las decisiones de manejo de la biodiversidad se han tomado de manera más vertical que horizontal, como resultado de las diferencias entre los propietarios, usuarios, conservacionistas y administradores.....	203
9.7.2 Componente de educación para la conservación.....	205
9.7.3 Componente de capacitación para el desarrollo sostenible	206
9.7.4 Componente de comunicación, difusión e Interpretación ambiental.....	208
9.8 Subprograma gestión.....	209
9.8.1 Componente administración y operación	210
9.8.2 Componente de transversalidad y concertación regional y sectorial	211
9.8.3 Componente de protección civil y mitigación de riesgos.....	213
9.8.4 Componente de fomento, promoción, comercialización y mercados	214



Secretaría de Medio Ambiente
y Desarrollo Territorial
GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO



9.8.5 Componente de infraestructura, señalización y obra pública.....	215
9.8.6 Componente de recursos humanos y profesionalización.....	216
10. Anexos.....	218
11. Bibliografía.....	225

Introducción

La protección de los recursos naturales es una tarea ineludible para el hombre a fin de garantizar su propia subsistencia, porque en esencia el hombre mismo es parte de ese patrimonio que casuísticamente tiene la capacidad de administrar, sin embargo, debe asumir la responsabilidad de hacerlo en un contexto de equidad y respeto al resto de la biota, garantizando la disponibilidad de recursos naturales para todos en cantidad, calidad, tiempo y espacio adecuados para su óptimo desarrollo.

Lamentablemente, esta premisa que para nuestros antepasados era de sentido común, se ha venido erosionado al paso del tiempo, hasta convertirse en una amenaza para la vida humana y en la causa de la desaparición forzada de muchas especies que ya no se encuentran en nuestro planeta. La depredación de los recursos naturales y su transformación desregulada, en la búsqueda desmedida de bienes materiales y riqueza mal entendida como desarrollo de las sociedades, se ha traducido en graves problemas de contaminación que ahora se revierten a la humanidad como una lógica manifestación de los procesos naturales que durante siglos nos han proporcionado vida. Aunado a eso, en esta misma actitud de explotación de recursos naturales y humanos en el procesamiento de los mismos, las mismas sociedades y sus desatinos políticos y económicos, han generado a lo largo de la historia y a nivel mundial, la fragmentación social por la pobreza y discriminación simultánea que impide la equidad en oportunidades de acceso a educación, salud, trabajo y en muchos casos hasta servicios básicos como agua, drenaje y energía eléctrica.

En este contexto, las políticas públicas actuales deben ser claras y contundentes para promover la protección de los recursos naturales mediante planes y programas integrales de participación social, en donde las instancias competentes cumplan con los objetivos planteados en los documentos rectores correspondientes y se garanticen los mecanismos necesarios para identificar, inventariar, conservar y proteger la riqueza natural y cultural de los países y sus pueblos indígenas, mediante la inserción de criterios sustentables en el uso y aprovechamiento del patrimonio natural, como un principio fundamental de respeto a la flora y la fauna y de respeto integral a la identidad de pueblos, comunidades y etnias.

1. Términos de Referencia Estatales para la elaboración del presente estudio.

La elaboración del presente estudio nace a iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) del Gobierno del Estado de Jalisco, con apoyo de la Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) del Gobierno Federal, mediante recursos federales del Programa de Medio Ambiente.

El presente trabajo integra los elementos y componentes necesarios para definir un Diagnóstico Socioambiental y Ecológico del Volcán de Tequila y su zona de influencia y determinar en una etapa futura, la factibilidad de establecer las bases para su protección. Los términos de referencia otorgados por la SEMADET, permiten conocer las características del medio abiótico (geología, hidrología, suelos, clima y paisaje), biótico (flora y fauna) y su relación ecosistémica. Asimismo, se desarrolla el sector social, con la descripción de los elementos demográficos, de infraestructura, tenencia y uso de la tierra, y el aprovechamiento de los recursos naturales, desde el punto de vista de los servicios ambientales que presta el Volcán de Tequila, dentro de un polígono previamente establecido.

1.1 Objetivo general.

Establecer un diagnóstico certero y confiable que constituya una propuesta inicial para el análisis justificativo posterior de un decreto de protección, dentro de un polígono caracterizado en el contexto socio ambiental y ecológico, definido geográficamente en este caso por actividades productivas del sector primario como primer criterio, seguido de la calidad ambiental y biológica de secciones alteradas por cambios de usos de suelo o incendios forestales.

1.2 Objetivos particulares

- ❖ Contar con un documento base de consulta, en donde se contenga lo siguiente:
 - Delimitación del polígono de estudio
 - Delimitación de las unidades de manejo
 - Acercamiento al Programa de manejo

- Propuesta de mecanismo administrativo y operativo para la ejecución del programa de manejo

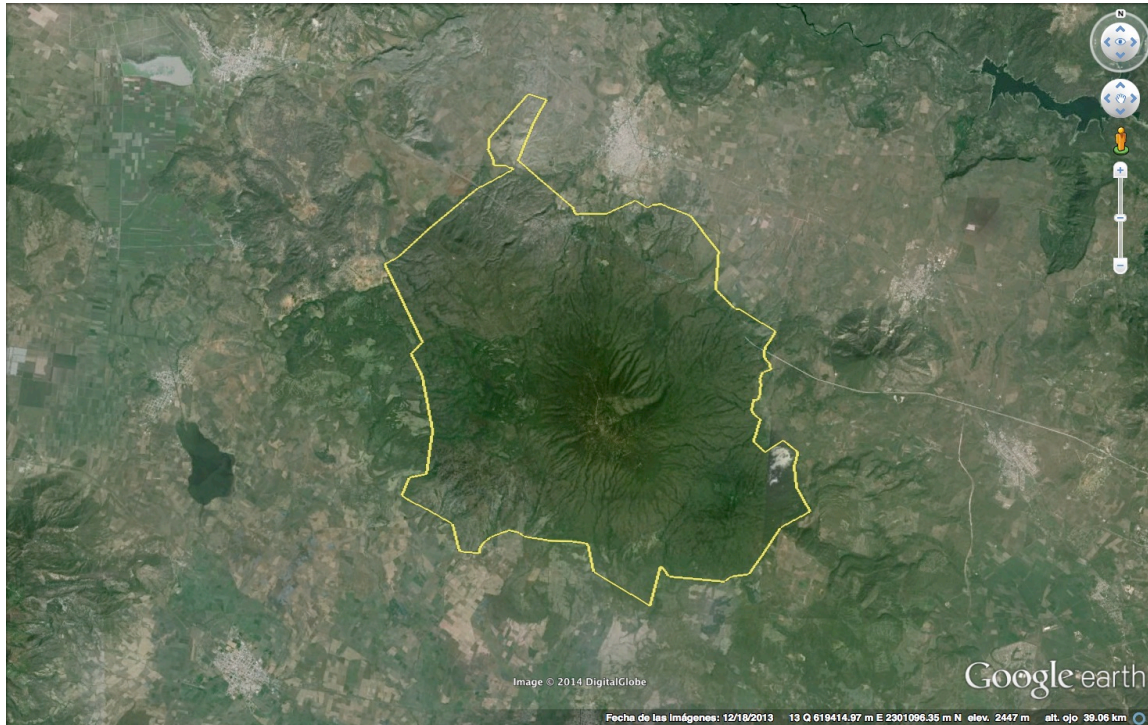
- ❖ Cumplir con la normatividad establecida por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

2. Delimitación

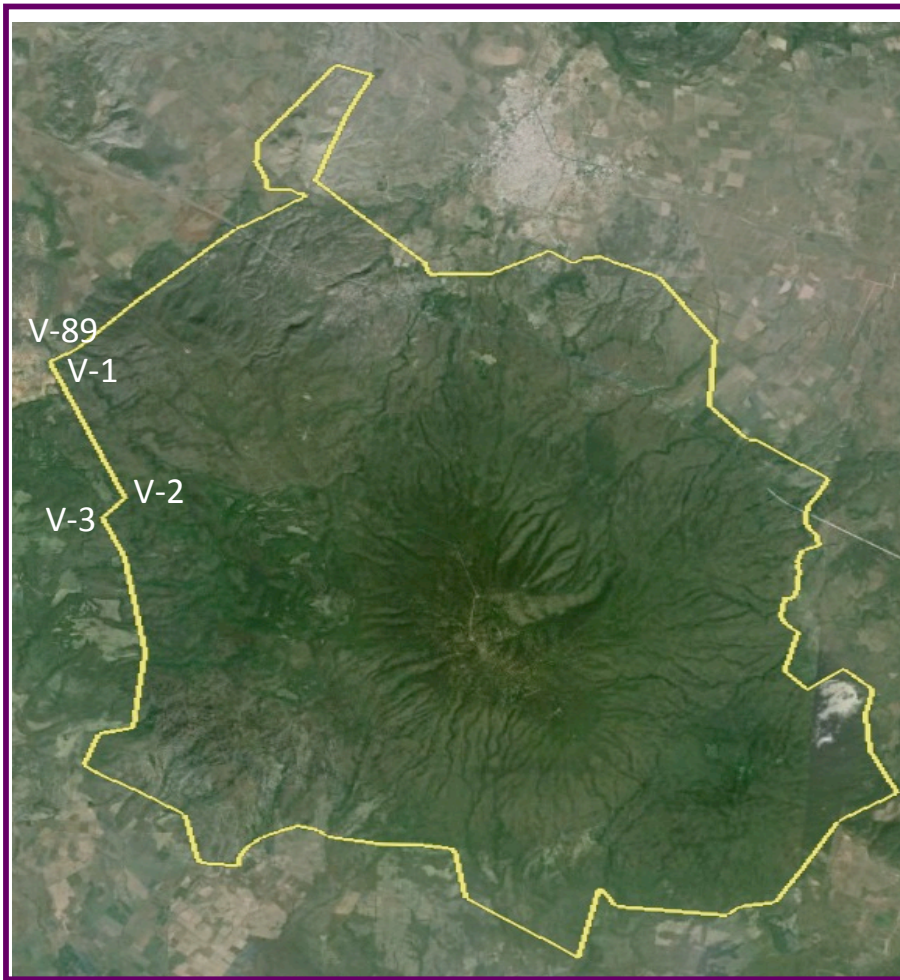
El polígono propuesto está integrado por secciones territoriales de 4 cuatro municipios del Estado de Jalisco, cuenta con una superficie de 17,438.9602 hectáreas, comprendidos en 7,944.6776 hectáreas del municipio de Tequila, 1,140.1423 hectáreas del municipio de Magdalena, 6,159.1259 hectáreas del municipio de Ahualulco del Mercado y 2,194.7444 hectáreas del municipio de Teuchitlán, mientras que otros municipios que colindan con este polígono son San Juanito Escobedo y Amatitán, pero estos no se encuentran dentro de la superficie del proyecto.

CLAVE MUNICIPIO	MUNICIPIO	AREA (ha)	PORCENTAJE
003	AHUALULCO DE MERCADO	6,159.1259	35.32 %
055	MAGDALENA	1,140.1423	6.54 %
094	TEQUILA	7,944.6776	45.56 %
095	TEUCHITLAN	2,194.7444	12.58 %
	TOTAL	17,438.9602	100 %

La siguiente imagen muestra la delimitación del polígono propuesto para establecer el diagnóstico comentado.

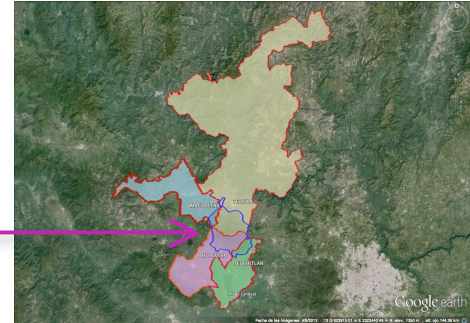
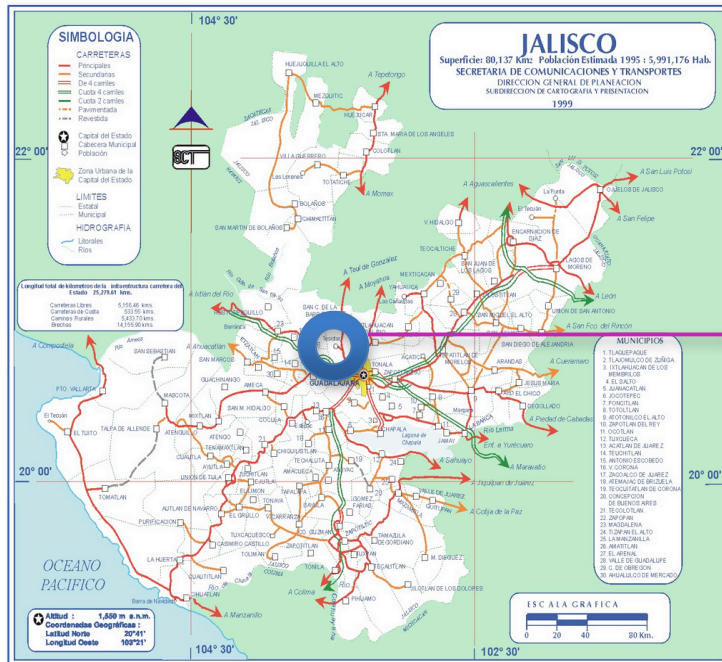


El polígono tiene como punto de partida el vértice N° 1 en el noroeste, dentro del municipio de Magdalena (Coordenadas UTM 611975.76 y 2304752.26) y de ahí continúa al vértice N° 2 ubicado al sureste, para entrar al municipio de Aqualulco del Mercado y así consecutivamente hasta concluir en el vértice 89, al noreste del vértice 1 (siguiente imagen)



2.1 Delimitación de las características fisiográficas, morfológicas, geográficas, legales y delimitación política.

El sitio de estudio se encuentra al Noroeste de la capital del estado de Jalisco, aproximadamente a 40 kilómetros de Guadalajara. El polígono determinado abarca secciones territoriales de los municipios de Tequila, Magdalena, Ahualulco del Mercado y Teuchitlán, mientras que los municipios de Amatitán y San Juanito Escobedo son colindantes al mismo.



Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1999) y Google Earth (2013)

Los límites municipales utilizados para el polígono del Volcán de Tequila y su zona de influencia, corresponden a los establecidos por el INEGI en el año 2010 y la figura siguiente remarca los perímetros de cada uno de los cuatro municipios que aportan secciones territoriales al sitio de estudio.



Como se mencionó anteriormente, los criterios para definir el polígono tienen su origen en el uso de suelo y vegetación del sitio, desde el punto de vista de las actividades primarias (agricultura y ganadería) y estado de la vegetación (cambios de uso de suelo e incendios forestales), además se atienden al mismo tiempo los criterios de la CONANP en términos de establecer polígonos regulares en la medida de lo posible, evitando numerosos vértices que a corto y mediano plazo son susceptibles de sufrir cambios en su estructura y función inicial.

2.2 Delimitación, superficie y cuadro de construcción

El polígono se encuentra dentro de las siguientes coordenadas geográficas, expresadas en metros con la proyección Universal Transversal de Mercator y datum WGS84, en el siguiente cuadro de construcción:

Municipio	Vértice	Distancia (m)	X	Y
Magdalena	1	0	611975.76	2304752.26
Tequila	2	3,245.65	613495.68	2301853.11
Tequila	3	630.43	613070.81	2301411.44
Ahualulco	4	929.61	613491.41	2300586.95
Ahualulco	5	2,077.45	613924.41	2298534.60
Ahualulco	6	1,535.22	613696.27	2296922.24
Ahualulco	7	688.10	613021.08	2296775.95
Ahualulco	8	707.13	612758.18	2296079.79
Ahualulco	9	2,199.50	614701.18	2295057.08
Ahualulco	10	1,001.38	614978.76	2294011.00
Ahualulco	11	750.25	615732.66	2293963.12
Ahualulco	12	191.06	615746.84	2294158.17
Ahualulco	13	302.71	615910.49	2294400.41
Ahualulco	14	353.69	616191.88	2294610.30
Ahualulco	15	707.50	616847.56	2294866.23
Ahualulco	16	388.18	617228.76	2294792.38
Ahualulco	17	218.59	617401.61	2294643.32
Ahualulco	18	2,426.40	619819.23	2294443.34
Ahualulco	19	1,082.81	620058.09	2293363.37

Teuchitlán	20	2,496.50	622216.20	2292114.58
Teuchitlán	21	1,557.16	622591.49	2293635.09
Teuchitlán	22	484.17	622915.06	2293225.84
Teuchitlán	23	2,078.30	624999.80	2293102.22
Teuchitlán	24	356.27	625242.04	2293303.20
Teuchitlán	25	677.91	625909.70	2293411.71
Teuchitlán	26	2,103.77	627035.39	2295182.16
Teuchitlán	27	1,274.54	628150.60	2295802.25
Teuchitlán	28	1,032.40	627632.44	2296689.82
Teuchitlán	29	812.87	627542.40	2297467.28
Teuchitlán	30	527.95	627667.94	2297999.36
Teuchitlán	31	695.41	627118.20	2298429.57
Teuchitlán	32	836.34	626411.83	2297983.19
Teuchitlán	33	596.21	625976.48	2298379.91
Ahualulco	34	849.02	626225.85	2299201.78
Ahualulco	35	321.70	625968.80	2299392.65
Ahualulco	36	180.74	625878.57	2299550.20
Ahualulco	37	424.09	625972.32	2299957.33
Ahualulco	38	68.19	626030.68	2299918.62
Tequila	39	92.29	626123.86	2299913.00
Tequila	40	254.60	626212.49	2300156.61
Tequila	41	192.05	626209.27	2300341.80
Tequila	42	142.25	626241.56	2300481.36
Tequila	43	161.29	626212.44	2300627.27
Tequila	44	43.61	626226.50	2300668.90
Tequila	45	93.33	626210.00	2300757.78
Tequila	46	186.92	626277.22	2300927.44
Tequila	47	74.81	626232.96	2300979.44
Tequila	48	311.13	626222.41	2301085.75
Tequila	49	117.48	626584.78	2301189.06
Tequila	50	59.46	626584.43	2301254.37
Tequila	51	96.77	626539.33	2301334.02
Tequila	52	162.29	626419.40	2301441.66
Tequila	53	149.81	626354.35	2301577.31
Tequila	54	209.53	626356.44	2301780.48

Tequila	55	198.70	626417.60	2301973.56
Tequila	56	320.66	626611.71	2302224.33
Tequila	57	334.35	626766.00	2302523.56
Tequila	58	1,621.26	625364.09	2303343.41
Tequila	59	141.37	625223.59	2303328.64
Tequila	60	1,042.33	624473.76	2304049.67
Tequila	61	1,443.24	624566.06	2305478.90
Tequila	62	1,731.81	623470.23	2306827.06
Tequila	63	1,161.81	622385.93	2307248.60
Tequila	64	212.97	622176.80	2307227.69
Tequila	65	161.83	622012.57	2307213.94
Tequila	66	202.06	621854.75	2307080.81
Tequila	67	548.71	621387.54	2307387.80
Tequila	68	1,214.46	620295.27	2306838.91
Tequila	69	1,184.76	619111.39	2306802.07
Tequila	70	269.48	619017.11	2307044.68
Tequila	71	2,726.14	616913.80	2308784.23
Tequila	72	2,549.95	617939.46	2311112.12
Tequila	73	718.61	617242.14	2311305.21
Tequila	74	2,227.28	615804.23	2309593.23
Tequila	75	443.65	615775.58	2309141.14
Tequila	76	174.63	615868.89	2308993.05
Tequila	77	199.72	615953.48	2308809.59
Tequila	78	124.11	615987.30	2308676.73
Tequila	79	95.10	615980.85	2308586.72
Tequila	80	139.32	616118.03	2308574.57
Tequila	81	132.88	616249.72	2308590.93
Tequila	82	127.24	616375.27	2308587.13
Tequila	83	76.21	616451.76	2308568.51
Tequila	84	105.32	616545.26	2308514.53
Tequila	85	190.93	616734.94	2308489.49
Magdalena	86	69.68	616701.96	2308424.85
Magdalena	87	1,491.77	615407.13	2307682.16
Magdalena	88	3,906.78	612517.07	2305048.99

Magdalena	89	607.75	611975.76	2304752.26
-----------	----	--------	-----------	------------

Vías de Acceso

Existen diversos accesos al Volcán de Tequila, siendo el más rápido la Autopista Federal Guadalajara-Tepic, saliendo de ella en el kilómetro cuarenta aproximadamente, en la desviación hacia la derecha que conduce a la cabecera municipal de Tequila, continuar por esta y a 2.3 km. se encuentra un cruce y ahí virar de nuevo a la derecha para tomar el camino que conduce hasta la parte alta del Volcán.

Por la carretera libre existen dos alternativas para acceder al Volcán de Tequila, en ambas se recorren cerca de 60 km. desde la ciudad de Guadalajara con rumbo a Tepic. La primera alternativa es tomar a la izquierda al llegar a la ciudad de Tequila, en donde existen señalamientos que indican la desviación hacia el entronque a la autopista, una vez que se entra por esta calle, se continúa rumbo al oeste y se recorren 3.8 km, en donde existe un cruce con la prolongación de la calle Hidalgo, ahí se toma a la izquierda y ese camino lleva directamente a la cima del cerro. La segunda opción es que se ingrese directamente al centro de la ciudad y ahí se tome la calle Hidalgo rumbo al Oeste y esta es la misma calle que conduce a la parte alta del volcán y que se menciona en las rutas anteriores.

Cabe señalar que existen diversos caminos o brechas que recorren las faldas del Volcán de Tequila y se encuentran dispersas en los municipios que rodean al cono, sin embargo, no se conoce que alguna de ellas llegue hasta la cima.

3. Caracterización ambiental

3.1 Medio natural

El Volcán de Tequila, se encuentra dentro del Eje Neovolcánico Transversal, en la porción denominada como Graben Tepic-Zacoalco, el volcán cuenta con alturas que van de los 1,100 msnm hasta los 2,930 msnm, siendo este el punto más alto. De acuerdo a la calidad ambiental que presenta, se puede decir que las zonas mejor conservadas se encuentran a partir de las pendientes más inclinadas, debido a que la presencia humana ha utilizado las partes con menos pendiente para establecer en ellas algún tipo de uso, es por esto que se comienza a notar un cambio paulatino en las condiciones del sitio, permitiendo espacios mejor conservados a partir de los 1,281 msnm, influyendo en ello la altitud y la topografía del sitio, en estos sitios se pueden encontrar especies animales y vegetales de relevancia ecológica que les permite brindar una serie de servicios ambientales diversos. Sin embargo, en la parte alta del Volcán de Tequila se ha modificado radicalmente su vocación natural en dos áreas o sitios, en donde se han instalado diversas antenas de comunicación por lo que existen caminos de acceso que implican el arribo de personal técnico que les da mantenimiento. Asimismo, se encuentra autorizada y en proceso de arranque de obra un desarrollo campestre en la ladera sureste, cuya superficie abarcar más de 800 hectáreas aunque se desconoce la superficie a intervenir. Por el contrario, en la parte alta y suroeste del domo, en donde existe un monolito gigante conocido como "La tetilla", es posible encontrar condiciones de naturalidad y conservación en excelente estado, posiblemente por la dificultad que implica llegar al sitio pues solo existen brechas para acceder pie a tierra.

El volcán de Tequila es uno de los símbolos más representativos del Estado de Jalisco, siendo también el centro de culturas prehispánicas y culturales que se han desarrollado a través de miles de años, gracias a sus características físicas y ambientales y a su ubicación en el contexto geográfico, que ha permitido la diversificación en muchos sentidos.

3.2 Características abióticas

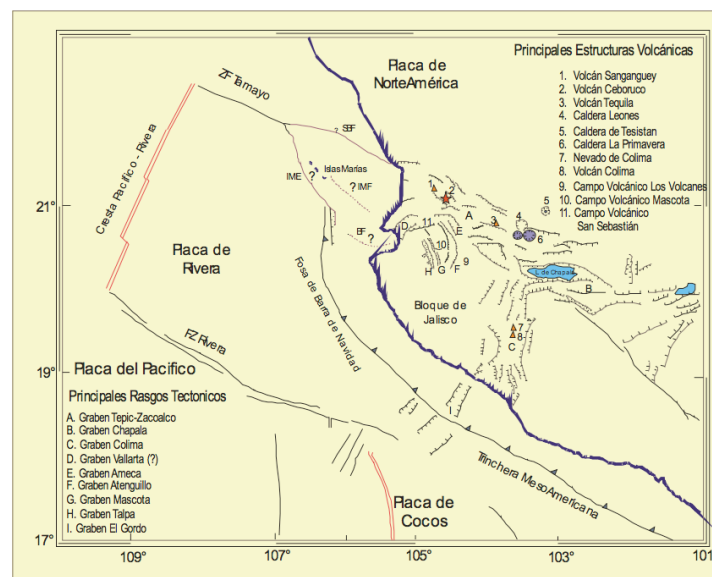
3.2.1 Geología y Fisiografía

El Volcán de Tequila se encuentra ubicado en los límites de las provincias fisiográficas, Sierra Madre Occidental, y el Eje Neovolcánico en la subprovincia

Guadalajara, estas provincias corresponden a los sistemas de topofomas predominantes a sierras, lomeríos y mesetas.

La Sierra Madre Occidental, Originalmente era una gran meseta pero millones de años de erosión crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas, se extiende cerca de la costa occidental en dirección noreste-sureste. El Eje Neovolcánico, constituye una franja volcánica, plio-cuaternaria, que se extiende desde San Blas, Nayarit, en el Pacífico, hasta Jalapa, Veracruz, en el límite del altiplano al oriente y termina hacia el occidente con dos fosas tectónicas; la de Tepic-Chapala, orientada NW-SE, y la de Colima, orientada N-S. Ambas se unen en la región ubicada al sur de la ciudad de Guadalajara, donde una sucesión de lagunas constituye el testigo de esta tectónica distintiva.

El Graben Tepic-Zacoalco es la porción del Eje Neovolcánico Transmexicano que se caracteriza por su particular orientación NW-SE. Está relacionada con la subducción de la Placa de Rivera y se caracteriza por la proximidad del Levantamiento del Pacífico Oriental (East Pacific Rise).



Graben Tepic- Zacoalco

(Peligro Sísmico en el Bloque de Jalisco, México F. J. NÚÑEZ CORNÚ, Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara)

El sitio pertenece al periodo terciario caracterizado por la formación de cadenas montañosas que se extienden aún erguidas y con pendientes muy inclinadas, con

un total de 33 fracturas geológicas en el municipio de Tequila sin consecuencias desastrosas registradas.

El volcán de tequila stricto sensu se edificó sobre los relieves volcánicos más antiguos, es un imponente cono volcánico que va de 1,100 m hasta 2930 metros de altura sobre el nivel del mar, en la parte alta se puede apreciar la "Tetilla", que es una alta aguja de lava situada sobre el centro del cráter del volcán, Sus flancos se componen de lavas andesíticas ricas en sílice en forma de flujos de poco espesor.



Tres pequeños volcanes adventicios se reconocen en el flanco oriental y suroriental, con sus derrames de lava asociados. La forma abierta del cráter del Volcán de Tequila no parece ser el resultado de una fase explosiva violenta, sino de un colapso seguido por erosión. En la cima aparecen cenizas finamente estratificadas que constituyen los restos de un cono piroclástico preexistente.

Algunos de las formaciones geológicas resultado de la exposición del Volcán de Tequila son; El Cerro Tomasillo, que es el más importante de los cráteres adventicios al volcán, El Cerro Las Garzas es un cono que se abrió para dar paso a dos derrames importantes de andesita. Al norte de este cerro hay un domo muy rebajado, de donde partieron derrames de lava que alcanzaron hasta El municipio de El Arenal.

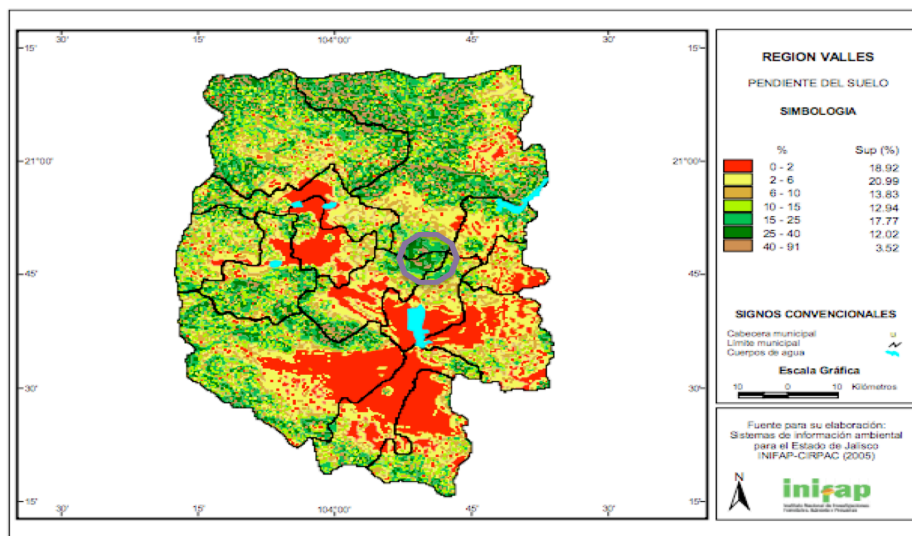
El volcán de Tequila en sus últimas erupciones arrojó lavas basálticas que fluyeron radialmente durante el Plioceno, siguiendo la topografía existente y rellenando los cauces de ríos antiguos. Junto con las rocas basálticas se han cortado brechas y escorias de la misma composición que aunado al fracturamiento de las rocas representan muy buena permeabilidad y buenas posibilidades para formar acuíferos.

La orografía es muy irregular aunque destacan los relieves del cañón y sierras con mesetas donde se ubican los principales centros de población, este tipo de relieves abarca el 86.47% del municipio de Tequila.

De acuerdo al estudio denominado "Las Estructuras del Relieve del estado de Jalisco" (Dr. Rosier Omar Barrera Rdz. y Dr. Fernando Zaragoza Vargas), el volcán de Tequila corresponde a la Unidad de Relieves mesetiformes basálticos y corresponde a esta unidad la planicie basáltica que se ha formado por las erupciones del Volcán Tequila. Los derrames lávicos de rocas basálticas, acaecidos durante el Plioceno Superior y Pleistoceno, se han depositado sobre la

planicie del plateau riolítico del terciario Medio conservando el relieve de la antigua meseta. Esta planicie se extiende en semicírculo desde el cerro Tequila hacia el N, hasta la garganta del río Grande de Santiago que la separa de los bloques elevados del plateau pertenecientes a la Sierra Madre Occidental.

El sitio del proyecto presenta una concentración lógica de pendientes pronunciadas en el domo volcánico y sus alrededores, debido a la inclinación del cono y sus cantiles, esta condición se observa en el mapa siguiente y en el círculo violeta se ubica en Volcán de Tequila.



Fuente: Potencial Productivo Agrícola Región Valles INIFAP, 2005

3.2.2 Edafología

La generación de los suelos en el Volcán de Tequila proviene del periodo terciario y cuaternario; de acuerdo a INEGI los tipos de suelo presentes en el volcán de Tequila son, Feozem, Luvisol y Andosol.

Feozem, suelo caracterizado por su gran fertilidad, derivada del nivel de madurez de los horizontes, donde hay una concentración adecuada de materia orgánica que favorece las actividades agropecuarias. Las principales unidades de suelo asociadas al feozem, son el cambisol éutrico, el vertisol pélico, el regosol y el litosol, en diferentes proporciones, dependiendo de las condiciones de relieve donde se presentan. Por ejemplo, los vertisoles y el cambisol, se asocian al feozem en áreas con pendiente menos pronunciada que el regosol y el litosol; asimismo, en el primer caso el potencial productivo de las asociaciones es mucho mayor

que en el segundo caso, que favorecerán en cambio la utilización forestal o las políticas de conservación y regeneración de ecosistemas.

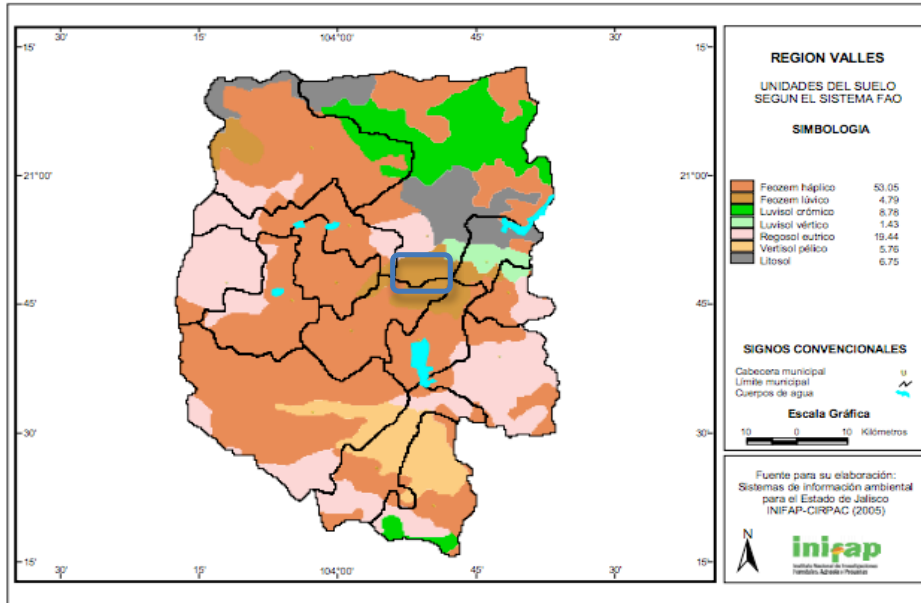
La mayor parte del territorio del volcán se compone por este tipo de suelos, estos suelos además son de gran importancia dentro del ciclo hidrológico, debido a su gran capacidad de retención del agua, la alta permeabilidad que presentan sus partículas promueven la filtración adecuada, aportando además altas cantidades de líquido a las cuencas hidrológicas.

Luvisol, se caracteriza por la acumulación de arcilla, son suelos rojos o amarillentos, destinados principalmente a la agricultura con rendimientos moderados y alta susceptibilidad a la erosión. La vegetación característica en este tipo de suelos es generalmente bosques o selvas gracias al enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. En estos suelos se pueden establecer grandes cantidades de biomasa, siendo por el contrario una amenaza cuando se encuentran desprovistos de vegetación, ya que son altamente sensibles a cualquier tipo de erosión. Este tipo de suelo se encuentra ubicado al noroeste del municipio de Tequila.

Andosol; se forman a partir de materiales ricos en vidrio volcánico, como cenizas, piedras pómez o escorias. La meteorización de vidrio produce unos minerales de arcilla particulares, llamados alófanos e imogolitas. En condiciones más húmedas o más ácidas, se pueden acumular grandes cantidades de sustancias orgánicas, que forman compuestos al reaccionar con el aluminio liberado por la meteorización. Tienen una densidad aparentemente muy baja y una alta capacidad de retención de fósforo y de agua disponible para las plantas.

El suelo está compuesto por rocas ígneas y suelo residual, las rocas predominantes son las de tipo ígneo extrusivo, calizas, rocas ígneas extrusivas, riolita, andesita, basalto, toba brecha volcánica. Las rocas ígneas extrusivas ácidas del Cretácico, que afloran en esta provincia, fueron cubiertas por los derrames propios de la actividad volcánica y productos piro-clásticos del Terciario. Además se presentan las rocas más recientes del periodo Cuaternario y están constituidas por areniscas, conglomerados y depósitos aluviales, y por algunos derrames de basalto.

Dentro de las rocas ígneas se presenta el basalto de composición ferromagnética que se encuentra localizado en la parte Norte y Noroeste, es una roca dura e impermeable y sirve como material de construcción. Otra roca ígnea es la toba formada de material volcánico suelto consolidado de diferentes tamaños y composición mineralógica. La roca basáltica y extrusiva ácida que se encuentra casi bordeando la localidad de Tequila es inadecuada para la introducción de infraestructura por excesiva dureza y homogeneidad.



Edafología de la Región 11 según FAO

Fuente: Potencial Productivo Agrícola Región Valles INIFAP, 2005

3.2.3 Clima

De acuerdo a la clasificación de Koppen, modificado por Enriqueta García en 1978 (INEGI), existen dos tipos de climas predominantes en el sitio los cuales son (A)C(w1)(w) y C(w2)(w).; el primero de ellos es clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal menor que 5%. La temperatura del mes más frío es menor a 18°C y una temperatura media anual varía entre 18 y 22°C. El cociente precipitación/temperatura se ubica ente 43 y 55. Estas condiciones se presentan en las periferias del polígono, en cambio hacia el centro predomina el segundo clima, de tipo C(w2)(w), que es un templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.

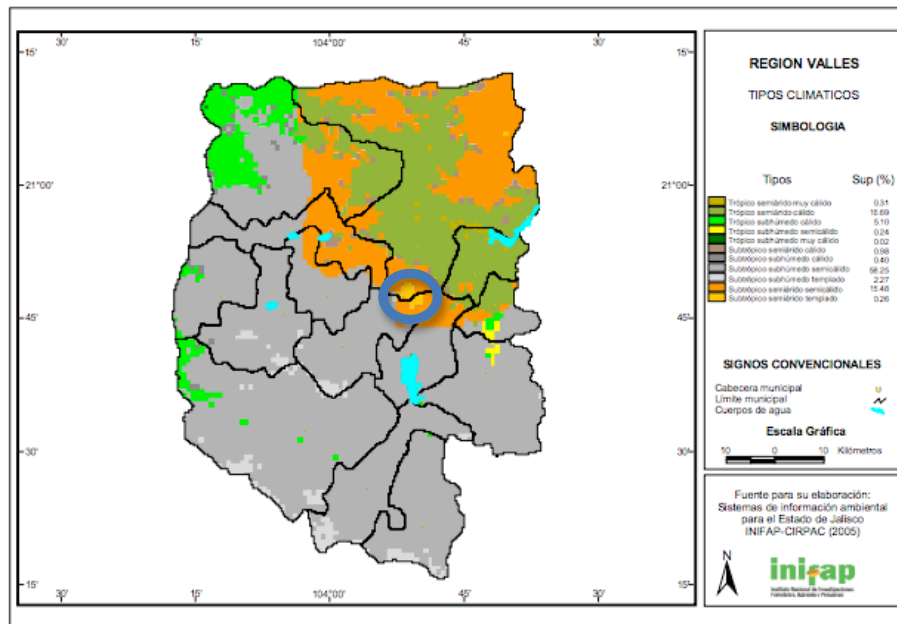
En el sitio se presentan varios subclimas de los cuales se destacan los siguientes:

Cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad con un porcentaje del 29.18%, donde se desarrolla la mayor producción de ciruelos y mangos quinto producto que aporta recursos al municipio.

Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad: se ubica en el 26.27%, del territorio municipal, en esa zona se ubica el bosque de roble y encino.

Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media cubre al 21.42% de la población.

Templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media es el que tiene menor porcentaje con un 15.81% del territorio.

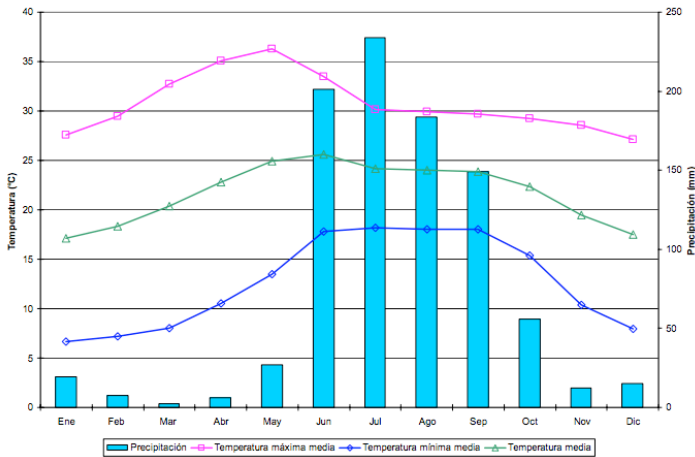
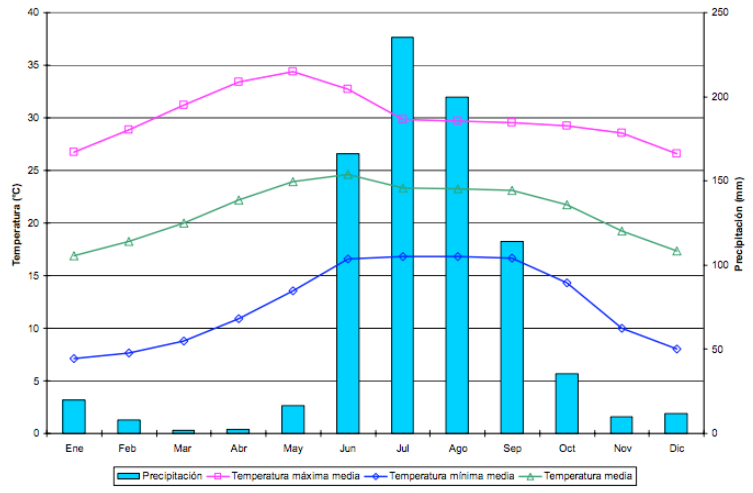


Tipos climáticos

Fuente: Potencial Productivo Agrícola Región Valles INIFAP, 2005

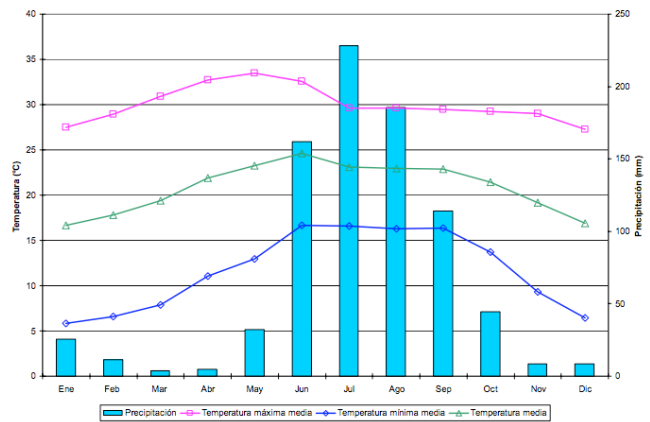
Para la determinación del tipo climático que predomina en la zona de estudio, se tomaron en cuenta tres estaciones meteorológicas, de las cuales se tomaron los siguientes datos:

Estación Magdalena



Estación Teuchitlán.

Estación Ahualulco de Mercado



En relación a los vientos la dirección en general es de nororiente a sur-poniente con una velocidad de 10 km/h.

3.2.4 Hidrología

El polígono de estudio se encuentra dentro de las siguientes ubicaciones hidrológicas:

Polígono del Volcán de Tequila y su zona de influencia	
Regiones hidrológicas:	Lerma Santiago y Río Ameca
Subregiones hidrológicas:	Alto Santiago, Bajo Santiago y Ameca

<p>Polígono del Volcán de Tequila y su zona de influencia</p>
<p>Cuencas hidrológicas: Presa la Vega y Cocula (RH-14 A) y Santiago-Guadalajara (RH-12 E)</p>


La Región Hidrológica Santiago Guadalajara es la más importante del estado de Jalisco y abarca una superficie aproximada de 40,200 km², que representan el 50.97 % de la superficie total, es una de las más importantes del país ya que permite gran cantidad de usos benéficos como recreación, agricultura, abastecimiento de agua, pesca, deportes acuáticos, etc. Ahí se asienta el Lago de Chapala que es el más grande del país con 1,100 km² de superficie y una capacidad de 6,354 M³. Las cuencas que pertenecen a esta Región son las siguientes:

Lago de Chapala. Drena una superficie aproximada de 5,127 km²

Río Santiago-Guadalajara. Drena una superficie aproximada de 10,141 km². La importancia de esta cuenca estriba en que en ella se puede considerar el inicio del recorrido del Río Grande Santiago; además ocupa toda la parte central del estado. En esta cuenca se ubica una sección del polígono de estudio.

Río Verde Grande. Drena 11,801 km² del estado y se origina en el Estado de Zacatecas.

Río Bolaños. Esta cuenca está comprendida en tres estados: Aguascalientes, Nayarit y Jalisco del cual drena 5,052 km². La corriente principal de esta cuenca corre por el centro de ella, siendo afluente importante del Río Grande.

Río Huaynamota. Esta cuenca drena 3,513 km². Ubicados en la parte noroeste de Jalisco; el Río Huaynamota, corriente principal de esta cuenca y afluente importante del Río Grande Santiago, tiene una longitud de 280 km a lo largo de su cauce principal hasta su confluencia, a 40 km al noroeste de Tepic, Nayarit. La porción correspondiente al Estado de Jalisco es conocida como Río Atengo o Chapelangana por el norte y el Río Huichol por el sur hasta el nombre del Río Huaynamota.

Almacenamientos. Por su importancia sobresalen la presa Santa Rosa, con una capacidad de 400 M³, que tiene como finalidad principal generar energía eléctrica; El Lago de Cajititlán con capacidad de 44 M³; La Presa Atequiza con 36 M³, y los vasos naturales del Lago de Zapotlán con 18 M³, y el Lago de Chapala con 6,354 M³, que irriga aproximadamente 3,000 Ha, y además sirve como control de avenidas; y por último la Laguna Colorada con capacidad de 20 M³.

La Región Hidrológica Ameca es la tercera en importancia dentro del Estado de Jalisco, tiene su origen en las proximidades de Ameca y recibe aguas de los ríos Atenguillo, Mascota y Talpa, entre otros; Las cuencas que pertenecen a esta Región son las siguientes:

Río Ameca-Río Atenguillo. Esta cuenca drena 3,574 km². El Río Atenguillo, corriente principal de esta cuenca, es afluente del Río Ameca; tiene una dirección hacia el norte hasta su confluencia con el Río Ameca y su origen se sitúa a 3 km del poblado de Santa Gertrudis, Jal., con un recorrido aproximado de 110 km.

Río Ameca-Ixtapa. Cubre una superficie de 3,159 km²; la corriente principal (Ameca), que corresponde al último tramo del río, desemboca en el océano Pacífico, a 10 km. aproximadamente aguas abajo de la localidad de Ixtapa, Jal.

Almacenamientos. Las obras hidráulicas de mayor importancia en esta región son la presa La Vega con una capacidad de 45 M³, presa Soledad de la Luz que irriga una superficie de 40,000 hectáreas.

La cantidad de corrientes intermitentes y perennes que presenta el volcán de Tequila resulta ser de gran importancia para el abastecimiento de los acuíferos y de las presas de interés de la región. La infraestructura para captación de aguas superficiales de la región es amplia, se cuenta con alrededor de una docena de presas, siendo la más importante la de Santa Rosa, ubicada en el municipio de Amatián, al norte de la ciudad de Tequila y que registra una capacidad total de 371.72 millones de m³ (83% de la región). Esta presa se conecta con la red de ríos de esta parte de la región como lo es el río Mezquital, y el río Juchipila ubicado fuera de la región, y forma parte de la cuenca del río Santiago.

a) Cuencas, Subcuencas y Microcuencas

El Volcán de Tequila se encuentra en las cuencas del Río Santiago-Guadalajara (047), con 1,019.910.187 hectáreas y La Vega-Cocula (055) con 221,025.098 hectáreas.

A partir de estas cuencas se desarrollan tres subcuencas, de las que depende el uso del agua para sus diferentes fines, las subcuencas presentes en el Volcán de Tequila son:

Subcuenca de Río Salado

Propiedad	Valor
Nombre de Subcuenca	Río Salado
Tipo de Subcuenca	ABIERTA
Perímetro (km)	184.53
Área (km ²)	1027.20
Densidad de Drenaje	1.6215
Coeficiente de Compacidad	1.5676
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.1541
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2900
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	1340
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	16.48
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2314
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1350
Longitud de Corriente Principal (m)	69905
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.379
Sinuosidad de Corriente Principal	2.087

Subcuenca del Río Verde-Presa Santa Rosa

Propiedad	Valor
Nombre de Subcuenca	R. Verde-P. Santa Rosa
Tipo de Subcuenca	ABIERTA
Perímetro (km)	235.50
Área (km ²)	1936.55
Densidad de Drenaje	1.6215
Coeficiente de Compacidad	1.5676
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.1541
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2900
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	1340
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	16.48
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2314
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1350
Longitud de Corriente Principal (m)	69905
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.379
Sinuosidad de Corriente Principal	2.087

Subcuenca Presa Santa Rosa-Río Bolaños

Propiedad	Valor
Nombre de Subcuenca	P. Santa rosa-R. Bolaños
Tipo de Subcuenca	Abierta
Perímetro (km)	173.31
Área (km ²)	1043.23
Densidad de Drenaje	1.6215
Coeficiente de Compacidad	1.5676
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.1541
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	2900
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	1340
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	16.48
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2314
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1350
Longitud de Corriente Principal (m)	69905
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.379
Sinuosidad de Corriente Principal	2.087

En el área de estudio convergen las siguientes microcuencas:

Microcuenca de Tequila, Código 02-047-02-019

TEQUILA


FORMULARIO INFORMACIÓN GENERAL

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
CLAVE MICROCUENCA:	12-047-02-019	ÁREA (ha):	3,607.69
NOMBRE MICROCUENCA:	TEQUILA	PERIMETRO (Km):	35.02
REGION HIDROLÓGICA:	Lerma-Santiago	STATUS:	SIN Plan Rector
CUENCA HIDROLÓGICA:	Rio Santiago Guadalajara	Porcentaje de Superficie Atendida (PSUPAT):	0.000
SUBCUENCA HIDROLÓGICA:	Magdalena	ESTADO:	JALISCO
COORDENADA X SUPERIOR IZQUIERDA:	616004.56	MUNICIPIO:	Tequila
COORDENADA Y SUPERIOR IZQUIERDA:	2299468.00	CLIMA:	Awo 
COORDENADA X INFERIOR DERECHA:	623696.94		
COORDENADA Y INFERIOR DERECHA:	2311124.75		
NOTA: Coordenadas en UTM Zona 13 Norte ITRF92			

Microcuenca El medineño. Código 12-047-02-017

EL MEDINENO



FORMULARIO INFORMACIÓN GENERAL

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
CLAVE MICROCUENCA:	12-047-02-017	ÁREA (ha):	11,505.69
NOMBRE MICROCUENCA:	EL MEDINENO	PERIMETRO (Km):	63.53
REGION HIDROLÓGICA:	Lerma-Santiago	STATUS:	CON Plan Rector
CUENCA HIDROLÓGICA:	Rio Santiago Guadalajara	Porcentaje de Superficie Atendida (PSUPAT):	0.000
SUBCUENCA HIDROLÓGICA:	Magdalena	ESTADO:	JALISCO
COORDENADA X SUPERIOR IZQUIERDA:	619815.75	MUNICIPIO:	Tequila
COORDENADA Y SUPERIOR IZQUIERDA:	2298317.00	CLIMA:	Awo 
COORDENADA X INFERIOR DERECHA:	629867.19		
COORDENADA Y INFERIOR DERECHA:	2319490.25		
NOTA: Coordenadas en UTM Zona 13 Norte ITRF92			

Microcuenca Amatitán. Código 12-047-04-012

AMATITAN

FORMULARIO INFORMACIÓN GENERAL

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
CLAVE MICROCUENCA:	12-047-04-012	ÁREA (ha):	9,133.65
NOMBRE MICROCUENCA:	AMATITAN	PERIMETRO (Km):	63.73
REGION HIDROLÓGICA:	Lerma-Santiago	STATUS:	CON Plan Rector
CUENCA HIDROLÓGICA:	Rio Santiago Guadalajara	Porcentaje de Superficie Atendida (PSUPAT):	0.000
SUBCUENCA HIDROLÓGICA:	Juchipila	ESTADO:	JALISCO
COORDENADA X SUPERIOR IZQUIERDA:	621042.56	MUNICIPIO:	Amatitan
COORDENADA Y SUPERIOR IZQUIERDA:	2295740.75	CLIMA:	(A)C(w1)  
COORDENADA X INFERIOR DERECHA:	635882.31		(A)C, Semicálido, (w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, N/A, entre 5 y 10.2, < 40, > 18
COORDENADA Y INFERIOR DERECHA:	2312309.75		
NOTA: Coordenadas en UTM Zona 13 Norte ITRF92			

Microcuenca El Arenal. Código 12-047-04-013

EL ARENAL



FORMULARIO INFORMACIÓN GENERAL

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
CLAVE MICROCUENCA:	12-047-04-013	ÁREA (ha):	9,115.64
NOMBRE MICROCUENCA:	EL ARENAL	PERIMETRO (Km):	66.66
REGION HIDROLÓGICA:	Lerma-Santiago	STATUS:	SIN Plan Rector
CUENCA HIDROLÓGICA:	Rio Santiago Guadalajara	Porcentaje de Superficie Atendida (PSUPAT):	0.000
SUBCUENCA HIDROLÓGICA:	Juchipila	ESTADO:	JALISCO
COORDENADA X SUPERIOR IZQUIERDA:	625049.31	MUNICIPIO:	El Arenal
COORDENADA Y SUPERIOR IZQUIERDA:	2292961.00	CLIMA:	(A)C(w1)  
COORDENADA X INFERIOR DERECHA:	643856.31		(A)C, Semicálido, (w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, N/A, entre 5 y 10.2, < 40, > 18
COORDENADA Y INFERIOR DERECHA:	2304596.25		
NOTA: Coordenadas en UTM Zona 13 Norte ITRF92			

Microcuenca Teuchitlan. Código 14-055-01-001

TEUCHITLAN



FORMULARIO INFORMACIÓN GENERAL

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
CLAVE MICROCUENCA:	14-055-01-001	ÁREA (ha):	26,185.25
NOMBRE MICROCUENCA:	TEUCHITLAN	PERIMETRO (Km):	109.97
REGION HIDROLÓGICA:	Ameca	STATUS:	CON Plan Rector
CUENCA HIDROLÓGICA:	La Vega-Cocula	Porcentaje de Superficie Atendida (PSUPAT):	2854.750
SUBCUENCA HIDROLÓGICA:	Antonio Escobedo	ESTADO:	JALISCO
COORDENADA X SUPERIOR IZQUIERDA:	608353.31	MUNICIPIO:	Ahualulco de Mercado
COORDENADA Y SUPERIOR IZQUIERDA:	2277151.75	CLIMA:	(A)C(w1)   (A)C, Semicálido, (w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, N/A, entre 5 y 10.2, < 40, > 18
COORDENADA X INFERIOR DERECHA:	626731.81		
COORDENADA Y INFERIOR DERECHA:	2302430.50		
NOTA: Coordenadas en UTM Zona 13 Norte ITRF92			

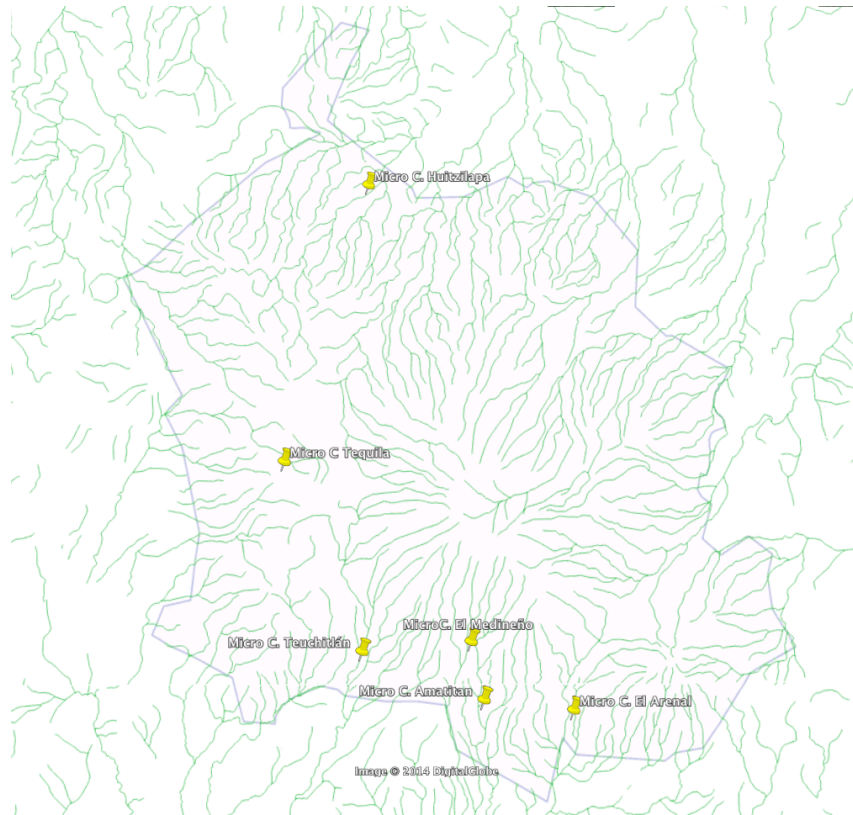
Microcuenca Huitzilapa. Código 12-047-02-018

HUITZILAPA

FORMULARIO INFORMACIÓN GENERAL

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
CLAVE MICROCUENCA:	12-047-02-018	ÁREA (ha):	3,317.96
NOMBRE MICROCUENCA:	HUITZILAPA	PERIMETRO (Km):	33.49
REGION HIDROLÓGICA:	Lerma-Santiago	STATUS:	SIN Plan Rector
CUENCA HIDROLÓGICA:	Rio Santiago Guadalajara	Porcentaje de Superficie Atendida (PSUPAT):	0.000
SUBCUENCA HIDROLÓGICA:	Magdalena	ESTADO:	JALISCO
COORDENADA X SUPERIOR IZQUIERDA:	613236.88	MUNICIPIO:	Tequila
COORDENADA Y SUPERIOR IZQUIERDA:	2301776.50	CLIMA:	Awo  
COORDENADA X INFERIOR DERECHA:	621586.69		
COORDENADA Y INFERIOR DERECHA:	2311558.50		
NOTA: Coordenadas en UTM Zona 13 Norte ITRF92			

Principales microcuencas en el área de estudio



b) Ríos, arroyos, lagos

De acuerdo con la CNA, la región Valles es una superficie donde la capacidad de los mantos acuíferos permite la extracción para cualquier tipo de uso, encontrando dos zonas geohidrológicas donde se realizan extracciones, que son la de Tequila (RH12) y la de Ameca (RH14). De acuerdo con esta fuente la zona Tequila presenta la condición de ser subexplotada; la zona de Ameca presenta las condiciones de subexplotada y en equilibrio. Sin embargo, es necesario considerar que en el caso de la región Lerma-Chapala-Santiago, está sujeta a un programa especial de protección, suscrito entre la federación y los estados que integran la cuenca, lo que implica fuertes restricciones en el uso del recurso, que limitan las posibilidades de aprovechamiento para Valles.

El volumen anual de recarga de los mantos acuíferos en el estado es de aproximadamente 2,100 millones de m³, de los que actualmente se extraen 1,200 millones, siendo la disponibilidad de agua subterránea de 900 millones de metros cúbicos. Sin embargo esta disponibilidad no es homogénea, ya que hay zonas sobre explotadas como la ZMG, la ribera del lago Chapala, Ocotlán, el sur de Tepatitlán y gran parte de las regiones de Ciudad Guzmán, Tamazula y Puerto

Vallarta. Para el caso específico de Valles, la parte norte de la región Ameca se considera en equilibrio, mientras que la parte sur de esta misma región, se cataloga como subexplotada.

En cuanto a la infraestructura para captación de aguas superficiales, la región Valles cuenta con alrededor de una docena de presas, siendo sin duda la más importante la de Santa Rosa, ubicada en el municipio de Amatitán, en el extremo noreste de la región de estudio y al norte de la ciudad de Tequila y que registra una capacidad total de 371.72 millones de m³ (83% de la región). Esta presa se conecta con la red de ríos de esta parte de la región (río Mezquital) y con algunos fuera de la misma (Río Juchipila) y forma parte de la cuenca del río Santiago. Al oeste del volcán de Tequila se ubica la Presa Colorada, dentro del municipio de San Juanito Escobedo, misma que recibe el aporte de las escorrentías del mismo volcán.

Ubicada también al norte de la región Valles, se sitúa la presa de San Martín de Cañas; el resto de las presas se localizan hacia el centro y sur, con mayor énfasis en el sureste, lo que explica que en esta zona se concentre buena parte de la infraestructura hidráulica de la región y de la superficie agrícola de riego, que es el soporte más importante de sus actividades agropecuarias.

En efecto, en lugares del sureste se identifican presas de cierta importancia como la Hurtado, la de arroyo Hondo y la de Castro Urdiales. Un tanto más al centro de esta parte, se identifican las presas de San José de la Sauceda y Ojo de Agua. Finalmente en el centro de la región se asienta la presa la Vega. Este conjunto de cuerpos de agua, permite que exista una apreciable disponibilidad de este vital líquido, que complementan de manera importante la distribución de las lluvias de la región.

En cuanto a flujos de agua, aparte de los ya mencionados, en la zona norte se identifica el río Chico. Al oeste corren los ríos Salado y Ameca, que con sus corrientes atenúan la falta de cuerpos receptores de agua y la insuficiente precipitación en buena parte del año (la precipitación es de cerca de 800 mm y se concentra en los meses de verano). Ahora bien, a través del aprovechamiento de las aguas superficiales y la extracción de aguas subterráneas, se constituyó el Distrito de Riego de Ameca, el 26 de diciembre de 1951, delimitado en la parte sur de la región, al este de la ciudad de Ameca, donde se hace posible la producción de cultivos más rentables como hortalizas, melón y alfalfa, entre otros, aunque en la actualidad hay un claro predominio de la caña de azúcar en las tierras irrigadas.

En la parte sur, en torno a San Martín de Hidalgo, Villa Corona y Cocula, se ubica lo que el INEGI distingue como zona de concentración de pozos y sondeos, acerca de la cual advierte sobre la necesidad de regular estas fuentes subterráneas de agua. Una situación similar se registra en las inmediaciones de

Ahualulco de Mercado, en el suroeste de la región. Del mismo modo entre Arenal y Tala, se ubica un área con las mismas condiciones, aunque en esta parte se estableció una veda parcial e intermedia desde 1973, lo que revela problemas con la explotación de los mantos frías, en parte atendidos, pero que demandan medidas complementarias para mantener su sustentabilidad.

Cabe resaltar que en lo que concierne al agua superficial, en nueve de los 14 municipios se considera que el recurso está subexplotado, según los criterios establecidos por SEIJAL. Los 5 restantes se clasifican en equilibrio (Amatitán, Cocula, Arenal, Hostotipaquillo y Tequila), lo cual permite identificar un importante potencial susceptible de manifestarse en corto plazo, pero que debe acompañarse de una regulación adecuada para evitar caer en el otro extremo

Este mismo potencial, pero referido al agua subterránea, revela una situación parecida e, inclusive, con un potencial mayor. En efecto, doce municipios han sido evaluados como subexplotados en este rubro, otro está catalogado como en equilibrio (Ahualulco de Mercado) y tan solo uno como sobreexplotado, siendo éste Ameca, lo cual sin duda se debe a la presencia del distrito de riego antes mencionado y que como también se apuntó, es objeto de extracción excesiva de este elemental líquido.

Los datos anteriores muestran la privilegiada situación de la región Valles en cuanto su disponibilidad de recursos hídricos y siendo el agua un elemento fundamental e imprescindible, prácticamente para cualquier actividad humana, se convierte en una de las ventajas comparativas que tiene la región para sustentar su desarrollo.

Estos recursos hídricos garantizan la base para satisfacer las necesidades de servicios urbanos de la población actual y las generaciones venideras, cubrir los requerimientos de la industria y ampliar las áreas de riego. Sin embargo, es necesario insistir en el grave problema de contaminación de acuíferos, que puede llegar a inutilizar el recurso a pesar de su abundancia relativa.

Es importante señalar que en la zona de estudio en donde predomina el Volcán de Tequila como elemento carismático y de gran importancia hidrológica, si bien no se tienen identificados en el polígono de estudio cuerpos de agua relevantes, tanto la Presa Santa Rosa ubicada al noreste, la Presa al Vega al sur y la presa Colorada ubicada al oeste, son beneficiadas directa o indirectamente con el aporte de ríos, arroyos, microcuencas y escorrentías del volcán, mismas que son alimentadas por los procesos de evapotranspiración de la vegetación compacta y los gradientes altitudinales del mismo que obligan a los vientos a ascender y condensarse para formar nubes que luego se precipitan en forma de lluvia. Se estima que en zonas áridas y semiáridas hasta un 70 % del caudal de los ríos proviene de las partes altas.

Los ríos más importantes y cercanos al Volcán de Tequila son el Río Grande de Santiago que está al norte y corre hacia el oeste, después de pasar por la presa Santa Rosa y el Río Ameca que nace de la presa La Vega ubicada al sur del cono volcánico.

El río Grande de Santiago es parte integral de la cuenca del Río Santiago que nace en el Lago de Chapala y desemboca al Occidente, en el Océano Pacífico. Es el sistema hidrológico más explotado y contaminado del estado de Jalisco tiene un área de 12,238 km² y recibe una precipitación pluvial de 870 mm, se extraen 1397 millones de m³ para diversos usos, presenta en su parte inicial considerable contaminación debido a las industrias y poblaciones localizadas en sus márgenes.

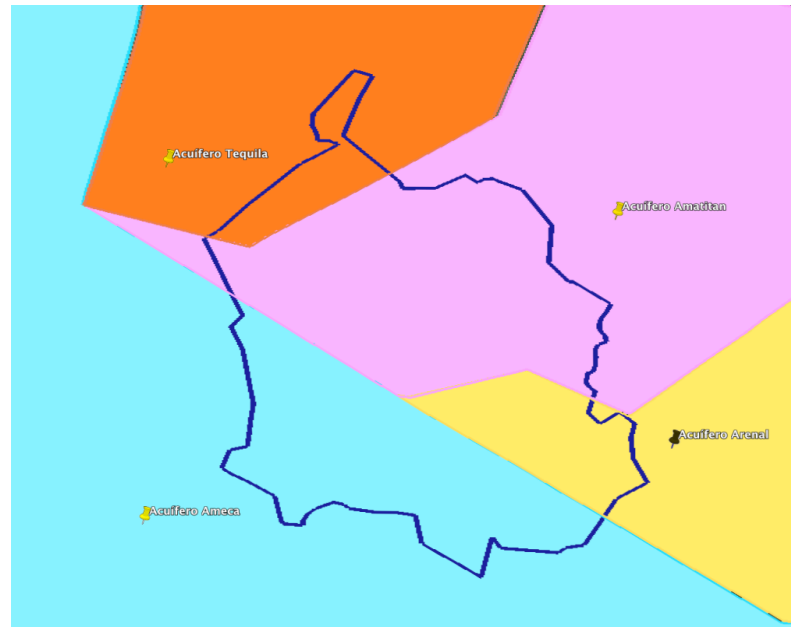
Existen varios manantiales de gastos y características fisicoquímicas diversas, en el valle de Magdalena se presentan con pequeño gasto e intermitentes; en el valle de Tala-Ahualulco se presentan manantiales termales y fríos, algunos de gran gasto como los de Río Caliente, Tala y Teuchitlán y muchos otros de gasto reducido, pero aproximadamente constante.



Hidrología subterránea.

En la zona de estudio se distinguen cuatro acuíferos a saber; el Acuífero Tequila que abarca una pequeña sección del polígono dentro de los municipios de Tequila y Magdalena; el Acuífero Ameca abarca una sección de los municipios de Ahualulco y Teuchitlán; el Acuífero Amatitán abarca una amplia superficie de Tequila y una porción mínima de Magdalena y finalmente el Acuífero Arenal

abarca dos pequeñas superficies de los municipios de Teuchitlán y Ahualulco.



Acuífero Tequila

El acuífero Tequila, pertenece al Organismo de Cuenca “Lerma-Santiago-Pacífico”. Su territorio completo se encuentra sujeto a las disposiciones del “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en las zonas no vedadas en diversos municipios del estado de Jalisco y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en todos los municipios del estado de Jalisco”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de diciembre de 1987. Este decreto es de tipo III que permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua de 2011, los municipios Hostotipaquillo, Tequila y Magdalena se clasifican como zona de disponibilidad 8.

El uso principal del agua subterránea es el público-urbano. En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido a la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

En la superficie que cubre el acuífero Tequila se ha realizado un solo estudio hidrogeológico denominado ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN GEOHIDROLÓGICA DE LOS ACUÍFEROS VALLE DE GUADALUPE, CUQUÍO, TEQUILA, JALOSTOTITLÁN Y

COLOTLÁN EN EL ESTADO DE JALISCO. Elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua para la Comisión Nacional del Agua en 2010 y tuvo como objetivo general, actualizar el conocimiento de las condiciones geohidrológicas de los acuíferos, mediante el diagnóstico y el análisis del comportamiento geohidrológico, para contar con la información necesaria que permita calcular su recarga y determinar la disponibilidad media anual de agua subterránea mediante la ejecución de actividades de campo que incluyeron: censo de aprovechamientos, piezometría, hidrometría de las extracciones, pruebas de bombeo, nivelación de brocales de pozos y reconocimientos geológicos, fue posible plantear el balance de aguas subterráneas para calcular la recarga total media anual.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido en su porción superior por arenas pumíticas, grava y conglomerados, de espesor reducido (50 m) y un acuífero fracturado, compuesto de lavas, brechas y escorias de composición basáltica andesítica; siendo este acuífero el de mayor explotación actualmente (200 m). El acuífero en algunas partes funciona como confinado y en otras como libre.

El acuífero somero se distingue por gravas, arenas, limos, arcillas y suelos residuales. La profundidad al nivel freático oscila entre los 10 a 20 m. Las norias son los principales aprovechamientos que explotan estos horizontes. Sin embargo este acuífero superficial es limitado ya que tiene un espesor reducido (10-20 m) que no permite sustentar su explotación. La porción inferior está alojada en las ignimbritas de composición riolítica, de poco interés para ser explotado de forma intensiva, que presenta permeabilidad secundaria por fracturamiento.

Parámetros hidráulicos

Como parte de las actividades del estudio realizado en 2010, se ejecutaron 5 pruebas de bombeo de corta duración en etapa de abatimiento y recuperación. Para su análisis e interpretación se utilizaron los métodos de Theis y Jacob-Cooper.

Resultados:

- Valores de transmisividad varían de 9.21×10^{-5} a 7.89×10^{-3} m²/s, con un valor promedio de 3.25×10^{-3} m²/s
- Valores de conductividad hidráulica varían de 2.3×10^{-7} a 1.97×10^{-5} m/s con un valor promedio de 8.13×10^{-6} m/s.

Ninguna de las pruebas de bombeo contó con pozo de observación, por lo que no se pudieron obtener valores del coeficiente de almacenamiento.

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea, únicamente se cuenta con la información recabada de las actividades del estudio realizado en 2010.

De las 58 obras subterráneas, reportados en el censo, 33 se reporta la profundidad al nivel piezométrico. La información indica un valor mínimo de 0.5 cm; en norias, y máximo de 173.8. La variación en los rangos de la profundidad al nivel piezométrico (0.5 a 173.8 m) es indicativo que se trata de un acuífero multicapa. De forma general los niveles registrados en norias y pozos con profundidades que van de los 0.5 a 8.7 m, corresponde a un acuífero somero. Los valores de la profundidad que oscilan entre los 20 - 174 m, corresponden a un acuífero profundo que funciona en partes como libre y otras como confinado.

Calidad fisicoquímica

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en 2010, se tomaron 4 muestras de agua subterránea en aprovechamientos distribuidos en la zona de explotación, para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron parámetros fisicoquímicos, iones mayoritarios, temperatura, conductividad eléctrica, pH, Eh, Nitratos, dureza total, sólidos totales disueltos, Fe, Mn, etc., para identificar los procesos geoquímicos o de contaminación y comprender el modelo de funcionamiento hidrodinámico del acuífero.

De manera general, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana, para los diferentes usos. La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 200 a 368 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 de STD para el agua destinada al consumo humano.

En la porción centro sur del acuífero, la recarga está caracterizada por agua bicarbonatada-sódica y evoluciona a medida que se profundiza a bicarbonatada-cálcica hacia las zonas de descarga o salidas del flujo subterráneo, localizadas al NW y NE del acuífero.

En términos de salinidad, las aguas subterráneas presentan valores de baja a media, y pueden utilizarse para la mayor parte de los cultivos en los diferentes tipos de suelo, con muy poco riesgo de que desarrollen salinidad, con excepción de suelos de muy baja permeabilidad. El agua es baja en contenido de sodio y puede utilizarse en la mayoría de los suelos con escasas posibilidades de elevar las concentraciones de sodio intercambiable.

Acuífero Ameca

Con respecto al acuífero Ameca, puede decirse que pertenece a la zona geohidrológica de Ameca que se localiza al poniente de Guadalajara, Jalisco y cubre un área aproximada de 3020 km²; cubre totalmente los municipios mencionados en Generalidades dentro del Estado de Jalisco. Forma parte de la región hidrológica de Ameca y de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico.

La zona geohidrológica de Ameca se caracteriza por presentar una alineación oriente poniente, con una longitud aproximada de 70 km y una anchura máxima de 40 km en su porción más amplia. En medio y hacia el poniente se presenta intersectando la zona, el cerro Grande de Ameca que corta este gran valle, seccionándolo parcialmente para diferenciar dos valles fisiográficos bien definidos, el de Tala-Ahualulco y el de Ameca-Cocula.

Inicialmente dentro de esta región, pero formando un valle aparte, se encuentra la zona de Magdalena que se orienta de norte a sur. Las montañas que rodean esta zona se encuentran en una etapa juvenil de su desarrollo y los arroyos que corren hacia el valle llegan a formar pequeñas lagunas como la de Palo Verde, La Colorada y la de Magdalena.

Toda el área de estudio se encuentra ubicada en la Faja Neovolcánica Transmexicana, aunque al sur se presentan intersecciones con la sierra Madre del Sur y hacia el noroeste se cruza con el inicio de la Sierra Madre Occidental. Las principales estructuras geológicas presentan orientación NW-SE, aunque de forma local se manifiestan fallas de orientación E-W que dan lugar a la formación de los valles principales.

Hidrografía

La red hidrográfica de la región tiende a ser dendrítica radial de las partes altas hacia los valles, notándose en la sierra La Primavera que los materiales son más erosionables y por lo tanto los arroyos tienen una expresión superficial más importante que en las otras porciones de la zona de estudio.

La porción de Magdalena al noroeste de la zona de estudio presenta características diferentes del resto de los valles, en particular porque el agua de las corrientes se concentra en aprovechamientos o pequeñas lagunas que posibilitan su aprovechamiento en actividades de riego y porque hidrológicamente se trata de una cuenca cerrada.

Dentro de las corrientes principales se tienen los arroyos del Cocoliso y Chapulimita que circulan del poniente al oriente, pasan cerca de la población de

Ahualulco hasta la presa La Vega. De la Primavera se originan los arroyos Las Animas y Ahuisculco que forman después de cruzar el poblado de Cuisillos, el río de ese mismo nombre.

En esa sierra se origina también la corriente del río Salado, en el nacimiento de varios manantiales termales que acumulan cerca de 400 lps en forma constante y que a lo largo de su cauce hasta el ingenio de Tala recibe otras aportaciones subterráneas, hasta ser la principal alimentación de la presa La Vega.

Esta presa tiene una gran importancia para el régimen hidrológico de la región, pues a ella confluyen las corrientes más importantes de este valle y a la vez, de aquí se origina el río Ameca. Almacena un volumen útil de aproximadamente 42.8 m³ y tiene capacidad para desalojar hasta 250 m³/s, el agua superficial es utilizada en la zona de riego del valle de Ameca de aproximadamente 8,000 ha.

Desde el sudeste de la zona de estudio, son tributarios del río Ameca los arroyos de Cocula y de San Martín que nacen en las estribaciones del norte de la Sierra Quila y cruzan el valle de Ameca hacia el poniente hasta confluir con el río Ameca.

El colector principal de estos valles es el río Ameca que tiene como principales tributarios, los ríos Salado al noreste, San Martín al sur y los arroyos El Cocoliso y Chapulimita al noroeste. El sentido del flujo superficial es de este a oeste.

Existen varios manantiales de gastos y características fisicoquímicas diversas, en el valle de Magdalena se presentan con pequeño gasto e intermitentes; en el valle de Tala-Ahualulco se presentan manantiales termales y fríos, algunos de gran gasto como los de Río Caliente, Tala y Teuchitlán y muchos otros de gasto reducido, pero aproximadamente constante; en el valle de Ameca en cambio no se conocen manantiales importantes, pues solo se conocen algunos intermitentes.

Hidrogeología

En el desarrollo de los siguientes temas, se ha tomado información del estudio geohidrológico de 1988, denominado Estudio de Actualización geohidrológica en el valle de Ameca-Ahualulco, para definir el caudal aprovechable y zona de explotación para abastecimiento de agua en bloque a la Cd. de Guadalajara, Jal., elaborado por la SARH a contrato de EXICO, S.A.

Las rocas más importantes para la Hidrogeología de esta zona tienen un origen volcánico, como resultado del emplazamiento y desarrollo de eventos volcánicos y tectónicos correspondientes al eje Neovolcánico; incluso se presentan materiales originados por procesos sedimentarios que rellenaron las depresiones entre las estructuras volcánicas principales.

Estos materiales de relleno en combinación con las rocas volcánicas permeables, forman los acuíferos más importantes, casi todos se han explotado desde la antigüedad, a través de los numerosos manantiales que existen en los tres valles.

En el valle de Magdalena por ejemplo, la secuencia de unidades hidrogeológicas de abajo hacia arriba es la siguiente: coladas andesíticas del Oligoceno que pueden considerarse como basamento relativo de la unidad sobreyacente que consiste en rocas basálticas del Mioceno o Plioceno alternadas con brechas basálticas, todas ellas forman una unidad de permeabilidad baja a intermedia que no es plenamente conocida para la explotación del agua subterránea; finalmente se presenta una secuencia heterogénea de sedimentos lacustres alternados con tobas de grano muy fino que en general no tienen buena permeabilidad.

La unidad hidrogeológica que más se explota corresponde a los materiales granulares superiores, pues en general es posible perforar pocos metros para obtener gastos reducidos que pueden ser aprovechados para usos que no requieran mucho agua.

En cuanto al valle ubicado entre las poblaciones de Ahualulco y Tala se tiene una clara diferenciación entre las rocas originadas por el volcán de Tequila al norte y la caldera de la Primavera al oriente. La base de la secuencia no es realmente conocida, pero las rocas alteradas y masivas que afloran cerca de Buenavista y en la cortina de la presa, por tener poca permeabilidad pueden funcionar como basamento relativo del subsuelo.

El volcán de Tequila es un estratovolcán que en sus últimas erupciones arrojó lavas basálticas que fluyeron radialmente durante el Plioceno, siguiendo la topografía existente y rellenando los cauces de ríos antiguos. Junto con las rocas basálticas se han cortado brechas y escorias de la misma composición que aunado al fracturamiento de las rocas representan muy buena permeabilidad y buenas posibilidades para formar acuíferos.

Esquema Hidrogeológico

El flujo subterráneo en la zona de Magdalena es concéntrico al valle principal, aunque como no existen suficientes datos de profundidad de niveles estáticos no ha sido posible definir mejor el movimiento del agua subterránea; además no se cuenta con suficientes aprovechamientos para completar los estudios de cuantificación, pero aún no presenta una problemática de explotación.

En cambio, en las zonas restantes si existe un número significativo de sitios para obtención de datos que ayuden a entender el funcionamiento del agua

subterránea, con apoyo en la piezometría, se conoce que en general el agua subterránea sigue las direcciones y sentidos de las principales corrientes superficiales, especialmente las de los ríos Salado y Ameca junto con sus afluentes principales.

En la zona de Tala y Cocula se encuentra el mayor número de manantiales, que se han identificado sobre todo en las zonas de pie de monte al borde de las planicies. Muy pocos manantiales se encuentran en el centro de los valles, solo se conocen los que se presentan en los alrededores de la presa La Vega; incluso no es posible identificarlos pues se trata de aportaciones directas subterráneas.

Existen manantiales termales relacionados con el sistema geotérmico de La Primavera de características fisicoquímicas aptas para uso en servicios y algunos usos agrícolas, en casi todo el oriente de la zona de Tala; y otra clase de manantiales, fríos y de gran gasto al norte de la presa La Vega, los cuales afloran en el contacto de los basaltos de Tequila y los materiales lacustres de Teuchitlán.

De interés especial por sus características de afloramiento y ubicación son los manantiales de los Hervores del Agua Caliente, localizados entre El Amarillo y La Vega al pie del cerro Grande de Ameca. Son únicos por su forma en que el agua emerge, pues consiste en un surtidor a presión superior a la atmosférica y temperatura entre 65° y 70° centígrados, de gasto actual cercano a 30 lps y con características fisicoquímicas que limitan su uso al de servicios recreativos.

Las zonas de recarga se asocian a los grandes rasgos geomorfológicos del paisaje, por ejemplo la sierra La Primavera al oriente, el volcán de Tequila al norte, el cerro Grande de Ameca al centro y la sierra de Quila al sur. La recarga ocurre tanto en las partes altas donde afloran las rocas permeables y/o fracturadas, como en las zonas de pie de monte, donde los materiales sedimentarios de grano grueso facilitan la infiltración.

El agua subterránea en la zona de Tala se mueve hacia la presa de La Vega, la cual representa el sitio de descarga preferencial del acuífero; se aprecia al oriente del valle que las líneas de flujo no muestran una dirección marcada de entradas subterráneas.

Características fisicoquímicas

En cuanto a las características hidrogeoquímicas del agua subterránea, el estudio geohidrológico de 1988 señala a partir de los resultados de 90 muestras, que la familia de agua predominante es la bicarbonatada-sódica, resultante de la infiltración directa de agua meteórica.

Con la información consultada y procesada, se presentan barreras al flujo

subterráneo en la porción occidental de la zona de Tala y en el cerro Grande de Ameca. Las otras porciones de la zona geohidrológica funcionan como recarga en el acuífero y como transición del agua subterránea que fluye subterráneamente hacia el espesor saturado.

La unidad hidrogeológica más explotada es la que corresponde a los materiales aluviales, que presenta interdigitaciones de granos finos y gruesos que le confieren diferentes grados de permeabilidad. En el mismo paquete, pero con una tendencia a aumentar el contenido de arcillas y el espesor alrededor de la presa La Vega y hacia Ameca, se tiene una unidad hidrogeológica en materiales lacustres de menor permeabilidad que la anterior.

Además dependiendo de la proximidad a las grandes elevaciones volcánicas, como el volcán de Tequila, la sierra La Primavera y la sierra de Quila se tiene la unidad hidrogeológica de rocas ígneas, con variación en el fracturamiento que le da una permeabilidad variable y diferencial.

Las aguas subterráneas presentan características fisicoquímicas dependiendo de las rocas que intercepten, las que circulan por los basaltos de Tequila y por los de la sierra de Quila tienen excelente calidad natural; le siguen las de las rocas ácidas de la caldera de la Primavera, con la diferencia que estas últimas tienen termalismo. En los materiales lacustres se presentan zonas de mala calidad natural, debido a la materia orgánica y bicarbonatos, que limita su potabilidad

Acuífero Amatitán

El acuífero Amatitán se localiza en la porción norte del estado de Jalisco, y abarca un área de 245.9 km².

En la región, el clima es principalmente cálido subhúmedo por su área de influencia y en menor grado es templado sub húmedo con una precipitación media anual de 889 mm.

Litológicamente la zona está constituida principalmente por rocas ígneas extrusivas como el basalto, toba ácida, riolita y volcanoclástico; En los valles, hacia el centro del acuífero hay presencia de depósitos de suelo residual.

La superficie del suroeste del acuífero está cubierta por bosque que es una comunidad vegetal que impide la erosión y el desgaste del suelo ya que la bóveda de hojas intercepta y redistribuye gradualmente la precipitación, esa distribución mas lenta y poco uniforme de la lluvia asegura que el suelo y el agua no sean arrastrados de forma inmediata; lo cual puede aumentar la capacidad de la tierra para capturar y almacenar reservas de agua.

Al noreste observamos cobertura vegetal tipo selva la cual se caracteriza por comunidades formadas de vegetación arbórea, se le encuentra sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, ayudan a la regulación hidrológica, control de la erosión y el mantenimiento de la humedad de los suelos. En la mayoría de los casos, la capacidad de infiltración supera la intensidad de las lluvias, lo que significa que la mayor parte del agua que llega al suelo bajo cobertura forestal infiltra. Estas altas tasas de infiltración favorecen aguas de alta calidad provenientes de cuencas con cobertura forestal.

El área restante está constituida por área agrícola la cual se desarrolla en suelos bien drenados.

En el acuífero predominan los suelos de tipo feozem provienen de material eólico (loess) y otros materiales básicos no consolidados; tienen una capa superficial oscura, algo gruesa, con alto contenido de materia orgánica, son de profundidad muy variable de hasta 125 cm, se encuentra en zonas onduladas y planas; se pueden presentar en cualquier tipo de relieve, los suelos menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, se erosionan con más facilidad. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos. Tienen una alta saturación básica en la parte superior del suelo, toleran exceso de agua con drenaje y son permeables.

En el acuífero también se observan suelos tipo luvisol los cuales son depósitos aluviales recientes condicionados por la topografía, impermeables, con altos contenidos de arcilla acumulada en el subsuelo, provienen de una amplia variedad de materiales no consolidados, depósitos eólicos, aluviales y coluviales. Se encuentra en zonas planas o de una ligera pendiente como planicies aluviales, abanicos aluviales, valles, lechos de ríos, zonas lacustres, depósitos marinos y zonas de mareas, o en ríos represados si todavía el material original no ha evolucionado; frecuentemente son rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, son suelos con alta susceptibilidad a la erosión.

El área restante está constituida principalmente por suelos del tipo: litosol, feozem y regosol.

Acuífero Arenal

El acuífero Arenal, definido con la clave 1436 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza al noroeste del estado de Jalisco, entre los paralelos 20° 41' y 21° 04' de latitud norte y los meridianos 103° 22' y 103° 51' de longitud oeste. Colinda al norte con el acuífero San Martín de Bolaños, al oriente con Cuquio y Atemajac, al sur con

Toluquilla y Ameca y al poniente con el acuífero Amatitlán, todos ellos pertenecientes al estado de Jalisco. Figura 1, cubre una superficie aproximada de 848 km² conforme a la poligonal que lo delimita.

El área del acuífero comprende en su totalidad el municipio El Arenal, una porción inferior de los municipios San Cristóbal de la Barranca, Zapopan y Amatitán y en menor proporción parte de los municipios Teuchitlán, Ahualulco de Mercado, Tala y Tequila.

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VIII "Lerma-Santiago-Pacífico". Su territorio completo se encuentra sujeto a las disposiciones de tres Decretos que establecen veda. El primer Decreto de tipo II, "declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Teuchitlán y Tala, estado de Jalisco, para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en la zona mencionada". Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1973.

El segundo Decreto de tipo II, "declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de la zona circunvecina a la veda de los Valles de Atemajac, Tesistán y Toluquilla, Jal.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de abril de 1976.

El tercer Decreto de tipo III, "Resto del Estado de Jalisco", "declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en zonas no vedadas en diversos municipios del Estado de Jalisco y establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en todos los Municipios del Estado de Jalisco", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 1987.

De acuerdo a la Ley Federal de Derechos vigente para el 2009, los principales municipios como Zapopan se ubica en zona de disponibilidad 2, El Arenal, Ahualulco de Mercado y Tala en zona 7.

El uso principal del agua es el agrícola. En el acuífero no se localiza Distrito de Riego alguno, ni tampoco se ha constituido a la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS). El acuífero forma parte del Consejo de Cuenca (16) Río Santiago, instalado el 14 de julio de 1999. En una pequeña porción al sureste del acuífero se localiza La zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre "La Primavera", creada el 6 de marzo de 1980.

Tipo de acuífero

Aparentemente los depósitos granulares, gravas, gravillas y arenas gruesas, dispuestos ya sea sobreyaciendo a las rocas volcánicas o interdigitados con éstas, actúan como un acuífero de tipo libre importante, mientras las rocas volcánicas

generalmente funcionan como acuitardos o formando acuíferos semiconfinados de potencial hidrológico incierto.

El acuífero volcánico es de naturaleza errática en lo que se refiere a su potencial, aportación, rendimiento y permeabilidad, dependiente del grado de desarrollo y de la interconectividad de sus fracturas.

Los acuíferos semiconfinados son más susceptibles al bombeo por su menor capacidad de almacenamiento por unidad de superficie y por descenso unitario de carga hidráulica, tienen además oportunidad de recarga más restringida.

Calidad del agua

El agua subterránea resultó sódica sulfatada clorurada, sódica sulfatada y cálcica magnésica sódica, ligeramente bicarbonatada, así como de baja salinidad, menor de 700 ppm de STD según se infiere de su conductividad eléctrica.

Como la cuenca aún se encuentra en desarrollo y los niveles piezométricos se mantienen relativamente al margen de lo que ocurre en la superficie, se descartan fuentes externas que modifiquen la composición química original de las aguas subterráneas.

Junto con la salinidad otro potencial peligro en el uso del agua con fines agrícolas es la presencia excesiva de sodio, éste reduce la permeabilidad e incrementa la dureza del terreno. Estos efectos son ocasionados por el intercambio iónico de calcio y magnesio por el sodio en un ambiente coloidal de los suelos arcillosos, la intensidad de la reacción se determina por el índice de adsorción de sodio.

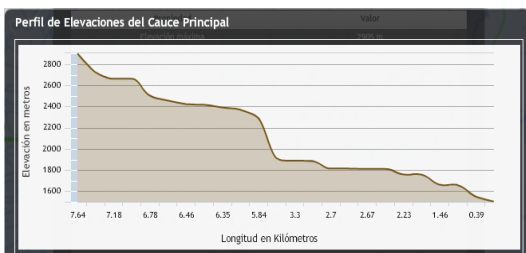
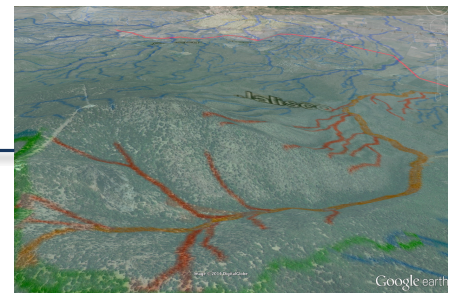
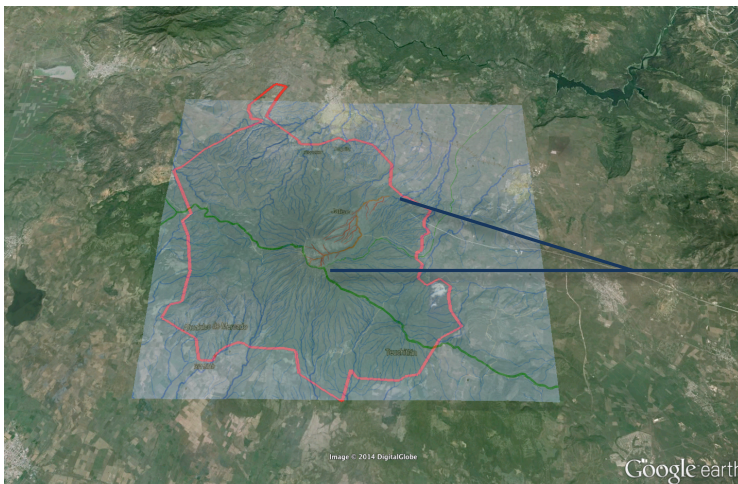
De acuerdo con el diagrama de Wilcox, dos de las muestras se clasifican como C1S1, de bajo índice de adsorción y peligrosidad de sodio con reducido riesgo de salinidad, puede usarse para riego en cualquier tipo de cultivo y suelo sin necesidad de lavado específico porque éste se logra en condiciones normales de aplicación, exceptuando suelos poco permeables. La muestra restante es C2S1 que significa riesgo medio de salinidad y bajo índice de adsorción y peligrosidad de sodio, se puede aplicar en cultivos tolerantes a las sales y en todo tipo de suelo, con lavados moderados de éste, sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad.

c) Cálculo de precipitación pluvial

(con un periodo de retorno mínimo de 50 años)

Para el cálculo de la precipitación pluvial en la zona de estudio, se utilizó el programa SIATL del INEGI, en el cual se identifican las regiones hidrográficas, cuencas, subcuencas y corrientes principales, y para la corriente elegida se añade el histórico de máxima precipitación pluvial por 24 horas y el coeficiente de escorrentía, resultando de ello la máxima precipitación pluvial en 24 horas para un periodo de retorno de 50 años.

En este sentido, se eligió la corriente principal que es un parteaguas de la cima del volcán, justo en donde se encuentra la "tetilla" y que significa el punto más alto. Las siguientes imágenes y cuadros representan la ubicación espacial del sitio y los resultados obtenidos.

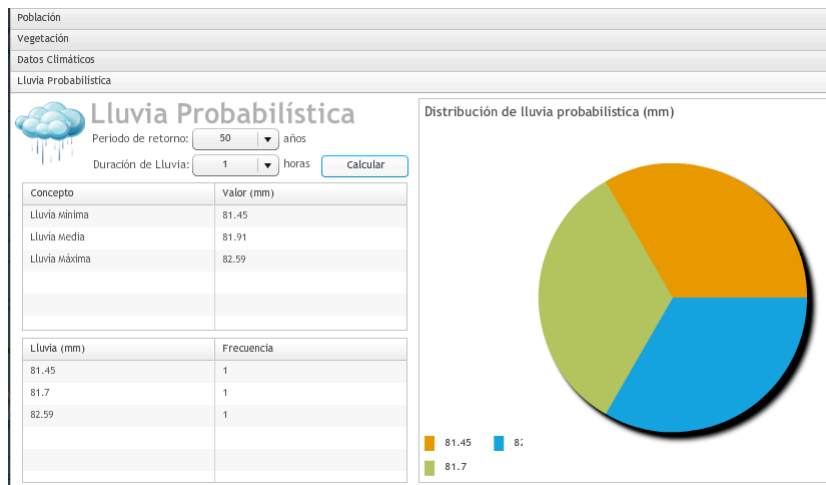


Indicadores del Cauce Principal

Propiedad	Valor
Elevación máxima	2905 m
Elevación media	2229 m
Elevación mínima	1553 m
Longitud	7647 m
Pendiente Media	17.6801 %
Tiempo de Concentración	34.68 (minutos)
Área Drenada	7.74 km ²
Periodo de Retorno	50 años
Coefficiente de escurrimiento	0.2
Lluvia	109 mm
Intensidad de Lluvia	188.58 mm/h
Caudal pico	81.08 m ³ /s

Cabe señalar que el INEGI establece que este método de trabajo es el racional americano, mismo que no contempla la infraestructura hidráulica como represas, bordos o desvíos, por lo tanto, no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos.

Otra estimación de la misma herramienta SIATL, para la misma área de escurrimiento pero para una lluvia máxima de una hora de duración, arroja los siguientes resultados:



d) Identificar las áreas de recarga de acuíferos.

Las áreas de recarga de los acuíferos que intervienen en el polígono de estudio, coinciden plenamente en identificar al Volcán de Tequila como su área de recarga más importante; a su vez, esta montaña cuenta con un gran número de pliegues longitudinales que conforman cañadas de gran relevancia ambiental al captar, infiltrar y mantener volúmenes de agua suficientes para constituir pequeños arroyuelos en donde es posible encontrar vegetación riparia y del tipo mesófilo, además de una interesante diversidad de fauna.

e) Los tipos de corrientes de los cuerpos de agua.

Los tipos de corrientes de agua dentro del área de estudio son básicamente intermitentes; no se encuentran dentro del polígono presas, lagunas o cuerpos de agua relevantes, sin embargo, no se descarta la presencia de pequeños bordos abrevaderos y nacimientos u ojos de agua. Las subcuencas presentes son del tipo

exorreico. En los alrededores del polígono se encuentran importantes cuerpos de agua para las subcuencas, tales como Presa Colorada, Río Salado, Presa La Vega y Presa Santa Rosa.

f) El balance hidrológico.

Acuífero Tequila

Para el acuífero Tequila y de acuerdo con la información del censo de aprovechamiento realizado como parte del estudio llevado a cabo en el 2010, se registró la existencia de 58 aprovechamientos, de los cuales 37 son pozos, 8 norias y 13 manantiales; de ellos 44 están activos (27 pozos, 5 norias y 12 manantiales) y 14 inactivos (10 pozos, 3 norias y 1 manantial).

El volumen de extracción se ha estimado en 3.4 hm³ anuales, de los cuales 2.3 hm³ (67.6%) se destinan para abastecimiento de agua potable a las comunidades de la región, 0.9 hm³ (26.5%) para la actividad industrial, 0.02 hm³ (0.6%) para la actividad agrícola y los 0.2 hm³ restantes (5.9%) para satisfacer las necesidades del uso doméstico y servicios. Adicionalmente, de los manantiales censados, se descarga un caudal de 0.5 hm³.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, que establece la metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la siguiente expresión:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS \quad (3)$$

Donde:

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica;

Rt = Recarga total media anual;

DNCOM = Descarga natural comprometida;

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA;

Recarga total media anual (Rt)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 23.9 hm³/año.

Descarga natural comprometida (DNCOM)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que están comprometidos como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero

Para el caso del acuífero Tequila se considera que el valor de la descarga natural comprometida es de 4.6 hm³ anuales, de los cuales 0.5 hm³ corresponden al 30% de las salidas por flujo subterráneo hacia las márgenes del Río Grande Santiago y acuíferos adyacentes, 2.7 hm³ al 30% de la evapotranspiración que debe comprometerse para preservar el ecosistema, 0.5 hm³ a la salida a través de manantiales y 0.9 hm³ de 10% de las salidas por caudal base.

Volumen concesionado de agua subterránea (VCAS)

De acuerdo con la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), el volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, a la fecha de corte de 31 de marzo de 2011 es de 9'829,908 m³ anuales.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, de acuerdo con la expresión 3, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPGA.

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

$$(3) DAS = 23.9 - 4.6 - 9.829908 \quad DAS = 9.470092 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

El resultado indica que existe actualmente un volumen de 9'470,092 m³ anuales para otorgar nuevas concesiones.

Cálculo de la infiltración por lluvia

Para este apartado, se utilizarán los datos disponibles de los acuíferos de la zona y que se miden en ocho estaciones climatológicas y en tres estaciones hidrométricas de la cuenca del río Ameca; solo se presentarán los resultados de la zona del Volcán de Tequila por ser el área de interés y se utilizará un balance de aguas superficiales, que permite calcular la infiltración del agua que llueve según la fórmula:

$$P \text{ (Precipitación)} = S \text{ (Escurrimiento)} + Evt \text{ (Evapotranspiración)} + I \text{ (Infiltración)}$$

Como primer paso, se seleccionaron los valores de precipitación de las ocho estaciones climatológicas siguientes: Ahualulco, Ameca, Antonio Escobedo, Arenal, El Salitre, La Vega, San Martín Hidalgo y Tala; se descartaron los valores de la estación Teuchitlán por ser demasiado bajos para ser tomados en cuenta y porque representan condiciones locales muy particulares.

Se construyó un plano de isoyetas a escala 1:250000, a partir del cual se escogieron áreas de igual valor de la precipitación, midiéndose su área con planímetro y se obtuvieron los siguientes resultados:

En La Primavera, área de 115 km² y volumen de 112.125 Mm³/a y en el volcán de Tequila, un área de 112.8 km² y volumen de 115.54 Mm³/a;

En cuanto al cálculo de la evapotranspiración, que incluye a los términos de evaporación del suelo y la transpiración por plantas; originalmente se planteó usar los datos climatológicos y agrícolas de la cuenca superficial correspondiente a las zonas de Ameca y Tala para determinar la evapotranspiración potencial, y a partir de estos valores, con base en el método del balance hídrico edafológico obtener la evapotranspiración real.

De esta forma se utilizó el método de Thornwaite para calcular la evapotranspiración potencial en las zonas montañosas, en donde usualmente la cobertura vegetal es nativa o inexistente, es decir, se trata de pastizales, bosque o barrancas sin vegetación. Asimismo, en los valles se utilizó el método de Blaney-Criddle, con el cultivo de caña de azúcar, como el factor principal por considerar.

Se aplicó la metodología de acuerdo al texto de D.F. Campos Aranda Vol. I, tomo 2/2, a las zonas de La Primavera y del volcán de Tequila, considerando un suelo arenoso y una cobertura vegetal nos proporciona un valor de 100 mm, que se aplica en la tabla correspondiente a la retención de humedad que viene en ese texto. Se obtuvieron valores mes con mes de la evapotranspiración real, totalizando para La Primavera una altura de 696.04 mm de lámina evapotranspirada y para el volcán de Tequila, 661.74 mm.

Por otra parte se tienen valores de escurrimiento en el periodo de 1953 a 1955 medidos en el río Ameca, durante la construcción de la presa La Vega. De acuerdo con el boletín hidrológico de la SARH, se midió un promedio de 143.56 Mm³/año en esos años, que corresponden a la zona de Tala.

Cerca de la población de Ameca existe una estación hidrométrica, que se sitúa a 20 km aproximadamente del límite de la zona geohidrológica; debido a que no se cuenta con una estación hidrométrica más cerca del límite, estos datos nos podrán servir como un volumen mínimo de escurrimiento para la subcuenca de Ameca.

Calculando el volumen medio aforado en el periodo de 1988 a 1997 se tiene un volumen de 144.418 Mm³/año, el cual en principio puede considerarse como el mínimo volumen que escurre por cuenca propia.

La consideración de que este es un volumen representativo del escurrimiento de la Subcuenca correspondiente a la zona de Ameca y su zona de recarga es debido a que los volúmenes regulados por la presa ya han sido utilizados en el distrito de riego. Sin embargo esta determinación no incluye los volúmenes aprovechados mediante obras de retención o bombeo directos de los afluentes, ni tampoco los volúmenes aportados por los retornos de riego.

Resumiendo los valores antes señalados se obtiene para la zona de Tala, en un área de 781 km² que incluye su zona de recarga, llueven en promedio 796.66 Mm³ anuales, de los cuales, 531.23 se evapotranspiran, 143.56 constituyen el escurrimiento y la diferencia constituye el volumen de infiltración de 121.87 Mm³ anuales.

En forma similar para la zona de Ameca y su zona de recarga, en un área de 1391 km², llueve un volumen de 1336.61Mm³/año, se evapotranspiran alrededor de 1003.38 Mm³/a, y escurren 144.418, por lo que la infiltración resulta de 188.81Mm³ anuales.

Estos resultados de infiltración, indican la máxima recarga que puede llegar al acuífero por lluvia y desde luego, debido a la incertidumbre que se tiene al

evaluar los términos de evapotranspiración y escurrimiento, su grado de confianza no permite su utilización en la evaluación de la disponibilidad.

Acuífero Ameca

Extracción de aguas subterráneas

El antecedente que existe para este tema, corresponde al recorrido de campo del año 1988, mediante el cual se efectuó una actualización del censo de aprovechamientos hidráulicos del año 1992. Esta actualización se llevó a cabo con el llenado de la forma IAS-1 que formuló la SARH.

Los resultados del censo para toda la zona geohidrológica (Magdalena, Tala y Ameca) señalaban que existía un total de 723 aprovechamientos, de los cuales 320 son pozos, y a su vez 272 son pozos activos.

En cuanto a la extracción obtenida para ese año, en el estudio no resulta claro cual fue el o los métodos empleados para determinar la extracción; pues en el texto no se menciona en forma específica los resultados de la hidrometría de pozos.

Para la zona de Aqualulco se tienen 34'064,162 m³ con 62 aprovechamientos, para la zona de La Vega resultaron 58'703,271 m³ con 62 aprovechamientos, en la zona de Ameca 46'019301 m³ con 82 aprovechamientos, en Magdalena 17'376246 m³ con 37 aprovechamientos y en la zona de Cocula 10'134637 m³ con 19 aprovechamientos.

Esta distribución por zonas equivaldría a que en Magdalena se extraían aproximadamente 17.37 Mm³/año, en Tala se extraían 92.77 Mm³/año y en Ameca se extraían 56.15 Mm³/año, todos en el año de 1988.

Debido a la forma poco clara o errónea de calcular estos volúmenes de extracción, no es posible tomarlos como base para la determinación actual de la extracción. Si bien es cierto que este estudio contiene un censo muy completo, también lo es que la hidrometría de los aprovechamientos no es la más apropiada para calcular la extracción global. Por tal motivo, se realizó una actualización al cálculo para la disponibilidad del acuífero Ameca en el año 2009, que es el que al final de este tema se presentará, sin embargo, resulta necesario establecer los antecedentes existentes.

En la actualidad, el agua es aprovechada en los usos agropecuarios principalmente; la caña es el cultivo mayoritario en todos estos valles y tanto las aguas superficiales como las subterráneas son

utilizadas para este uso. De menor importancia son los usos pecuario, público urbano e industrial, de acuerdo a la estadística siguiente:

Con base en el censo de aprovechamientos que existe en la oficina de Aguas Subterráneas y en su comparación con la base de usuarios de Administración del Agua se efectuó una estimación de los aprovechamientos y de la extracción. Así en el municipio de Ahualulco existen 95 aprovechamientos de los cuales, 17 son norias; en el municipio de Tala se tienen 99 y de ellos 6 son norias; en Teuchitlán se han inventariado 40 y de ellos 3 son norias. En total se tiene un registro de 234 aprovechamientos.

En la zona de Tala que incluye esos municipios se tiene la siguiente distribución de la extracción: los usos agropecuarios suman casi 82 Mm³/año, el uso público urbano es de 3.34 Mm³/año, el industrial y de servicios de 3.85 Mm³/año y los demás usos de 0.55 Mm³/año. El total aproximado de extracción es de 89.64 Mm³/año en todo el acuífero.

La zona de Ameca cuenta con la mayor extensión superficial plana y esto sugiere que las aguas subterráneas son las más explotadas, sin embargo dos factores contribuyen a disminuir el potencial de usos más consuntivos como los agropecuarios, por una parte la existencia de la zona de riego de aguas superficiales y por la otra, que el espesor de materiales granulares de menor permeabilidad, es menor que en las otras zonas.

La densidad de explotación es mayor en la zona de Tala, pero desde el punto de vista de rendimiento de los pozos también es en general más alta. La distribución de aprovechamientos del inventario es la siguiente, en el municipio de Ameca se tienen 171, en Cocula 133 y en San Martín Hidalgo 126 aprovechamientos. En total existe un registro de 430 aprovechamientos.

En Tala la distribución por usos de la extracción es como sigue: 94.12 Mm³/año corresponden a los usos agropecuarios, el uso público urbano extrae casi 14 Mm³/año, los usos domésticos son de 1.34 Mm³/año y el sector industrial y de servicios es de 1.12 Mm³/año. En total se ha determinado una extracción total en este acuífero de alrededor de 110.58 Mm³/año.

En Ameca por la permeabilidad de los materiales granulares, los pozos no tienen un rendimiento tan bueno como en la zona anterior, y por esta razón se presentan localmente abatimientos del nivel estático en aquellas áreas donde existe una concentración de pozos relativamente alta, sin embargo la explotación global no afecta significativamente al almacenamiento del acuífero.

Funcionamiento del Acuífero

Para este apartado, la explicación se abocará a la zona de Tala-Ahualulco en primer término y por ser la de mayor influencia en el área de estudio y que en Magdalena tanto la explotación del agua subterránea, como los datos geohidrológicos derivados de la existencia de pozos son muy reducidos. La zona complementaria de este acuífero es la de Ameca-Cocula.

Aunque es posible definir para fines de manejo de ambas zonas un límite que coincide con el parteaguas superficial, tomando como punto de control la cañada existente en el río Salado, cerca del poblado La Vega, la configuración de niveles estáticos no muestra una separación clara entre ellas. Se puede apreciar que existe continuidad de las líneas equipotenciales de agua subterránea, lo que a su vez permite suponer la continuidad de las líneas de flujo de agua subterránea. Sin embargo debe notarse que esta configuración se realizó con muy pocas mediciones del nivel estático (solo 5 mediciones), pero esto se debe a que existen pocos pozos en los cuales se puedan medir confiablemente los niveles estáticos.

La mayoría de los numerosos manantiales en los valles de Tala, Ahualulco, Ameca y Cocula no tienen relación directa con el acuífero principal, pues su ubicación corresponde a la transición de zonas montañosas al valle, siendo por lo general, manantiales de gasto reducido y variable de acuerdo con la temporada de lluvias, representando salidas de sistemas locales de flujo subterráneo.

En la zona de Tala se encuentra la presa La Vega desde 1952 y aunque no se cuenta con elementos para definir las condiciones de gasto y afloramiento de manantiales antes de esa época, si es posible inferir que una de sus salidas principales era el río Salado y el que venía de Teuchitlán. Es posible que el flujo base resultante fuera aprovechado para cubrir las necesidades de esa época.

Debido a que no se cuenta con suficientes datos hidrológicos de la presa y su entorno, no ha sido posible cuantificar los términos de interacción con el acuífero; en particular las salidas naturales del acuífero hacia el vaso o hacia la atmósfera, a través de los términos de salidas a cuerpos superficiales y de evapotranspiración.

La zona de Ameca tiene una relación estrecha con el río Ameca y con sus afluentes principales, desde épocas muy remotas, incluso el sentido del flujo subterráneo es de oriente a poniente, siguiendo el curso del río principal. Antes de que comenzara la explotación intensiva de este recurso, las salidas naturales eran hacia las corrientes superficiales que todavía existen.

No se tiene conocimiento que se hayan analizado los registros hidrométricos en el tramo del río entre Puerta de La Vega y Ameca debido a que anteriormente a la

construcción de la presa no había estaciones hidrométricas; en la actualidad existen aportaciones de retornos de riego no cuantificados, de los canales y de los afluentes secundarios, que impiden una estimación confiable del flujo base.

En la actualidad, Tala es el que más pronto recibe las aportaciones de agua meteórica en forma de recarga, tanto del volcán de Tequila al norte como de la sierra La Primavera al oriente; a diferencia de Ameca que por su menor transmisividad y mayor extensión no presenta la misma velocidad de recarga.

Por lo tanto, para que no se presenten problemas de abatimientos de niveles aún cuando la condición geohidrológica sea subexplotada, es necesario que la separación entre aprovechamientos sea diferente, más alejados uno respecto al otro en donde la permeabilidad sea menor.

Recarga

Cálculo de la Infiltración por Lluvia

Para este apartado, utilizaremos los datos que se miden en 8 estaciones climatológicas y en tres estaciones hidrométricas de la cuenca del río Ameca: se utilizará un balance de aguas superficiales, que nos permite calcular la infiltración del agua que llueve según la fórmula:

$$P \text{ (Precipitación)} = S \text{ (Escurrimiento)} + Evt \text{ (Evapotranspiración)} + I \text{ (Infiltración)}$$

Como primer paso, se seleccionaron los valores de precipitación de las ocho estaciones climatológicas siguientes: Ahualulco, Ameca, Antonio Escobedo, Arenal, El Salitre, La Vega, San Martín Hidalgo y Tala; se descartaron los valores de la estación Teuchitlán por ser demasiado bajos para ser tomados en cuenta y porque representan condiciones locales muy particulares.

Se construyó un plano de isoyetas a escala 1:250000, a partir del cual se escogieron áreas de igual valor de la precipitación, midiéndose su área con planímetro y se obtuvieron los siguientes resultados:

En La Primavera, área de 115 km² y volumen de 112.125 Mm³/a; en el volcán de Tequila, un área de 112.8 km² y volumen de 115.54 Mm³/a; en la zona del Refugio a Ahuiculco, área de 391.667 km² y volumen de 362.29 Mm³/a; al norte del cerro de Ameca, un área de 63.833 km² y volumen de 67.025 Mm³/a; finalmente en el valle de Ahualulco, un área de 164.33 km² y volumen de 67.025 Mm³/a. En total, para el área de Tala y su zona de recarga se tiene un área de 781 km² un volumen llovido de 796.66 Mm³/año.

En la zona de San Martín Hidalgo, con área de 498.5 km² y volumen de lluvia de

461.112 Mm³/a, para el sur de sierra de Quila, sobre un área de 329.333 km², precipita un volumen de 345.799 Mm³/a; en la zona de Cocula, con área de 274.33 km², llueve un volumen de 240.04 Mm³/a; la zona al sur del cerro Grande de Ameca, con área de 100 km² y volumen llovido de 105 Mm³/a; finalmente en el valle de Ameca que tiene un área de 189.39 km², el volumen de lluvia es de 184.66 Mm³/a. Resultando para toda la zona de Ameca y su área de recarga un área total de 1391.5 km² y volumen precipitado de 1,336.61 Millones de metros cúbicos anuales.

En cuanto al cálculo de la evapotranspiración, que incluye a los términos de evaporación del suelo y la transpiración por plantas; originalmente se planteó usar los datos climatológicos y agrícolas de la cuenca superficial correspondiente a las zonas de Ameca y Tala, para determinar la evapotranspiración potencial, y a partir de estos valores, con base en el método del balance hídrico edafológico obtener la evapotranspiración real.

De esta forma se utilizó el método de Thornwaite para calcular la evapotranspiración potencial en las zonas montañosas, en donde usualmente la cobertura vegetal es nativa o inexistente, es decir, se trata de pastizales, bosque o barrancas sin vegetación. Asimismo, en los valles se utilizó el método de Blaney-Criddle, con el cultivo de caña de azúcar, como el factor principal por considerar.

Se aplicó la metodología de acuerdo al texto de D.F. Campos Aranda Vol. I, tomo 2/2, a las zonas de La Primavera y del volcán de Tequila, considerando un suelo arenoso y una cobertura vegetal nos proporciona un valor de 100 mm, que se aplica en la tabla correspondiente a la retención de humedad que viene en ese texto. Se obtuvieron valores mes con mes de la evapotranspiración real, totalizando para La Primavera una altura de 696.04 mm de lámina evapotranspirada y para el volcán de Tequila, 661.74 mm.

Para el resto de las zonas en que se dividió la cuenca se tienen diferentes propiedades de los suelos y los cultivos, por lo cual la humedad utilizada por los suelos y plantas difiere de los valores para la sierra La Primavera y del volcán de Tequila; así, se resolvió utilizar métodos empíricos que evalúan directamente la evapotranspiración real. Por facilidad del cálculo se utilizaron los métodos de Turc y de Coutage.

Seleccionando los valores más representativos de la evapotranspiración real para cada zona, se tienen los siguientes resultados: para el cerro Grande de Ameca se determinó un valor de 692.25 mm; para la sierra de Quila, se determinó 727.505 mm; para el valle de Ameca, un valor de 723.5 mm. Así en resumen en el acuífero de Ameca y su zona de recarga se determinó un volumen evapotranspirado de 1003.38 Mm³/año.

De igual forma se determinaron los siguientes resultados para la zona de Tala y su zona de recarga, para el valle de Tala, de determinó 674.92; para las otras zonas como La Primavera, volcán de tequila, y cerro Grande de Ameca, se toman los mismos valores ya indicados. En total resulta un volumen evapotranspirado de 531.23 Mm³/año.

Para el caso de la zona Tala-Ahualulco las salidas superficiales se concentran actualmente en la presa La Vega, siendo regulada por esta obra y medidas en las estaciones de La Vega. El promedio de extracciones de la presa es de alrededor de 133 millones de metros cúbicos por año.

Por otra parte se tienen valores de escurrimiento en el periodo de 1953 a 1955 medidos en el río Ameca, durante la construcción de la presa La Vega. De acuerdo con el boletín hidrológico de la SARH, se midió un promedio de 143.56 Mm³/año en esos años, que corresponden a la zona de Tala.

Cerca de la población de Ameca existe una estación hidrométrica, que se sitúa a 20 km aproximadamente del límite de la zona geohidrológica; debido a que no se cuenta con una estación hidrométrica más cerca del límite, estos datos nos podrán servir como un volumen mínimo de escurrimiento para la subcuenca de Ameca. Calculando el volumen medio aforado en el periodo de 1988 a 1997 se tiene un volumen de 144.418 Mm³/año, el cual en principio puede considerarse como el mínimo volumen que escurre por cuenca propia.

La consideración de que este es un volumen representativo del escurrimiento de la subcuenca correspondiente a la zona de Ameca y su zona de recarga es debido a que los volúmenes regulados por la presa ya han sido utilizados en el distrito de riego. Sin embargo esta determinación no incluye los volúmenes aprovechados mediante obras de retención o bombeo directos de los afluentes, ni tampoco los volúmenes aportados por los retornos de riego.

Resumiendo los valores antes señalados se obtiene para la zona de Tala, en un área de 781 km² que incluye su zona de recarga, llueven en promedio 796.66 Mm³ anuales, de los cuales, 531.23 Mm³ se evapotranspiran, 143.56 Mm³ constituyen el escurrimiento y la diferencia constituye el volumen de infiltración de 121.87 Mm³ anuales. En forma similar para la zona de Ameca y su zona de recarga, en un área de 1391 km², llueve un volumen de 1336.61Mm³/año, se evapotranspiran alrededor de 1003.38 Mm³/a, y escurren 144.418 Mm³, por lo que la infiltración resulta de 188.81Mm³ anuales.

Estos resultados de infiltración, indican la máxima recarga que puede llegar al acuífero por lluvia y desde luego, debido a la incertidumbre que se tiene al evaluar los términos de evapotranspiración y escurrimiento, su grado de confianza no permite su utilización en la evaluación de la disponibilidad.

Balance de Aguas Subterráneas

Entradas - Salidas = Cambio de Almacenamiento

Las entradas incluyen los términos de Recarga vertical (R_v), Infiltración por ríos o lagos (R_{lr}), Recarga inducida por pérdidas en redes de abastecimiento, drenajes y canales de riego (R_i) y Entradas por flujo horizontal (E_h), todos ellos son volúmenes que difícilmente pueden ser obtenidos en cálculos individuales, y en general de acuerdo con la metodología presentada en el Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana pueden agruparse colectivamente en un solo término a denominarse Recarga total (R_t).

Por su parte las salidas se componen por los términos de Salidas por flujo horizontal (S_h), salidas naturales por manantiales o por flujo base (D_n), salidas verticales por evapotranspiración (S_{evt}) y salidas artificiales por bombeo (B), algunas de estas salidas ya se han evaluado en los capítulos anteriores y tienen los siguientes valores:

Para la zona de Tala, se ha evaluado el total de las salidas de manera global en aproximadamente $128.8 \text{ Mm}^3/\text{año}$, con salidas por manantiales de aproximadamente $4.3 \text{ Mm}^3/\text{a}$. En la porción sur de Ameca, las salidas globales son de aproximadamente $148.53 \text{ Mm}^3/\text{año}$, con salidas por manantiales de alrededor de $1.5 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

En el acuífero no se ha detectado que existan abatimientos significativos en los últimos 10 años, esta situación se comprobó al medir en agosto de 1997 los niveles estáticos de los mismos pozos que se midieron en el estudio geohidrológico de 1988. Al configurar las diferencias no se notó la existencia de algún abatimiento significativo, pues las diferencias negativas en unas zonas se compensaban con las diferencias positivas en otras. Esto significa que el cambio de almacenamiento es nulo.

En la zona de Tala, se tienen las salidas más importantes por descargas a los arroyos y río Salado y a la presa La Vega; desafortunadamente, estas salidas se juntan con la evapotranspiración de estos cuerpos superficiales y no es posible calcularlas con toda exactitud. Sin embargo, se puede hacer el siguiente cálculo: a través de los registros hidrométricos de la presa La Vega, en el periodo de 1958 a 1974 se tiene registrado un volumen de lluvia en el vaso de $17.093 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y salidas totales de $152.468 \text{ Mm}^3/\text{año}$, esto significa que la diferencia de $135.37 \text{ Mm}^3/\text{año}$, debe ser cubierta con el agua escurrida en los ríos, con las aportaciones de los manantiales y subterráneas directas al vaso.

Si tomamos en cuenta el volumen escurrido en toda la subcuenca de $143.56 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y le descontamos el volumen aforado en el río Ahualulco que no aporta a la presa, resulta que el volumen escurrido es de aproximadamente 100

Mm³/año. Finalmente haciendo la diferencia entre este volumen y el obtenido a través del funcionamiento de la presa, se tienen 35.355 Mm³/año que son aportados por manantiales y por entradas de agua subterránea. El volumen cuantificado de los manantiales es de 4.3 Mm³/año que descontando al volumen anterior resulta finalmente en aproximadamente 31 Mm³/año, que suponemos es el que le aporta el acuífero a la presa.

En la porción sur de Ameca las salidas naturales son hacia el río Ameca y hacia los manantiales, y no existen salidas por evapotranspiración. Las salidas hacia el río se podrían calcular directamente si existiera una medición precisa del gasto que pasa a la entrada y a la salida del acuífero sobre el río Ameca y de sus afluentes principales; a falta de estas mediciones tenemos lo siguiente:

Se tiene medido un volumen de 43.54 Mm³/año en la estación FFCC II del río Ahualulco, que representa el caudal inicial del río Ameca; posteriormente, se tienen aportes por margen izquierda de 33.57 Mm³/año y de 24 Mm³/año de los ríos Cocula y San Martín Hidalgo, y finalmente se estima por comparación de cuencas que en la margen derecha el río recibe un volumen de 16 Mm³/año. Estos aportes suman 117.11 Mm³/año que comparados con el promedio obtenido en la estación puente Ameca de 144.42 Mm³, producen una diferencia de 27.31 Mm³/año, volumen que puede ser considerado como aporte del acuífero al río.

Para evaluar los términos de interacción de entradas y salidas por flujo subterráneo, se usaron los planos ilustrados en las figuras 6 y 7, tratando de relacionar las entradas y salidas con rasgos hidrogeológicos que nos indiquen la posibilidad de que efectivamente exista flujo subterráneo, y los datos de transmisividad señalados en el apartado 5.1.

Para Tala existen entradas por las zonas de La Primavera y de Magdalena, aunque también existen otras, sólo es posible cuantificar las que hemos indicado; usando la relación de Darcy la suma de los cálculos resulta en un volumen de 20.37 Mm³/año, que son aportados principalmente desde La Primavera.

Las salidas identificadas se evaluaron tomando en cuenta la red de flujo de la zona de Tala, con una transmisividad de 1.15×10^{-3} m²/s, resulta un volumen calculado de 0.86 Mm³/año. Este término resulta una entrada para la zona de Ameca, de la misma magnitud.

Para Ameca, se han identificado salidas hacia el río Ameca a través de la red de flujo de la figura 7; sin embargo, para el cálculo del volumen de salida se empleó un plano de configuración de elevación de niveles a escala 1:50000, con los datos de la compañía Moro Consultores. Con una transmisividad de 1.6 a 2.5×10^{-3} m²/s, se obtiene un volumen aproximado de 9.14 Mm³/año.

Se conoce que en un área pequeña de aproximadamente 10 km² existen plantas

freátofitas y zonas de humedales que son alimentadas por agua subterránea. Para fines de cálculo se considera una lámina promedio de 30 cm en los meses de estiaje, que produce un volumen cercano a los 3 Mm³ por año.

En el siguiente cuadro se consignan los principales elementos que componen el balance de aguas subterráneas del acuífero Ameca:

Balance de Aguas Subterráneas en el Acuífero Ameca

ZONA TALA	ZONA AMECA
Entradas horizontales: 20.37	Entradas horizontales: 0.86
Salidas horizontales: 0.86	Salidas horizontales: 9.14
Descarga manantiales: 4.30	Descarga manantiales: 1.50
Descarga a cuerpos: 31.00	Descarga a cuerpos: 27.31
Evapotranspiración: 3.00	Evapotranspiración: 0.00
Extracción por bombeo: 89.64	Extracción por bombeo: 110.58
Cambio de almacenamiento: 0.00	Cambio de almacenamiento: 0.00
Recarga vertical: incógnita	Recarga vertical: incógnita
Recarga inducida: incógnita	Recarga inducida: incógnita

Volúmenes en millones de metros cúbicos anuales

Puede observarse que los términos de recarga vertical e inducida se han dejado como incógnitas y serán obtenidas al despejar estos términos de la ecuación de balance, obteniendo lo siguiente:

Recarga vertical + Recarga inducida = Suma de las salidas - Entradas horizontales.

Debido a que el acuífero Ameca incluye a la zona de Tala, el balance integrado de ambas regiones es la que se considera para el cálculo de la disponibilidad.

El balance de aguas subterráneas queda por lo tanto de la siguiente manera:

Entradas

Entradas horizontales 21.2

Recarga por infiltración más la recarga inducida 256.1

Salidas

Descarga por manantiales 5.80

Descarga a cuerpos de agua 58.3

Evapotranspiración 3.00

Bombeo 200.2

Salidas horizontales 10.00

Cambio de almacenamiento 0.0

Sumas: 277.3

La recarga total resulta ser de 277.3 Millones de metros cúbicos anuales.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA} \\ & \text{SUBTERRANEA EN UNA UNIDAD HIDROGEOLOGICA} \\ & = (\text{igual a}) \\ & \text{RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL} \\ & - (\text{menos}) \end{aligned}$$

DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA

- (menos)

VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRANEA

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Ameca es de 277.3 millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Ameca la descarga natural comprometida es de 20.884 Mm³/año.

Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

En el acuífero Ameca el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de **96,980,688 m³/año**.

Disponibilidad de agua subterránea

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$159,435,312 = 277,300,000 - 20,884,000 - 96,980,688$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 159,435,312 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Ameca, en el Estado de Jalisco.

Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea y modificación, para su mejor precisión, la descripción geográfica del acuífero

PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 28 DE AGOSTO DE 2009

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales, señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en consideración la disponibilidad media anual del recurso, misma que se revisará al menos cada tres años conforme a la programación hídrica, para lo cual el propio precepto dispone que la Comisión Nacional del Agua debe publicar la disponibilidad por acuífero o acuíferos de que se trate.

De los resultados de los estudios técnicos recientes, se observó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea de 282 de los acuíferos, debido a los cambios en el régimen natural de recarga, el manejo del agua y de los volúmenes concesionados, por lo que se ha determinado el valor actualizado de la disponibilidad media anual de agua en cada uno de los mismos.

La actualización de la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008.

Con el desarrollo de los modernos equipos de geoposicionamiento, de los sistemas de información geográfica y la accesibilidad de las herramientas computacionales, ahora permiten precisar la ubicación geográfica de sitios y ámbitos territoriales. De igual manera, lo anterior ha permitido mejorar la definición geográfica y la representación cartográfica de la ubicación y límites de los acuíferos,

En tal virtud, se perfeccionaron los límites de los acuíferos, a efecto de dar mayor certeza a los usuarios respecto de la ubicación exacta de su aprovechamiento, utilizando un sistema nacional de referencia único, basado en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Dátum.

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
1409	AMECA	277.3	20.9	154.952679	110.6	101.463321	0.00000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

Acuífero Amatitán

Determinación de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece la metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; que en la fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica

Rt = Recarga total media anual

DNCOM = Descarga natural comprometida

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA.

Recarga total media anual (Rt)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rt), corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical.

Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 10.7 hm³/año.

Descarga natural comprometida (DNCOM)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero; más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el caso del acuífero Amatitan se considera que el valor de la descarga natural comprometida, que corresponde a caudal base del río, es de 1 hm³/año.

Volumen concesionado de aguas subterráneas (VCAS)

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el REPDA de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al **31 de marzo de 2011**, es de **5.593370 hm³/año**.

Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA.

Por lo tanto la disponibilidad de aguas subterráneas, es:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

$$DAS = 10.7 - 1 - 5.59337$$

$$DAS = 4.106630 \text{ hm}^3/\text{año}.$$

El resultado indica que existe disponibilidad de **4'106,630 m³ anuales**, para otorgar nuevas concesiones

Acuífero Arenal

Censo de aprovechamientos.

En el 2007, como parte de los trabajos realizados para sustentar los documentos de respaldo, se censaron 90 aprovechamientos de agua subterránea, el 35% se destina a uso agrícola, el 24% a público urbano, el 20% a servicios, el 13% a fines domésticos y el por ciento restante a satisfacer diversas necesidades.

El 87% de las obras censadas corresponden a pozos, 9% a norias y 4% a manantiales.

La extracción es de 12.5 hm³/año, de los cuales el 52.7% corresponde a uso agrícola, 29.0% a público urbano, 13.8% a servicios, 0.7% se destina a la industria, 2.8% se emplea con fines domésticos y 1.0% a fines agropecuarios.

Balance de Agua Subterránea

El balance de aguas subterráneas es un método de evaluación de la potencialidad de un acuífero. Se basa en el principio de conservación de la materia. La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga), y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido.

La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

$$\text{Entradas (E)} - \text{Salidas (S)} = \text{Cambio de almacenamiento}$$

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento del acuífero:

$$\text{Recarga total (Rt)} - \text{Descarga total (Dt)} = \text{Cambio de almacenamiento } (\pm \Delta V_s)$$

La ecuación de balance para este acuífero en particular, tiene la siguiente forma:

$$R_v + E_h + R_i - B - S_h - ETR = \pm \Delta V(s)$$

Donde:

E_h Entradas subterráneas por flujo horizontal

Rv Recarga vertical

Ri Recarga inducida

B Bombeo

Sh Salidas subterráneas por flujo horizontal

ETR Evapotranspiración

$\Delta V(s)$ Cambio de almacenamiento

Entradas

La recarga total que recibe el acuífero está constituida por la recarga natural, integrada por la recarga vertical (Rv) que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita en el valle y a lo largo de los escurrimientos, y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo (Eh), y la recarga incidental o inducida que se origina por la infiltración del agua que se destina a las actividades agrícolas, principalmente, y por las fugas en las redes de abastecimiento de agua potable o del drenaje, en las poblaciones.

Recarga vertical

Es uno de los términos que mayor incertidumbre implica su cálculo. Debido a que se tiene información para calcular el cambio de almacenamiento (ΔV), así como las entradas y salidas por flujo subterráneo, su valor será despejado de la ecuación de balance:

$$Rv + Eh + Ri - B - Sh - ETR = \pm \Delta V(S)$$

De esta manera, despejando la recarga vertical:

$$Rv = B + ETR + Sh - \Delta V(S) - Eh - Ri$$

Flujo subterráneo horizontal

No es identificable con suficiente seguridad el esquema piezométrico en los bordes del acuífero, se infiere que las rocas que ahí afloran cuentan con cierta

capacidad de infiltración, permeabilidad y recarga, por tanto se podría esperar que esas zonas actúen como entradas de flujo subterráneo.

El cálculo de entradas por flujo horizontal se realizó con base en la Ley de Darcy, partiendo de la configuración de elevación del nivel estático para 2007, figura 5, y de los valores de transmisividad obtenidos de la interpretación de las pruebas de bombeo, de acuerdo a la siguiente expresión: $Q = BiT$

Para cada canal de flujo, B es el ancho, i su gradiente hidráulico horizontal definido como $i = (h_2 - h_1) / L$ donde $(h_2 - h_1)$ es la pérdida de carga y L la distancia mínima entre equipotenciales, T es el coeficiente de transmisividad que le corresponde.

De acuerdo a ocho canales de flujo, se obtuvo un total de 6.8 hm³/año que ingresan al acuífero de forma horizontal.

Recarga inducida.

Aun en sistemas de riego muy eficientes, un cierto volumen de agua aplicada usado como uso consuntivo, se infiltra y eventualmente alcanza la superficie del Esta contribución al acuífero se le conoce como retorno de riego.

Para este caso, se aplican a la agricultura de riego aproximadamente 6.6 hm³/año y considerando que el 10% de este volumen retorna al acuífero en forma de recarga inducida, los que representa 0.66 hm³/año de recarga por retornos de riego.

El volumen destinado para el uso público-urbano es de 3.6 hm³/año, considerando que un 30% del volumen total utilizado retorna al acuífero por fugas en las redes de abastecimiento, la recarga resulta de 1.08 hm³/año. Por lo tanto el total de la Recarga inducida es de 1.7 hm³/año.

Salidas

La descarga del acuífero ocurre por bombeo, salidas subterráneas y evapotranspiración.

Evapotranspiración

Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto es considerada una forma de pérdida de humedad del sistema. Existen dos formas de Evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que toma en cuenta la

etapa de desarrollo de las plantas (Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real), el escurrimiento y el volumen de evapotranspiración real (ETR). Este parámetro es utilizado para la recarga potencial de infiltración.

La evapotranspiración tiene dos componentes: la evaporación directa del agua subterránea y la transpiración de las plantas. La primera tiene lugar, donde aflora la superficie freática, así como en las áreas adyacentes a ésta, donde la misma superficie está poco profunda. En el subsuelo, el agua puede ascender, a partir del nivel freático, hasta una altura ("la altura capilar") cuyo valor depende del tamaño de los poros o fisuras; en los materiales granulares esa altura es inversamente proporcional al tamaño de los granos, variando entre unos cuantos decímetros en las gravas, y cerca de tres metros en los materiales limo-arcillosos. Este mecanismo de descarga se presenta en la zona donde los niveles freáticos están a profundidades no mayores a 10 metros.

En zonas donde el nivel estático se encuentra a una profundidad menor a 10 m, se calcula el valor de ETR exclusivamente para estas zonas de niveles someros y se pondera el valor del volumen obtenido, partiendo de una relación lineal inversa entre la profundidad al nivel estático (PNE) y el % de ETR. Suponiendo una profundidad límite de extinción de 10 m para el fenómeno de ETR, a menor profundidad mayor será el % de ETR, de tal manera que a 10 m el valor de ETR es nulo y a 0 m el valor es del 100 %, a 5 m el 50%, a 2 m el 80% etc.

Se aplicó la ecuación de Turc para calcular la lámina de Evapotranspiración real, los valores medios anuales de temperatura y precipitación son 27.7° C y 894.4 mm, ETR resulta 856.9 mm/año.

Con base en la posición de nivel freático para diciembre de 2007 se hace el producto del área obtenida entre isolíneas, el promedio del NF de estas y el % de la lámina de ETR que le corresponda; el proceso se repite de igual forma obteniendo ETR total.

El resultado de este proceso, es decir, el valor de la evapotranspiración real calculado es de 1.7 hm³ anuales.

Bombeo

El bombeo global de las captaciones de agua subterránea es 12.5 hm³/año, corresponde a la principal descarga del acuífero.

Salidas subterráneas por flujo horizontal

Las salidas subterráneas se obtuvieron como en forma similar como se evaluaron las entradas, a partir de la red de flujo y el valor estimado es 3.0 hm³ anuales.

Cambio de almacenamiento

El cambio de almacenamiento se estimó con base en la evolución de nivel estático relativa al periodo octubre de 2005 a diciembre de 2007.

Se considera 0.06 de coeficiente de almacenamiento regional para acuíferos volcánicos semiconfinados.

El cambio de almacenamiento para el ciclo 2005 – 2007 es +5.3 hm³, el signo positivo significa ganancia en el almacenamiento subterráneo.

Disponibilidad

La disponibilidad media anual de agua subterránea se obtiene de aplicar el procedimiento y la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, fracción relativa a las aguas subterráneas; se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

DAS Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica

Rt Recarga total promedio al año

DNCOM Descarga natural comprometida

VCAS Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

Recarga total

La recarga total anual promedio, Rt, es la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida.

$$Rt = 22.5 \text{ hm}^3/\text{anuales}$$

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, en términos generales, es la suma de los volúmenes de agua concesionados de manantiales y caudal base de ríos que

están comprometidos como agua superficial pero que son alimentados por aguas subterráneas, y las descargas que se deben conservar para no afectar acuíferos adyacentes, mantener gastos ecológicos y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia fuentes próximas que están siendo aprovechadas. Para el caso del acuífero Arenal, se considera el 40% de las salidas horizontales y el 40% de la evapotranspiración.

$$\text{DNCOM} = 3.0 (40\%) + 1.7 (40\%) = 1.2 + 0.7 = 1.9 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Volumen concesionado de aguas subterráneas

En el acuífero Arenal, Jalisco, el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 31 de marzo de 2009 es de 19'782,246 metros cúbicos por año ($\text{m}^3/\text{año}$).

Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas está representada por el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro los ecosistemas.

De acuerdo con la metodología indicada para determinar la DAS hay que deducir del volumen promedio de recarga total anual el de la descarga natural comprometida y el concesionado e inscrito en el REPGA.

$$\text{DAS} = \text{Rt} - \text{DNCOM} - \text{VCAS}$$

$$\text{DAS} = 22.5 - 1.9 - 19.782246$$

$$\text{DAS} = 0.817754 \text{ hm}^3/\text{año}.$$

La cifra indica que existe un volumen disponible de 817,754 m^3 por año para otorgar nuevas concesiones en el acuífero denominado Arenal, en el estado de Jalisco, sin embargo en este momento no es posible el otorgamiento de concesiones debido a la veda que prevalece por las causas mencionadas con anterioridad.

Cabe hacer la aclaración de que el cálculo de la recarga media anual que recibe el acuífero, y por lo tanto de su disponibilidad, se refiere a la porción del

acuífero en la que actualmente existe información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que su valor sea mayor; sin embargo, no es posible en este momento incluir en el balance los volúmenes de agua que circulan a mayores profundidades que las que actualmente se encuentran en explotación. Conforme se genere mayor y mejor información, se podrá hacer una evaluación posterior.

3.3 Características bióticas

3.3.1 Flora

El registro de los tipos de vegetación presentes en el área ha ido cambiando conforme el avance de la presión antropogénica hacia el volcán, de acuerdo a Contreras et al. (1999), existen tres tipos de vegetación en el volcán de tequila, de selva baja caducifolia, (bosque tropical caducifolio de Rzedowski), bosque latifoliado esclerófilo (bosque de querqus de Rzedowski), y bosque de galería.

Por otro lado de acuerdo a Rodríguez y Cházaro (1987), se pueden encontrar seis tipos de vegetación; Bosque tropical caducifolio (1140 a 1350 m.s.n.m), Bosque de Juníperos (Forma manchones según el tipo de suelo), Bosque de Encino (inicia a los 1360 m.s.n.m), Bosque de Pino-Encino (1700 a los 2900 m.s.n.m), Bosque Mesófilo de montaña (Forma manchones), y Bosque de Cupressus (en manchones en las regiones más elevadas).

Además es importante destacar también en estos registros, la gran diversidad florística que se encuentra en el volcán de tequila, como lo menciona Rodríguez (1997), quien reporta para el área 247 especies de plantas con flores, pertenecientes a 45 familias, sin embargo se puede estimar que este volcán podría albergar más de 800 especies dadas sus características fisiográficas.

Bosque Tropical Caducifolio (BTC)

Este tipo de vegetación se desarrolla en suelos someros y pedregosos. Una característica distintiva de este tipo de vegetación es que los arbustos y árboles pierden sus hojas durante el periodo de sequía.

Se incluye bajo esta denominación un conjunto de bosques propios de regiones de clima cálido y dominado por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, pero que por lo general oscila alrededor de seis meses. En México este tipo de vegetación se desarrolla entre 0 y 2,000m de altitud.

Bosque de Juniperus

Se encuentra en ecotono entre el Encinar y el BTC y se desarrolla sobre suelos someros, la especie representativa es Juniperus f/accida var. poblana "cedro" o "enebro"

Bosque de Encino (encinar):

Inicia entre las cotas 1360 a 1550 msnm y se extiende hacia la cima donde forma junto con Pinus spp otro tipo de vegetación (Bosque de Pinus-Quercus).

Bosque de Pinus- Quercus:

Está definido como tal aproximadamente a los 1700 msnm y se continúa hacia la cima.

Bosque mesófilo de montaña:

Se encuentra restringido sólo a las cañadas donde el índice de humedad es más alto respecto a otras zonas del volcán.

Bosque de Cupressus:

Se encuentra sólo en el macizo rocoso conocido como "tetilla", tipificado por Cupressus benthami var. lindleyi ("ciprés") (Rodríguez y Cházaro, 1987; Cházaro, 1995).

Vegetación potencial del sitio y especies de importancia (NOM-059-SEMARNAT-2010).

El Volcán de Tequila presenta una gran diversidad de especies vegetales, dentro de sus estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos, que a pesar de la presión antropogénica que se ha sostenido a través de los años y de las inclemencias ambientales, como lo son los incendios, han logrado establecerse y lograr reclutar comunidades ecológicas de gran relevancia, en donde se resguarda especies de importancia y endémicas de México. *(Se anexan listados de flora)*

Por otra parte existe una tesis de maestría sobre los musgos del Volcán de Tequila que es digna de reseñar ya que a pesar de que los musgos son plantas pequeñas que carecen de tejido vascular o leñoso y requieren de un ambiente temporalmente saturado de agua para completar su ciclo de vida (Delgadillo,

2003a), en México se reconocen 980 especies de musgos y cerca de 500 de hepáticas (Delgadillo 1998, 2000, 2003a, b).

Estos organismos forman microambientes con mucha humedad, ya que retienen el agua como esponjas y la liberan lentamente, por lo que muchos microorganismos y pequeños artrópodos dependen de ellas; son de gran importancia en el ciclo del agua, ya que almacenan el agua y también previenen la erosión.

Los musgos son un grupo importante dentro de la flora presente en el volcán de tequila, se pueden encontrar 94 especies de las cuales 4 son endémicas, distribuidas en los cinco tipos de vegetación presentes. La siguiente tabla indica el número de especies que pueden ser encontradas y el tipo de vegetación en el que se encuentran.

Tipo de vegetación	Altitudes	Endemismos	Número de especies encontradas
SBC	330 – 3700	2	27
BPE	150 – 3900		30
BP	200 - 3400	1	21
BMM	100 - 4100	1	37
BQ	200 - 4100		45



Biodiversidad de la flora del Volcán de Tequila

Para calcular la biodiversidad del área muestreada se utiliza el índice de Shannon, el cual se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y no tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice (entre mayor sea el número, mayor será la diversidad. Valores mayores a 3 son interpretados como "diversos"). Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.

La fórmula es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde "ln" es el logaritmo natural (aunque se puede utilizar cualquier otra base; por ejemplo, base 10 o base e), "S" es el número de especies (la riqueza de especies), p_i es la proporción de individuos de la especie "i" respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i); n_i es el número de individuos de la especie "i" y "N" es el número de todos los individuos de todas las especies.

Este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección ya que asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Desafortunadamente, H' es una subestimación de la diversidad en la población muestreada. Sin embargo, este sesgo disminuye con el aumento del tamaño de la muestra. La magnitud de H' se ve afectada no sólo por la distribución de los datos, sino también por el número de categorías (o especies), porque, teóricamente, la diversidad máxima posible para un conjunto de datos que consta de k categorías es:

$$H'_{max} = \log k$$

Por lo tanto, es preferible calcular:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

En lugar de (o además de) H' , expresando así la diversidad observada como una proporción de la diversidad máxima posible. La cantidad J' se denomina equidad y también puede ser denominada como homogeneidad o diversidad relativa. El valor de este índice va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

El valor $1 - J'$ puede interpretarse como una medida de heterogeneidad; incluso puede considerarse una medición de dominancia, ya que ésta refleja el grado en que se concentran las frecuencias en un pequeño número de categorías. El número de categorías en una muestra (k) es típicamente una subestimación del número de categorías de la población de la cual provino la muestra, debido a que algunas categorías (especialmente las más raras) es probable que no sean observadas al realizar el muestreo. Por lo tanto, la equidad de la muestra, J' , es típicamente una sobreestimación de la equidad de la población. (Esto es, J' es un estadístico sesgado).

Si un conjunto de datos no puede ser considerado como una muestra aleatoria, entonces el índice de Shannon no puede ser utilizado como una medida apropiada de la diversidad. Ejemplos de tales situaciones pueden ser cuando tenemos, datos que componen una población entera, o datos que son de una muestra obtenida de una forma no aleatoria a de una población.

Índice de Simpson

También conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia. El índice de Simpson es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

La fórmula es:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde S es el número de especies, N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas), y n es el número de ejemplares por especie.

Este índice es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, ya que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Los valores de este índice son de 0 a 1, inclusive.

El índice de Simpson tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más "diversa". Entre mayor es el valor de D , menos diverso será la comunidad.

El análisis de biodiversidad de especies arbóreas se realizó en 2 regiones; en Bosque de Encino-Pino y en Bosque Mesófilo de Montaña:

1. Se dividió el área de interés dentro del Bosque de Encino-Pino en rectángulos de 450 metros cuadrados y se seleccionaron al azar 10 de estos rectángulos con el fin de registrar las especies y cantidad de individuos de dichas especies. Las especies y número de individuos están dados en la siguiente tabla:
- 2.

Especie	Frecuencia
Quercus rugosa	110
Quercus laurina	150
Pinus oocarpa	150
Arbutus xalapensis	10

Tabla 1: Especies e individuos por especie en Bosque de Encino-Pino.

Con base en el número de individuos, $H' = 0.510438402$, $H'_{\max} = 0.602059991$, $J' = 0.847819834$, $1 - J' = 0.152180166$, y $D = 0.322650301$.

A partir de los índices calculados, podemos decir que el área muestreada es una zona con una diversidad no tan alta ya que D es un valor menor que 1 y H' es algo cercano a H'_{\max} . Esta zona también presenta una equidad considerable.

Debido a que toda el área de interés es muy similar a las áreas muestreadas, se pueden utilizar estos índices como aproximación de la diversidad, equidad y abundancia de toda la zona de interés correspondiente al Bosque de Encino-Pino.

Nota: Se utilizó el logaritmo base 10 para los cálculos.

2. También se dividió el área de interés dentro del Bosque Mesófilo de Montaña, pero en rectángulos de 500 metros cuadrados y se seleccionaron al azar 10 de estos rectángulos con el fin de registrar las especies y cantidad de individuos de dichas especies en. Las especies y número de individuos están dados en la siguiente tabla:

Especie	Frecuencia
Arbutus xalapensis	10
Quercus rugosa	20
Quercus laurina	150
Alnus jorullensis	130
Juniperus flaccida	10

Tabla 2: Especies e individuos por especie en Bosque Mesófilo de Montaña.

Con base en el número de individuos, $H' = 0.482503339$, $H'_{\max} = 0.698970004$, $J' = 0.690306216$, $1 - J' = 0.309693784$, y $D = 0.388714734$.

A partir de los índices calculados, podemos decir que el área muestreada es una zona no muy diversa ya que D es un valor menor que 1 y H' es un valor no próximo a H'_{max} . Esta zona no presenta una alta equidad.

Debido a que toda el área de interés es muy similar a las áreas muestreadas, se pueden utilizar estos índices como aproximación de la diversidad, equidad y abundancia de toda la zona de interés correspondiente al Bosque Mesófilo de Montaña.

Nota: Se utilizó el logaritmo base 10 para los cálculos.

3.3.2 Fauna

El Estado de Jalisco guarda una amplia gama de especies de fauna, gracias a su localización geográfica, que permite el contar con diversos ecosistemas que resguardan esta fauna. El Volcán de Tequila se a su vez cuenta con una gran paleta de ecosistemas representados en diferencias altitudinales que van marcando el escenario para el resguardo de múltiples especies.

Existen muy pocos estudios de fauna para el volcán de tequila, sin embargo los estudios realizados han demostrado la importancia del volcán para las especies de anfibios y reptiles principalmente. A pesar de ello se presume que existe una amplia variedad de especies de aves y mamíferos que además se encuentran en las listas de especies de interés y protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Especies Potenciales

La determinación de las especies potenciales en el Volcán de Tequila fue determinada a partir de una búsqueda exhaustiva de estudios realizados en la zona y zonas aledañas al sitio, esta información fue revisada por expertos, lo que arrojó un listado de las especies potenciales en el volcán de tequila. Por otro lado se tomó registro de las especies descritas mediante entrevistas realizadas a los pobladores, cuyas respuestas inciden en la gran importancia del sitio para las especies de mamíferos y aves de interés especial.

La riqueza de fauna registrada se puede observar en el siguiente cuadro.

Grupo	Familias	Especies
Anfibios	4	9
Reptiles	12	33
Aves	38	132
Mamíferos	13	26

Se tiene una riqueza potencial de 200 especies, de los cuales 9 son anfibios agrupados en 4 familias, 33 reptiles agrupados en 12 familias, 132 aves agrupadas en 38 familias y 26 mamíferos en 13 familias; teniendo un total de 67 familias del conjunto faunístico. *(Se anexan listados de fauna al final)*

La riqueza de las especies de fauna en el Estado de Jalisco contribuye en gran medida al establecimiento de áreas naturales protegidas (Scott et al., 1993; Palomera–García et al., 1994; Ceballos et al., 1998; Escalante et al., 2002), ya que si aceptamos que la distribución de un organismo no obedece al azar sino a la conjunción de factores ambientales, ecológicos e históricos, muchos de los procesos que han operado y operan actualmente no sólo afectan a un grupo de organismos, sino que probablemente afecten a muchos otros que pueden exhibir patrones semejantes (O'Hara y Poore, 2000; Escalante et al., 2002).

4. Paisaje (singularidad del paisaje)

La región valles, ha recibido una designación de paisaje cultural por la UNESCO en el año de 2006, declarando Patrimonio de la Humanidad "El paisaje agavero y antiguas instalaciones industriales de Tequila".

El lugar de una extensión de 38.658 hectáreas entre el volcán Tequila y el profundo valle del río Grande de Santiago, forma parte de un extenso paisaje de agaves azules, moldeado por el uso de la planta desde el siglo XVI. El paisaje contiene también instalaciones industriales que reflejan el crecimiento del consumo de tequila en los siglos XIX al XX. Actualmente, la cultura del agave está vista como parte de la identidad nacional mexicana.

El lugar incluye también el paisaje vivo y trabajado por la cultura del agave y los lugares urbanos de Tequila, Arenal y Amatitán con grandes fábricas donde la "piña" del agave es fermentada y destilada. El sitio es también un testigo de las culturas Teuchitlán que transformaron el área de Tequila de los años 200 a 900 después de Cristo, a través de la creación de terrazas para la agricultura, la vivienda, los templos, los montes ceremoniales y los campos para jugar a la pelota.

Dicho patrimonio se divide en 2 zonas núcleo, con diferente distinción:

- Zona núcleo 01: Valle de Tequila y Amatitán
- Zona núcleo 02: Zona arqueológica Los Guachimontones de Teuchitlán



De todos los elementos sensoriales que contribuyen con la definición de un paisaje dado, sin duda alguna es la percepción visual la que juega un rol importante, al punto que los elementos esenciales de cualquier paisaje son de naturaleza visual: forma, color, textura, tono, entre otros. Por tanto, para la valoración del mismo se establece una valoración de tipo visual.

En esta sección se desarrolla una evaluación de la calidad visual del paisaje asociado al proyecto.

Para ello, se sigue el siguiente procedimiento:

- Análisis de visibilidad, en el cual se determina la cuenca visual significativa a partir de los puntos de mayor accesibilidad visual, aplicando los criterios de distancia y de áreas de concentración visual.
- Se evalúan los elementos que intervienen en la formación del paisaje, es decir, aquellos que definen su calidad visual intrínseca.
- Se evalúa la fragilidad visual, parámetro que permite conocer la vulnerabilidad del paisaje a intervenciones específicas como es el caso del Proyecto.

4.1 Análisis de Accesibilidad Visual

Este análisis se desarrolla en base al método de aproximación de cuencas visuales que consiste en la selección de diversos puntos de observación en el escenario paisajístico, desde los cuales se lanzan rayos de visibilidad (proyecciones visuales que barren la zona de estudio); estos rayos se dividen en segmentos visibles y no visibles, en función a la interferencia que pueda haber a causa de elementos topográficos (relieve, construcciones) que impidan la visibilidad de un sector. En consecuencia estos rayos permiten definir zonas accesibles y no accesibles visualmente desde cualquier punto de observación.

Para la elección de los puntos de observación se consideraron dos criterios, el primero es la distancia, pues a medida que aumenta ésta, la calidad de la percepción visual disminuye. En consecuencia, se elaboró una zonificación del área de influencia del proyecto según el método Steinitz 10, el cual determina, en función de mayor o menor distancia, la influencia visual del proyecto. El segundo criterio es la existencia de áreas de concentración visual, determinada principalmente por los centros poblados, áreas de expansión urbana y áreas de concentración vehicular.

Basados en estos criterios se establecieron cuatro cuencas visuales y se concluye que:

La mayoría de cuencas visuales no muestran accesibilidad visual hacia el Proyecto, por las características topográficas del terreno en el cual está emplazado.

4.2 Análisis de la Calidad Visual Intrínseca

A continuación se caracterizan los componentes del paisaje actual asociado al proyecto en base a sus atributos considerados relevantes para el estudio. De esta caracterización se desprenderá luego una valoración integral del paisaje considerado.


4.2.1 Evaluación de los componentes del paisaje

Se determinó la composición, el contraste y las propiedades visuales de cada componente del paisaje actual, obteniéndose los resultados que se presentan en las siguientes tablas 1 y 2.

Tabla 1. Evaluación de componentes del paisaje		
Componentes	Características visuales más destacadas	Comentarios
 <p>FORMA DEL TERRENO</p>	<p>Terreno de características irregulares y topografía pronunciada</p>	<p>Geometría irregular en la conformación del escenario</p>

 <p>SUELO Y ROCA</p>	<p>Suelos de poco contraste, de textura arcillosa</p>	<p>La presencia de vegetación y recursos forestales da cierto contraste al suelo</p>
 <p>FAUNA</p>	<p>Existe una riqueza faunística, predominando el grupo de las aves</p>	<p>Esta riqueza se debe a la conjunción de factores ambientales</p>
 <p>CLIMA</p>	<p>Semiseco en invierno; seco y semicálido en primavera</p>	<p>Goza de una temperatura media, con lluvias constantes en verano y otoño</p>
 <p>AGUA</p>	<p>La zona tiende a ser dendrítica radial de las partes altas hacia el valle</p>	<p>Favorece la imagen de la zona</p>

 <p>VEGETACIÓN</p>	<p>Presentación de áreas con vegetación muy variada</p>	<p>La presencia de vegetación variada genera contraste en el escenario.</p>
 <p>ACTUACIONES HUMANAS</p>	<p>Se tienen pocos vestigios de actuación humana</p>	<p>La carencia de éstas, favorece la calidad del paisaje</p>

<p>Tabla 2. Componentes visuales básicos del paisaje</p>	
<p>Componentes</p>	<p>Características visuales más destacadas</p>
 <p>FORMA</p>	<p>Percepción tridimensional del escenario, formas complejas, se destaca el plano vertical como predominantes en la forma del escenario</p>

 <p>EJES-LÍNEA</p>	<p>El escenario se conforma por el predominio de ejes verticales.</p>
 <p>TEXTURA</p>	<p>Textura irregular en la mayor parte del área de estudio, su presencia determina la composición del escenario</p>
 <p>ESCALA - ESPACIO</p>	<p>Percepción del espacio panorámico, libre e ilimitado, no permite un fácil manejo de la escala por parte del observador</p>
 <p>FONDO ESCENICO</p>	<p>Determinado por el horizonte que absorbe la presencia de la superficie</p>

En base a lo presentado en las anteriores tablas, se pueden evaluar los siguientes parámetros:

Contraste visual: La vegetación existente permite establecer un contraste en el escenario total del área, asimismo, la presencia de agua permite que este contraste se acentúe. El contraste del fondo escénico resalta las características visuales del paisaje.

Dominancia visual: El dominio visual del escenario está determinado por la espacialidad y la escala, con respecto al observador, destacando el dominio visual del fondo escénico debido, principalmente, a las configuraciones topográficas.

Variación visual: La característica visual más destacada es la que ofrece el terreno, como su forma irregular (topografía), el contraste del escenario (presencia de vegetación) y la presencia del río.

4.2.2 Potencial estético del paisaje

Para la estimación del potencial estético del paisaje se ha utilizado la metodología incluida en el manual Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados (Seoánez, 1998). En este sentido se desarrolla una evaluación de cada elemento constitutivo del paisaje asociado a la zona considerando su relevancia en la formación de este paisaje.

El procedimiento a seguir es el siguiente: se asigna primero un valor ponderal (peso) a cada elemento según la importancia de su actuación en un paisaje estándar, para luego otorgarle un valor real considerando su intervención en este paisaje en particular; luego, se multiplican ambos valores y el producto obtenido se adiciona a otros similares, dentro de cada una de estas dos categorías de elementos: elementos de composición biofísica y elementos de composición arquitectónica.

Finalmente se promedian las sumatorias de cada categoría y el resultado se compara con una escala de ponderación predefinida. La Tabla 3, muestra el cálculo del potencial estético del paisaje asociado a la zona, la Tabla 4 la escala de pesos aplicada y la Tabla 5 la escala de ponderación.

Tabla 3. Cálculo del potencial estético del paisaje

Elemento	Peso	Valor	Potencial
Elementos de composición biofísica			
Forma del Terreno (relieve)	5	5	25
Suelo y Roca	3	4	12
Agua	5	4	20
Vegetación	4	4	16
Fauna	4	5	20
Clima	3	4	12
Actuación antrópica	3	2	6
			111
Elementos de composición arquitectónica			
Forma	5	5	25
Escala y Espacio	5	5	25
Ejes-Línea	4	4	16
Textura	3	4	12
Color	4	4	16
Fondo escénico	5	5	25
			119
Promedio			115

Tabla 4. Pesos aplicados en la tabla 3.

Peso	Descripción
0	Sin importancia
1	Muy poco importante
2	Poco importante
3	De cierta importancia
4	Importante
5	Muy importante

Tabla 5. Escala de ponderación para valorar el potencial estético del paisaje

Ponderación
< 40 = Muy bajo
40-70 = Bajo
70-100 = Medio
100-150 = Alto
>150 = Muy alto

El valor obtenido está asociado a un potencial estético de paisaje alto, destacando que existe una importancia de los elementos de composición tanto biofísica como arquitectónica del paisaje, los cuales condicionan su potencial estético (forma del terreno, escala y presencia de cursos de agua).

4.2.3. Análisis de la calidad visual del paisaje

Para el estudio de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia. La Tabla 6 presenta los criterios y puntuaciones que fueron aplicados a cada componente del paisaje, la Tabla 7 indica la escala de referencia utilizada, y la Tabla 8 muestra los resultados de la aplicación de este método al paisaje asociado a la zona.

Tabla 6. Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje, BLM (1980)

Componente	Criterios de valoración y puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes. 5	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales. 3	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular. 1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante. 5	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje. 2	Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación. 3
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y	Agua en movimiento o reposo pero no	Ausente o inapreciable.

	cascadas) o láminas de agua en reposo. 3	dominante en el paisaje. 2	2
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables. 4	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. 2
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. 5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto. 2	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. 3
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional. 5	Característico, o aunque similar a otros en la región. 2	Bastante común en la región. 2
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. 2	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. 0	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. 0

Tabla 7. Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.

Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-33).
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resulten comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje de 12-18).

Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. (puntaje de 0-11).
----------------	--

Tabla 8. Resultados de la aplicación del Método BLM (1980) al paisaje actual.

Elementos	Puntuación
Morfología	3
Vegetación	3
Agua	2
Color	3
Fondo escénico	3
Rareza	2
Actuación humana	0
Total	16

Al aplicar dicha evaluación se obtuvo que la calidad visual del paisaje, sin el proyecto se encuentra calificada en la **Clase B**, calificándolo como área de calidad media, cuyos rasgos poseen cierta variedad, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

4.2.4 Análisis de fragilidad y capacidad de absorción del paisaje

Para determinar la fragilidad¹ o la capacidad de absorción visual del paisaje² (ambas variables pueden considerarse inversas), se ha desarrollado una técnica

¹ Susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él.

² Capacidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual.

basada en la metodología de Yeomans (1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades. Luego se ingresan los puntajes a la siguiente fórmula, la cual determinará la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

- P = pendiente
- E = erosionabilidad
- R = potencial
- D = diversidad de la vegetación
- C = contraste de color
- V = actuación humana

El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia. La Tabla 9 presenta los factores considerados, las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición. La Tabla 10 presenta la escala de referencia.

Tabla 9. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV (Yeomans, 1986).

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Moderado	2

	Poca restricción por riesgos bajos de erosión y inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 10. Escala de referencia para la estimación del CAV

Escala
Bajo = < 15
Moderado = 15-30
Alto = > 30

Estimación del CAV para el paisaje asociado al Proyecto:

$$CAV_{(P)} = 2x (2+3+2+1+3)$$

$$CAV_{(P)} = 22$$

El valor obtenido corresponde a una capacidad de **absorción visual moderada**, esta calificación manifiesta que el escenario en estudio presenta susceptibilidad ante algunas modificaciones determinadas. En cuanto a fragilidad, el paisaje en estudio es susceptible a modificaciones pudiendo estas afectar su calidad visual.

5. Medio construido

El proyecto se encuentra totalmente dentro del polígono del paisaje agavero.

Demografía

El municipio de Tequila, en el 2000, contaba con 35,502 habitantes, los cuales se componen por 17,551 hombres que representan el 49 % del total y de 17,951 que corresponden al género femenino que a su vez representan el restante 51 %. La densidad promedio es de 26 habitantes por kilómetro cuadrado. En el año 2010 contaba con 40 mil 697 personas; 49.5 por ciento hombres y 50.5 por ciento mujeres, los habitantes del municipio representaban el 11.78 por ciento del total regional. La población municipal aumentó un 14.6 por ciento en diez años. La tasa de crecimiento anual es de 1.61%, superior a la Regional.

En el año 2000 el municipio de estaba conformado por un total de 207 localidades, siendo las principales: Cabecera Municipal, El Salvador, Santa Teresa, San Martín de las Cañas éstas localidades concentran el 77.28% del total de la población. Otro segmento de la población se concentra en 19 localidades mayores de 100 habitantes que representa el 14.12%. El Restante 8.86 se dispersa en 165 localidades y ranchos. Tiene un grado de intensidad migratoria Medio y de marginación bajo; en cuanto a sus localidades en 13 de ellas habitan más de 0.28% habitantes que viven en condiciones de alta y muy alta marginación. Para el 2010 contaba con 157 localidades, de las cuales, 32 eran de dos viviendas y 34 de una. La cabecera municipal de Tequila es la localidad más poblada con 29 mil 203 personas, y representaba el 71.8 por ciento de la población, le sigue El Salvador con el 6.1, Santa Teresa con el 3.3, San Martín de las Cañas con el 2 y El Medineño con el 1.5 por ciento del total municipal.

Economía

Hacia el año 2000 la población económicamente activa del municipio de Tequila era de 11323 habitantes que representan el 32% de la población total de esta 11215 habitantes estaban empleados. De las personas ocupadas el 24 % labora en el sector primario, 32 % lo hace en el sector secundario, y 44% lo hace dentro del sector terciario.

El municipio cuenta con 1,818 unidades económicas a marzo de 2011 y su distribución por sectores revela un predominio de unidades económicas dedicadas al comercio y a los servicios siendo estas el 46.2% y el 41.7% del total de las empresas en el municipio.

Los tres subsectores más importantes en la generación de valor agregado censal bruto para el 2009 fueron las *Industrias de las bebidas y del tabaco*; el *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas y tabaco*; y los *Servicios de preparación de alimentos y bebidas*, que generaron en conjunto el 91.9% del total del valor agregado censal bruto registrado en 2009 en el municipio.

Educación

El municipio cuenta con un grado de marginación bajo, y que la mayoría de sus carencias están por abajo del promedio regional; destaca que la población de 15 años o más sin primaria completa asciende al 21.6 por ciento, y que el 40.2 por ciento de la población no gana ni dos salarios mínimos.

Medio construido

Dentro del polígono se distinguen dos tipos de propiedades, la pequeña propiedad y la ejidal, con un porcentaje aproximado de 35 y 65 %, respectivamente. Los usos actuales son forestal, agrícola, ganadero, infraestructura y turismo.

Es de resaltarse que en la parte alta del Volcán de Tequila se encuentran dos sitios de telecomunicaciones en donde existen diversas antenas propiedad del gobierno federal y estatal, así como de empresas privadas de comunicación. Esta condición evidentemente implica la necesidad de traslados eventuales del personal de mantenimiento de cada antena.

Por otro lado, solo existe una vía de acceso en vehículo y se trata precisamente la que lleva a las antenas y parte de la cabecera municipal de Tequila en la cara norte del volcán. De alguna manera, al existir solo una vía de acceso a la parte alta, permite suponer una menor presión al ecosistema en las zonas restantes que teóricamente conservan condiciones de mayor equilibrio y funcionalidad ecosistémica.

Lenguas

La presencia de etnias en la región según el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información) en el 2000 de 65 (0.52%) nahuas y zapotecos en Amatitán, de 100 (0.28%) chinantecos y huicholes en Tequila, y 36 (0.25%) tepehuanos en Arenal.

Lenguas indígenas existentes en la actualidad:

- Náhuatl y zapoteco - Amatitán.
- Huichol y chinanteco - Tequila.
- Tepehuán - Arenal.

MUNICIPIO	NO. DE PERSONAS (1995)	%	NO. DE PERSONAS (2000)	%	ÉTNIAS
AMATITÁN	5	0.04	65	0.52	ZAPOTECOS Y NAHUAS
ARENAL	18	0.05	100	0.28	HUICHOL Y CHINANTECAS
TEQUILA	9	0.06	30	0.25	TEPEHUANOS

Tabla sobre población indígena en Amatitán, Arenal y Tequila. INEGI. Censo de Población 1995 y Censo Gral. 2000.

El sitio de estudio es de gran importancia cultural, ya que presenta una gran cantidad de sitios arqueológicos que rodean al volcán de tequila, lo que indica una alta presencia de culturas habitando el sitio y sus zonas aledañas, ya que el volcán de tequila era considerado como una Montaña Sagrada para ellos.

De acuerdo al Dr. Weigand, ha estudiado cerca de 19 sitios arqueológicos en la región los cuales son:

1. Xochitepec
2. Los Ceborucos
3. Mesa Alta
4. Huitzilapa
5. Rancho Nuevo
6. Amatitán- El Arenal
7. Santa Quiteria- Mesa Alta
8. Santa Teresa
9. Santa Rosa
10. Patio de los Bailadores
11. Arroyo de los Lobos
12. Caldera de los Lobos
13. Arroyo de las Chivas
14. Saucillo
15. Guachimontones

- 16. Loma Alta
- 17. Loma Baja
- 18. Las Pilas I
- 19. Las Pilas II

Proyectos a futuro

En el sitio de interés, se encuentran autorizados por parte de las autoridades, el desarrollo de dos fraccionamientos, los cuales tienen una dimensión importante y se encuentran totalmente dentro del área planteada a protección. La siguiente imagen muestra el polígono del este proyecto en relación al polígono de propuesta a protección.



6 Diagnóstico y prospección.

6.1 Medio construido

El Volcán de Tequila se eleva 1,500 metros desde su base y 3,000 metros sobre el nivel del mar, es uno de los 600 volcanes de Jalisco y forma parte del sistema volcánico transversal del país.

Situado en las proximidades de la localidad de Tequila, es un sitio importante para la riqueza cultural de la región y un elemento fundamental del paisaje agavero que ha sido reconocido por la UNESCO como Patrimonio Cultural de la Humanidad.

En su cumbre se puede apreciar una singular elevación en forma de domo, fabricada por lava, este volcán fue considerado como "montaña sagrada" por las culturas prehispánicas predominantes sobresaliendo la cultura "tradición Teuchitlán", debido a que de esta montaña se extraía la piedra sagrada (obsidiana).

La riqueza cultural que se ha desarrollado en torno a esta formación geológica nace de la importante biodiversidad que en la zona se alberga, en las inmediaciones del volcán se pueden localizar microclimas que han desarrollado diversos tipos de vegetación representativas del occidente de México con especies endémicas de flora y con un gran potencial para sustento de fauna.

El volcán de Tequila forma parte del corredor natural de la Barranca del Río Santiago y es un sitio que conecta vegetaciones de clima templado y subtropical, pudiéndose encontrar macizos de encino y zonas de selva baja.

El polígono propuesto para su conservación abarca los municipios de Tequila, Magdalena, Ahualulco del Mercado, y El Arenal, todos ellos municipios de la **Zona Valles (Región 11)** según la regionalización oficial del estado de Jalisco.

Municipio	Superficie total	Superficie dentro del polígono
Ahualulco del Mercado	238.23Km ²	61.59 Km ²
El Arenal	106.33 Km ²	11.40 Km ²
Magdalena	439.89 Km ²	79.44 Km ²

Tequila	2142.12 Km2	21.94 Km2
---------	-------------	-----------

Municipios colindantes con el polígono son:

Municipio	Superficie total
Amatitán	278.55 Km2
San Juanito de Escobedo	226.46 Km2
Teuchitlán	135.84 Km2



La Región Valles se localiza en la parte centro-oeste de Jalisco limita al norte con la región Norte (1), al este con la región Centro (12), al sur con la región sierra de Amula (7), al sur oeste con la región Sierra Occidental (10) y al oeste con Nayarit (Mapa página 5).

Tiene una superficie total de 5,891.00 km², equivalente al 7.35% de la superficie del Estado.³

Castillo y Corona (2004), refieren que la región Valles se encuentra en los límites de las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico correspondiendo los sistemas de topoformas predominantes a sierras, lomeríos y mesetas.

Esta región está integrada por los siguientes municipios:

Municipio	clave
Ahualulco del Mercado	14003
Amatitán	14005
Ameca	14006
San Juanito de Escobedo	14007
El Arenal	14009
Cocula	14024
Etzatlán	14036
Hostotipaquillo	14040
Magdalena	14055
San Marcos	14075
San Martín Hidalgo	14077

³CEA Jalisco. (2014). **Región 11 Valles**. 20 de junio de 2014, de CEA Jalisco Sitio web: <http://www.ceajalisco.gob.mx/reg11.html>

Tala	14083
Tequila	14049
Teuchitlán	14095

6.2 Síntesis hidrológica región Valles de Jalisco⁴

Se ubica en la región hidrológica RH 12 “Lerma-Santiago” en las cuencas R. Santiago-Aguamilpa y R. Santiago-Guadalajara; y en la región RH 14 “Ameca”, cuencas Presa la Vega-Cocula, y R. Ameca-Atenguillo.

Desde el punto de vista fisiográfico se ubica en las siguientes provincias:

- III. “Sierra Madre Occidental”, sub provincias 16 y 17 Mesetas y Cañadas del Sur, y Sierras y Valles Zacatecanos respectivamente.
- X. “Eje Neo-volcánico”, sub provincias 49, 50 y 53 Sierras de Jalisco, Guadalajara y Chapala respectivamente.

La región se encuentra enclavada en un acuífero bien definido el cual comprende los municipios de Tala, Teuchitlán, Ahualulco, San Juanito de Escobedo, Magdalena, San Marcos, Ameca, San Martín Hidalgo y Cocula.

Los valles de Tala-Teuchitlán se encuentran sobreexplotados al regarse con aguas subterráneas los sembradíos de caña en un porcentaje considerable. El acuífero cuenta con una superficie aproximada de 3,000 km² y con una recarga anual del orden de los 240 Mm³; por sus características pueden efectuarse perforaciones con muy buenas posibilidades, la profundidad de los pozos oscila en promedio entre los 150 y 200 metros.

Por otro lado, en el municipio de Tequila las posibilidades de explotación pueden considerarse de medianas a buenas, y por zonas dada la presencia de grandes fallas geológicas, lo que obliga a profundizar los pozos hasta 200 y 250 metros, así mismo, este municipio cuenta con buenos manantiales con caudales de hasta 40 litros por segundo.

En la zona de Hostotipaquillo, debido a sus condiciones geohidrológicas, también se encuentran innumerables manantiales pero con caudales mínimos.

⁴CEA Jalisco. (2014). *Ibidem*.

6.3 Datos climatológicos de la región Valles de Jalisco.

Altura media sobre el nivel del mar (m)	El promedio para toda la región es de 1,349 msnm, con altura mínima de 1,180 m en el municipio de Tequila y máxima de 1,800 m en el municipio de Arenal
Precipitación media anual (mm)	La precipitación promedio para la región es de 952 mm anuales; con mínimas de 750 mm en el municipio de Cocula, y máxima de 1,141 mm en el municipio de Etzatlán
Temperatura media anual (°C)	La temperatura promedio regional es de 21.5 °C.; con mínimas de 20.4 °C en El Arenal y máxima de 23.2 °C en Amatitán y Tequila, su clima es semicálido y cálido

6.4 Demografía de la región Valles de Jalisco.

Según lo publicado por el Consejo Estatal de Población en marzo de 2011, la región Valles contaba con 345 mil 438 habitantes, de los cuales, 170 mil 606 son hombres (49.4%) y 174 mil 832 son mujeres (50.6%), es decir, el número de mujeres supera al de hombres en 4 mil 226 personas. Este volumen de población regional representa el 4.7 por ciento de la población total del estado.

La tasa de crecimiento de la región fue reducida en la segunda mitad del siglo pasado, llegando a su punto más bajo en el periodo 2000-2005 cuando se registró una tasa de crecimiento de 0.07 por ciento. Sin embargo de acuerdo a los datos del último censo, la región ha presentado una importante recuperación poblacional, de manera que de 2005 a 2010 se calcula una tasa de crecimiento promedio anual de 2.17 por ciento; con una ganancia absoluta de 32 mil 871 personas, la región incrementó su población en un 10.5 por ciento.

Los contrastes de crecimiento poblacional en los dos recientes quinquenios en la región, hablan de uno de los retos más importantes de la región, que consiste en retener su población para que no emigre a otro lugar del estado, el país o incluso a Estados Unidos, como es una tradición fuertemente arraigada en la entidad. Y para ellos es necesario redoblar los esfuerzos en materia de regionalización y desarrollo regional. Si se observa en general, el volumen de población en la región

aunque ha ido aumentando, es mayor tan solo en 24.9 por ciento a la que registró veinte años atrás; cuando el conjunto del estado lo hizo en 38.6 por ciento.

A mitad de 2010 el municipio con más población al interior de la región es Tala con 69 mil 031 personas, le sigue Ameca con 57 mil 340 habitantes. Estos dos municipios representan el 36.6 por ciento de la población total de la región.

En el último quinquenio todos los municipios experimentan ritmos de crecimiento positivo, resalta el municipio de Hostotipaquillo, el cual registró la tasa de crecimiento más elevada para el periodo 2005-2010 con 4.91 por ciento y un crecimiento absoluto de 2 mil 056 personas.

El patrón de distribución territorial de la población en la región Valles muestra un comportamiento equilibrado, con una ligera concentración de la población en localidades mayores de 14 mil 999 habitantes, el 38.4 por ciento de los habitantes de la región vivían en localidades de este tamaño.

En específico en 2010 en la región había diecinueve localidades llamadas de transición rural-urbano □2,500 a 14,499 habitantes□ que concentran un total de 112 mil 300 personas, es claro que estas poblaciones pueden representar la oportunidad de desarrollo económico regional, y fortalecerlas como sistema urbano para ampliar las opciones de residencia y de destino migratorio de la población de la región.

Los municipios con mayor población en localidades pequeñas (menores de 250 habitantes) son Tequila con 4,042 habitantes y Ameca con 3,154, aunque no son los que tienen la mayor proporción de población en este tipo de localidades, ya que Hostotipaquillo y Amatitán aglutinan el 17.5 y el 12.6 por ciento, respectivamente de su población en este tipo de localidades.

6.5 Historia de la región Valles de Jalisco.

El Volcán de Tequila está determinado en su interacción socio histórica y socio ambiental por los cuatro municipios en los que se encuentra el polígono propuesto a protección. Los territorios de Tequila, Magdalena, Ahualulco del Mercado y Teuchitlán son los que interviene el polígono a proteger, además de tres municipios colindantes: San Juanito de Escobedo, Arenal y Amatitán.

Desde los primeros indicios históricos que se tienen de la región se ha podido inferir que la influencia y caracterización volcánica de la región, determinaron el asentamiento de “las poblaciones prehispánicas de Teuchitlán, Santa Quiteria y Huitzilapa, que habitaron la zona hasta el año 900 de nuestra era.”⁵

A esta zona se le ha denominado “el Corredor Cultural COAXICAR que presenta un aspecto de la muy peculiar historia de la región: su patrimonio arqueológico que da muestra de una cultura avanzada [...] y que según el arqueólogo Phill Weigan estos asentamientos formaron parte de una cultura denominada “tradición Teuchitlán”, cuyos centros ceremoniales de los Bailadores - al norte de El Arenal y Huaxtla hacia el sur- comprendían una zona de habitaciones de aproximadamente 500 hectáreas con una población total de entre 20,000 habitantes. La cultura de la que estos centros de población formaban parte, es la única civilización genuina y nativa de la región [...] con complejas formas de organización social. Su estilo arquitectónico tiene un concepto innovador y sugiere la existencia de un sistema cultural bien integrado [...] con un patrón bien definido a base de patios y pirámides circulares y una banqueta redonda donde se asientan de 3 a 12 plataformas rectangulares; estos edificios llamados *guachimontones* son muestra de una arquitectura formal, avanzada, con un uso casi perfecto de la simetría, gran equilibrio en las formas y una gracia poco común que denotan en los indígenas una alta habilidad planificadora y de ingeniería.”⁶

Este legado cultural ha sedimentado las bases de la región, tanto por las características culturales de la población como pueblos fundados en la agricultura y en uso particular de los recursos hídricos, como en la historia particular del manejo, uso y desarrollo de sus actividades productivas. Se denotan, a continuación, particularidades históricas de los cuatro municipios vinculados con el polígono de conservación.

La población de Tequila, se funda en el 15 de abril de 1530, después de la incursión de los españoles en ese mismo mes y con la oposición de los pueblos

⁵ Ortiz Vargas, Hilda. 26 de junio de 2014. **Volcán de Tequila, en Jalisco**. El Informador.

En: <http://www.informador.com.mx/suplementos/2009/99977/1/volcan-de-tequila-en-jalisco.htm>
Consultado el 27 de junio de 2014.

⁶ Ayuntamiento Constitucional de El Arenal 2012-2015. Reseña Histórica. En: www.elarenal.jalisco.gob.mx/conocenos/historia.html Consultado el 19 de junio de 2014.

originarios en lo que se denominaría como la defensa del cerro de Teochtinchán o Teochtenchán.

A comienzos del año 1541, se da un gran rebelión regional denominada la guerra del Mixtón; indígenas tecoxines y caxcanes logran la adhesión de los indígenas de Tequila, Ameca y Ahululco, en mayo del mismo año, usando como zona de batalla el volcán de Tequila, guiados por el guerrero Tenamaxtli; estos capturan y dan muerte a Fray Juan Calero y al guardián del convento de Etzatlán, con lo que provocan la intervención directa del virrey Antonio de Mendoza, quien decide sofocar la rebelión; este logra acuerdos con el cacique Diego Zacatecas, virrey regente de la región, una vez que fue liberado de prisión en Etzatlán, con la condición que de las poblaciones locales se pacificaran y "se dedicaran al trabajo y al estudio de la doctrina". La derrota final se documenta en diciembre de 1541. (SIEG Jalisco, 2012)

Otros aspectos históricos importantes del municipio de Tequila, se relacionan con la actividad agropecuaria y económica preponderante: la producción tequilera. Refiere González-Torreros (2010) que "diversos documentos históricos coinciden en que la primera fábrica [de tequila] fue instalada en 1600 por don Pedro Sánchez de Tagle, marqués de Altamira, quien introdujo el cultivo y destilación del mezcal para producir tequila. Aunque la historia refiere épocas de prohibiciones por parte de la Corona española a través de Cédulas Reales, no hicieron mella en la producción y consumo de la bebida. Tras varias décadas de producción clandestina, casi al finalizar el periodo colonial, es que se le otorga a José María Guadalupe Cuervo la primera licencia, concedida por Carlos IV, para el establecimiento legal de una destilería de vino mezcal.⁷

El municipio, toma tal categoría en el año 1825, cuando "aparece registrado como pueblo con ayuntamiento y cabecera del departamento del Quinto Cantón de Etzatlán" (SIEG Jalisco, 2012) y

SIEG (2012), SEIJAL y SEP (2014) mencionan que "el 15 de enero de 1872 por decreto número 265 los departamentos de Ahualulco y Tequila se erigen en el 12 cantón y el 9 de enero de 1874 por decreto 834, la villa de Tequila fue elevada a rango de ciudad".

⁷ González Torreros, Lucía. (2010). **Modelo turístico sustentable para el municipio de Tequila, Jalisco, México: Una perspectiva del desarrollo local (Tesis inédita de doctorado)**. México: Universidad de Guadalajara.

Los habitantes en el municipio de **Magdalena**, según lo referido en el Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012, eran "tecuexes y su asiento principal lo tenían en dos islas dentro de la laguna, ahora desecada, de las cuales denominaban a la mayor Atitic. Al llegar los españoles, ya existía la población de Magdalena con el nombre de Xochitepec, palabra derivada de Juchitepec o Xochiteptque que se interpreta como monte florido. Pertenecía al señorío de Etzatlán y estaba gobernado por Goaxicar, indígena de la región y de gran importancia por su valor y talento. Esta región fue conquistada por Francisco Cortés de San Buena Ventura en 1524 y en 1530, llega a la región el conquistador Cristóbal de Oñate, dándole a la región mayor autonomía y defensa. Al igual que en Tequila, el territorio del futuro municipio, se vio envuelto en la guerra del Mixtón, que terminara con el sometimiento de los líderes indígenas al finalizar el año de 1541."

La evangelización de la zona, corrió a cargo de los franciscanos y a ellos se debe la fundación del convento e iglesia de la Purísima Concepción de Etzatlán; los franciscanos fueron grandes negociadores con los indígenas de la región, de tal suerte que las islas que habitaban en la antigua laguna las bautizaron con los nombres de Señor Santiago y San Juan Atlitic (H. Ayuntamiento de Magdalena, 2010).

Magdalena tiene reportada una junta de ayuntamiento para el año de 1825 y se desprende del decreto de municipio del año 1837 del 13 de marzo en el que se hace referencia a que con anterioridad, el municipio ya tenía tal categoría; otra referencia importante que ya menciona a Magdalena como municipalidad es la *División Territorial y Política del Estado de Jalisco* del año 1886. (SIEG, 2012)

Para el municipio de Aqualulco del Mercado, el SIEG de Jalisco (2012) menciona que "en la época prehispánica fue cacicazgo perteneciente al tlatoanazgo de Etzatlán, habitado por los tochos. Lo gobernó el guerrero Guajotzin o Huejotzin [...] y en 1531 se llevó a cabo la fundación hispánica. Un hecho importante ocurrió en 1810 cuando el párroco, José María Mercado, secundó la causa de Miguel Hidalgo, proclamando la independencia y uniéndose así al movimiento insurgente."

Al respecto Botello Aceves (1987) recapitula el episodio independentista mencionando que "aquí vivió más de un siglo la familia Gallaga y Mandarte, bisabuela del cura de Dolores don Miguel Hidalgo, iniciador de la Independencia Mexicana. Fue párroco del poblado don José María Mercado quién nació en El Teúl el 13 de julio de 1781. Con autorización de don Miguel Hidalgo proclamó la Independencia en Aqualulco el 13 de noviembre de 1810. Con 300 hombres mal

armados ocupó Tepec y entró a San Blas el 1° de diciembre de 1810. Le envió a Hidalgo 42 cañones que fueron arrojados al mar cuando se conoció la derrota en el Puente de Calderón. El 31 de enero de 1811 Mercado pereció despeñado al querer salvarse de la persecución de la gente del párroco de San Blas, Nicolás Santos Verdín, quien se había pronunciado en su contra.”⁸ El 8 de abril de 1844 se constituye en ayuntamiento y [...] el 19 de diciembre de 1846 se le dio el nombre de Ahualulco de Mercado en honor al párroco insurgente.⁹

En el municipio de El Arenal “sus primitivos pobladores fueron nahoas. Poco antes de la llegada de los conquistadores, los purépechas hallaron la región en su fallido intento de apoderarse de las salinas en las playas de Zacoalco. El nombre lo tomó de la gran cantidad de arena que hay en el valle.”¹⁰

La historia del municipio está ligada al desarrollo de la región, especialmente a la del municipio de Amatitán, ya que el Arenal formaba parte de este como una Delegación Municipal hasta el año de 1922, que originalmente provienen de los poteros denominados *El Greñero* y *El Moreno*. (SIEG Jalisco, 2012)

Un hecho histórico del periodo revolucionario, marca la vida de la región y del el futuro municipio; se sabe que pasaron por ahí, rumbo a la toma de Guadalajara, Álvaro Obregón, Rafael Buena, Julián Medina y Manuel M. Diéguez. El hecho de tener vías de ferrocarril y caminos de hacienda más transitables de la región, determinó el tránsito de revolucionarios rumbo a varias maniobras estratégicas de la época. “Una de las batallas más importantes y decisivas que antecedieron a la derrota y posterior huida de Huerta, fue la que se libró en la localidad de Orendain, al noroeste de nuestro municipio entre los revolucionarios constitucionalistas y la tropa federal. El resultado fue el total aniquilamiento de la división de occidente del ejército Huertista, quedando controlado por el ejército constitucionalista el Estado de Jalisco”.¹¹

Cabe resaltar en la historia de la región que después de la consolidación revolucionaria los repartos agrarios y fundaciones ejidales han marcado

⁸ Botello Aceves, Brígida del Carmen. (1987). **Memoria del Municipio en Jalisco**. 28 de junio de 2014, de SEIJAL, En: <http://sig.jalisco.gob.mx/cedulas/>

⁹ SEIG Jalisco. (2012). **Ahualulco del Mercado, Diagnóstico del municipio**. México, Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco.

¹⁰ Botello Aceves, Brígida del Carmen. (1987). *Ibidem*.

¹¹ Ayuntamiento Constitucional de El Arenal 2012-2015. Reseña Histórica. En: www.elarenal.jalisco.gob.mx/conocenos/historia.html Consultado el 19 de junio de 2014.

profundamente las relaciones sociedad-naturaleza de los municipios y sus habitantes.

6.6 Principales actividades socioeconómicas en los municipios de la zona.

Las actividades socioeconómicas más importantes de la región están relacionadas con la agroindustria en tres cultivos principalmente, el agave azul, la caña de azúcar y el maíz, estos tres tipos de cultivos actualmente se pelean la primacía productiva dentro de esta área, el primero, la caña de azúcar, que hasta hace algunos años atrás no tenía un rival fuerte pero que ha sido alcanzado por el de agave con el apoyo a la denominación de origen del tequila, así como de otros factores ligados a la economía que este producto ha venido dando un crecimiento sostenido mismo que se puede cuantificar en las hectáreas que de él se siembran.

El tradicional cultivo del maíz presenta una tendencia a la alta similar al de la caña y el agave puesto que las hectáreas cultivadas de 1995 a al 2002 presentan incrementos en la mayoría de la región (anuarios estadísticos de SAGARPA), principalmente en los municipios que tradicionalmente ocupaban sus parcelas con agave; la antigua microrregión tequilera, integrada por los municipios de Tequila, Amatitán, El Arenal, Hostotipaquillo y Magdalena en donde es clara la sustitución de la practica por el maíz de grano es el más claro ejemplo, este paulatino cambio tiene una lógica de rotación de cultivos.

Por otro lado es importante señalar que la siembra del cultivo del maíz es preferida sobre otras debido a dos factores que resultan determinantes; la ausencia de infraestructura de riego que les permitiera sembrar caña u otros tipos de vegetales y hortalizas, y el considerable número de cabezas de ganado vacuno que existe en el área, potencial consumidor de este producto en sus diversas formas y productos. Pero se puede hablar de esta misma situación de crecimiento en prácticamente toda la región de los valles.

En cuanto al agave, se observa una tendencia a la baja en los municipios que tradicionalmente hacían de esta práctica una forma de vivir. Por el contrario se observa un incremento en la siembra de este producto en prácticamente toda la región, donde se puede constatar que el número de hectáreas con agave comienza a crecer.

El proceso en estos municipios es inverso al de la microrregión tequilera, ya que aquí el agave está sustituyendo la tradicional práctica de la siembra del maíz, por ser este un cultivo mucho más rentable. Un factor que está resultando determinante en este proceso es el ofrecimiento de atractivas rentas por hectárea cultivada de agave por parte de las empresas a los ejidatarios; situación que se convierte en doblemente atractiva al permitirles cobrar el dinero que ofrece el PROCAMPO (ayuda económica que ofrece el gobierno federal por hectárea, y la condición es que tu parcela tenga aun cultivo aunque en muchos de los casos no sea del dueño) a los propietarios o arrendatarios. La sustitución caña de caña de azúcar por agave es menos común y frecuente, que el maíz.

PORCENTAJE DE TERRITORIO DEDICADO A LA AGRICULTURA*			
Tequila	El Arenal	Magdalena	Ahualulco del Mercado
14.8%	54.9%	35.1%	61.9%

*Elaboración propia con datos del Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco, 2014

De los talleres de diagnóstico participativos realizados, se desprende la identificación de otras actividades productivas que realiza la población de la región:

- Minería
- Hortalizas y otros cultivos no masivos como sorgo y nopal.
- Servicios turísticos en modalidad tradicional (recorridos por cabeceras municipales, turismo local como balnearios), de turismo rural y ecoturística.
- Artesanía y valor agregado de productos de la minería o de pieles.
- Actividades forestales extractivas.



*Mapa base de problemáticas locales
Talleres de diagnóstico participativos*

En correlación con la primer actividad productiva enlistada en los talleres participativos, Castillo y Corona (2004) mencionan que “como la región Valles se ubica en la provincia geológica del eje Neovolcánico, presenta dos características relevantes: su potencial minero y la geotermia. La minería de esta zona está constituida por minerales no metálicos como el caolín, que es explotado a baja escala en los municipios de Etzatlán, Hostotipaquillo y Magdalena. Así mismo, en los municipios de Tequila y Hostotipaquillo, [...] hay explotación de minerales metálicos como plata, cobre y zinc.” Aunado a esto de sobra es sabida la tradición del trabajo minero y artesanal del municipio de Magdalena en el ópalo.

El turismo es otra fuente de ingresos locales y de proyección económica de la región que se constituye como el resultado de factores estratégicos tales como el reconocimiento desde 2006, como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, la fuerte asociación identitaria de la región con “lo mexicano” o como símbolo indudable de ello que deviene desde los años 50 en el imaginario nacional y finalmente, por contar con un empuje permanente de los industriales locales que han visto en la producción tequilera una fuente de comercio tanto nacional como internacional, lo que los ha llevado a obtener la primera denominación de origen en el país en 1974. (González-Torreros, 2010)

Estos factores han determinado en gran medida la vocación turística de la zona, que atiende principalmente a turismo nacional y regional, con un incremento gradual de visitación extranjera. El número de unidades rentables o espacios disponibles en la Región Valles, oscila entre el 3% y el 5% del total estatal, con un incremento considerable desde el 2001 al 3.38%, lo que se traduce que para ese año solo había 618 unidades rentables y para el 2009, se incrementaron a 989 unidades disponibles según datos que aporta la Dirección de Inteligencia de Mercados de la Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado.¹²

Al respecto la población identifica que el turismo tradicional *“no siempre es accesible para todos ya que no todos tenemos [los medios económicos] para por un hotel o recibir al turista así como en las cabeceras, pero podemos hacer otras actividades y aprovechar el monte como el ecoturismo, como la uma de agua blanca [ejido Emiliano Zapata en Ahualulco del Mercado], por ejemplo”*¹³, con lo que las propuestas de conservación del área tienen el doble reto de propiciar el desarrollo local y sustentable así como la conservación de los recursos naturales, en las zonas de uso común, principalmente, con alternativas como el turismo ecológico.

6.7 Principales actividades de uso de los recursos suelo y agua en la zona propuesta a conservación.

Antes de entrar en materia del uso de los recursos y en especial del agua, es importante señalar que dentro del polígono propuesto a protección del Volcán de Tequila, los cuerpos de agua perenes son escasos y que la extracción de agua por pozos es bastante difícil debido a la naturaleza geológica del suelo de la zona, de hecho las actividades agrícolas son en su mayoría de temporal, contándose con poca superficie que puede ejercer esta actividad por riego.

De hecho el control de la tenencia del agua en municipios como San Juanito de Escobedo o Tequila está distribuida entre muy pocos, solo los dueños de predios donde existen veneros naturales o donde se han podido excavar pozos.

Como se revisó en el punto anterior la principal actividad productiva que utiliza el recurso agua es la agricultura, y después el consumo para ganadería, eso sin

¹² Gobierno del Estado de Jalisco. (2011). Programa sectorial de desarrollo y fomento al turismo. Guadalajara, México; Gobierno del Estado.

¹³ Talleres de diagnóstico socioambiental participativos, en Tequila.

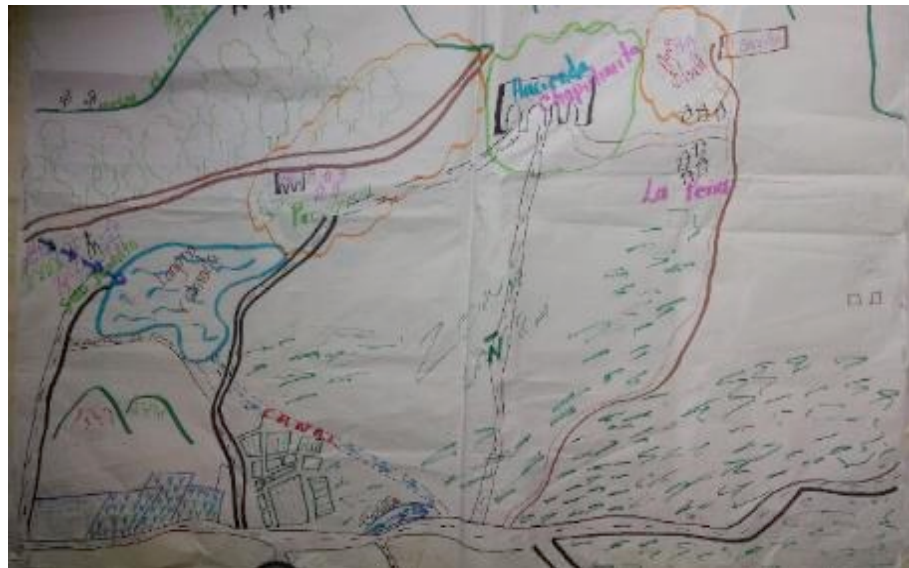
contar el uso de consumo humano para la superficie urbana de la zona que no pasa de un 2% en promedio de toda la superficie de los municipios colindantes con el polígono propuesto a conservación.

También el uso del agua para consumo humano es un problema ya que en algunas comunidades existen conflictos entre quienes tienen las fuentes de agua y a quienes debe llegarles tierras abajo para su aprovechamiento.

En los cuerpos de agua permanentes y en las presas de Santa Rosa y sobre todo en la de la Vega, existe una actividad de aprovechamiento de especies de peces y ranas para comercialización y autoconsumo.

El agua también se utiliza en actividades turístico-recreativas; tres de los cuatro municipios del polígono (El Arenal, Tequila y Ahualulco) tienen balnearios en zonas construidas o en ríos de la localidad como El Arenal, que aprovecha las aguas termales del río Salado. (González-Torreros, 2010)

La humedad natural de los suelos del Volcán Tequila y de los valles en sus faldas permiten una actividad agropecuaria importante que ha sostenido el desarrollo de las comunidades a su alrededor y que ha establecido métodos locales para el aprovechamiento de los recursos naturales que prosperan en este ecosistema.



Mapa de uso de suelo elaborado en el taller de diagnóstico participativo de San Juanito de Escobedo

El uso del suelo en los municipios es un factor que está determinado por las vocaciones naturales respecto de las características físico-químicas y por las tradiciones agroalimentarias de la región. Actualmente, la zona está inclinada hacia la agricultura tecnificada con un enfoque intensivista, y esta visión, ya era una tendencia desde la década del 2000 con miras a la diversificación productiva, más allá del agave y del maíz.

Un estudio realizado por el INIFAP sobre la potencialidad agrícola de la región comparte que en Ahualulco del Mercado “la mayor parte del suelo tiene un uso agrícola; la propiedad ejidal existe en regular proporción pero la tenencia de la tierra es en su mayoría privada”¹⁴ y en el caso de Arenal “la mayor parte del suelo tiene un uso pecuario. Existe en pequeña proporción la propiedad ejidal, predominando la propiedad privada”¹⁵. Para Tequila “la mayor parte del suelo tiene un uso agrícola y pecuario. La tenencia de la tierra en su mayoría, corresponde a la propiedad privada”¹⁶ y en Magdalena, la propiedad es similar mientras que “la mayor parte del suelo tiene un uso agrícola”¹⁷.

Refuerzan la visión anterior datos del INEGI del 2009, que muestran que los cuatro municipios involucrados con el polígono de conservación tienen una marcada vocación *Agrícola y Pecuaria*, sin embargo, se destaca un área de oportunidad para la conservación en el gran porcentaje de zonas boscosas y selváticas que poseen, y que van del orden del 47.62% del territorio en Ahualulco del Mercado, del 43.19% en Magdalena, del 27.38% en El Arenal y del 70.29% para el caso de Tequila (Anexo 1).

Todas estas áreas ubicadas mayoritariamente en territorio de uso común ejidal, es donde hay ejemplos de experiencias alternativas como manejo de bosques y obras de conservación del suelos, principalmente en la región de San Juanito de Escobedo.

¹⁴ INIFAP-SAGARPA. 2005. Potencial productivo agrícola de la región Valles de Jalisco. Libro Técnico No. 2. Pág. 12.

¹⁵ INIFAP-SAGARPA. (2005). *Ibidem*. Pág. 24.

¹⁶ INIFAP-SAGARPA. (2005). *Ibidem*. Pág. 59.

¹⁷ INIFAP-SAGARPA. (2005). Pág. 37.

MUNICIPIO	EJIDOS	Superficie de uso común
Tequila	El Medineño, Tequila, San Antonio del Potrero, Camichines, Los Sandoval, Nuevo Santa Teresa	5550.796422
Ahualulco del mercado	Ahualulco, Chupalimita y 5 de Mayo	2120.544184
Magdalena	Julián Medina, Las Joyas, La Quemada, Las Juntas, Magdalena Oblatos, San Andrés, Santa María	9553.189753
El Arenal	El Arenal, Emiliano Zapata, Huaxtla, Santa Cruz del Astillero	1634.528313

Actualmente, la percepción de la población alrededor del uso y potenciales del suelo, tiene dos vertientes claras de desarrollo: la agropecuaria (coincidente con los estudios institucionales) y la forestal, ya sea a través de aprovechamientos con planes de manejo o bien a través de opciones que combinen la conservación y la producción como UMAs o ecoturismo. (Anexo 3)

El cuadro siguiente, elaborado con información de los *talleres de diagnóstico socioambiental participativos*, sintetiza el uso que las personas le dan al suelo de la región, actualmente.

Usos del suelo por regiones ejidales ¹⁸	
Ejido Etzatlán- Ejido el Refugio-Labor de Rivera	Forestal con pastoreo, agricultura de maíz y caña, zonas arqueológicas turísticas, parcelas agaveras y uso común mayormente forestal.
Chapulimita- La Peña	Caña de azúcar en el valle y en la parte alta, pastoreo, forestal y conservación.

¹⁸ Talleres de diagnóstico socioambiental participativos, en San Juanito de Escobedo y Tequila.

6.8 La importancia del recurso agua en la zona y principales factores de riesgo de este recurso.

El desarrollo económico y la cultura e identidad de los municipios que colindan con el polígono propuesto a conservación del Volcán de Tequila dependen del sistema natural de captación, conservación y distribución de agua que regula el Volcán Tequila y las montañas a su alrededor, los cuerpos de agua perenes y la infraestructura creada como la Presa de La Vega son espacios indispensables en la actividad económica y también en la perpetuación de la cultura de la región, no se puede entender en estos momentos a esta zona sin sus plantíos de caña o agave y sin la actividad comercial turística de la pesca en sus cuerpos de agua.

Sin embargo hay riesgos palpables para el recurso agua, las condiciones del calentamiento global y los efectos del cambio climático ya pueden ser sentidos en la región, siendo los cultivos de maíz y agave azul los más afectados, así también se corre el riesgo de trastocar el equilibrio de captación y distribución natural de agua que regula el Volcán debido a los siguientes factores:

- Deforestación de las partes altas del volcán, el consiguiente proceso de pérdida de suelo debido a la deforestación con riesgos de derrumbes y erosión.
- Menor captación de agua de lluvia en jagüeyes, presas y cuerpos de agua de temporal.
- Contaminación de cuerpos de agua por agricultura a base de agroquímicos.
- Desabasto de agua con características óptimas para el consumo humano y después para el consumo pecuario.
- Conflictos sociales importantes por el uso del agua.

Lo anterior se corrobora con la información obtenida de los talleres participativos de diagnóstico socioambiental, en los que personas asistentes identifican problemáticas regionales asociadas al recurso agua, que abarcan a Tequila cabecera municipal, a San Juanito de Escobedo (Ejido y cabecera municipal), a los ejidos de Chapulimita, La Providencia, Magdalena, Teuchitlán, Etzatlán, La Joya, San Pedro, El Carmen y Aqualulco. (Anexo 2)

En dichos talleres, las personas refieren, de una lista de 8 principales problemáticas que el *Desconocimiento de la calidad del agua y poca disponibilidad y la privatización de ojos de agua*, es el quinto problema en importancia a trabajar como parte de los retos organizativos así como la *Contaminación y uso excesivo de agroquímicos*, que está en el sexto lugar de importancia y con el que

reconocen que *“contaminan las agua, el suelo, lo secan todo a la larga, pero no sabemos que otras alternativas hay a esto”*.

En el sentido de la utilización y conservación de los cuerpos de agua, la población de la región identifica retos específicos relacionados con la gestión ambiental, que se convierten en áreas de oportunidad para los procesos de conservación y protección de los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos. Aunado a esto, ya se comienzan a dar conflictos entre particulares y ejidos, entre particulares y particulares o ente ejidos y comunidades por el acceso, uso y control del agua; tal es el caso de la comunidad de la Peña en Ahualulco del Mercado, que disputan la disponibilidad de agua de calidad en las pilas de la comunidad con los ganaderos que llevan a abreviar ganado en tiempo de secas, o bien los problemas de deforestación en las zonas altas de San Juanito de Escobedo que reportan *“bajas y secas en manantiales y ojos de agua de la región”*.

Como resultado de los talleres participativos de diagnóstico, se refieren los siguientes problemas asociados al agua en relación con los procesos productivos y socioculturales de la región:

MUNICIPIO	PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA POR ACTORES LOCALES
Tequila	Contaminación de cuerpos de agua locales por procesos industriales tequileros. Desperdicio de agua tanto en localidades y cabecera como en actividades agropecuarias.
San Juanito de Escobedo	Contaminación de agua por uso excesivo de plaguicidas. Escases de agua o encarecimiento de los insumos y obras para acceder a agua.
Magdalena	Contaminación de agua por industria tequilera y por drenajes directos.
El Arenal	Contaminación del río El Arenal por descargas y en general de todos los ríos y arroyos del municipio.

6.9 Infraestructura para el uso y gestión del agua en la zona.

Existen en la zona los siguientes cuerpos de agua permanentes que son de relevancia:

Las presas de la Vega en Teuchitlán, la de Santa Rosa en Amatián y La Colorada en San Juanito de Escobedo.

Lagunas como la de San Andrés entre San Juanito Escobedo y Magdalena, la Laguna Magdalena en el municipio del mismo nombre y la pequeña Laguna Colorada en El Arenal.

Características del suelo y usos¹⁹

Municipio/ Característica	Ahualulco del Mercado	Tequila	Magdalena	El Arenal
Topografía	Más de la mitad del municipio pertenece a las zonas planas con elevaciones de 1,350 a 1,500 metros sobre el nivel del mar. Existen en proporciones menores zonas semiplanas con elevaciones de 1,500 a 1,650 metros y las zonas accidentadas con alturas de 1,650 a 2,400 metros.	El municipio de Tequila está situado en diferentes relieves, tiene pocas tierras planas, a excepción de algunos pequeños valles, su orografía es muy irregular. A las orillas del río Santiago y Chico hay 700 metros sobre el nivel del mar; al sur del municipio se registran hasta 2,900 metros (cerro de Tequila); en la parte norte las alturas son de 1,700 y 1,800 metros, pero al este en la Sierra de Balcones hay alturas de 2,300 metros.	<p>La mayor parte del municipio es plano alcanzando elevaciones de 1,000 a 1,450 metros; tanto al noroeste como al sureste de la cabecera, van ascendiendo las elevaciones hasta alcanzar 1,900 metros en el cerro de Magdalena.</p> <p>Con respecto al sureste, donde se encuentran las estribaciones del volcán de Tequila hasta llegar a los poblados de La Joya y Tecuinapa se registran alturas de 1,600 metros.</p> <p>De los poblados de Santa María al norte; la cabecera al centro, y La Joya al sur, se extiende el Valle de Magdalena. La región noroeste está formada por lomeríos y cerros, de los cuales el principal es el de Los Vértigos, el que llega a registrar una altura de 2,100 metros.</p>	La mayor parte del municipio presenta zonas semiplanas con elevaciones de 1,550 a 1,600 metros sobre el nivel del mar. Le siguen en proporción las zonas planas con elevaciones de 1,400 a 1,550 metros sobre el nivel del mar, y en proporción mínima se presentan zonas accidentadas con elevaciones de los 1,600 a los 1,840 metros sobre el nivel del mar.

¹⁹Elaboración propia con datos e información de INEGI, (2009), **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.**

Suelo dominante	Phaeozem 50.24%. Leptosol 27.87%. Luvisol 13.04%. Vertisol 2.84%. Andosol 4.03%.	Leptosol, 6.52%. Luvisol, 33.02%. Phaeozem, 29.01%. Cambisol, 0.51%. Andosol, 0.37%.	Phaeozem, 59.64%. Leptosol, 22.67%. Luvisol, 17.72%. Andosol, 0.68%. Cambisol, 0.16%.	Phaeozem 51.41%. Luvisol, 31.74%. Regosol, 12.72%. Vertisol, 0.83%.
Uso del suelo y Vegetación	Agricultura 44.91%. Zona urbana 1.66%. Bosque 41.81%. Selva 5.81%. Pastizal 5.49%.	Agricultura, 10.16%. Zona urbana, 0.29%. Bosque, 50.80%. Selva, 19.49%. Pastizal, 9.00%.	Agricultura, 26.92%. Zona urbana, 1.45%. Bosque, 43.19%. Pastizal, 27.55%.	Agricultura, 56.41%. Zona urbana, 2.88%. Selva, 17.43%. Pastizal, 12.92%. Bosque, 9.95%.
Uso potencial de la tierra	Agrícola y Pecuario. Mecanizada continua, 38.38%. De tracción animal continua, 0.29%. De tracción animal estacional, 12.70%. Manual estacional, 27.50%. No aptas para la agricultura, 21.13%. Para el desarrollo de praderas cultivadas, 38.38%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal, 12.99%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino, 46.94%.	Agrícola y pecuario. Para la agricultura mecanizada continua, 3.11%. Para la agricultura de tracción animal continua, 7.65%. Para la agricultura de tracción animal estacional, 3.72%. Para la agricultura manual estacional, 3.69%. No aptas para la agricultura, 81.83%. Para el desarrollo de praderas cultivadas, 3.11%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal, 11.37%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural	Agrícola y pecuario. Para la agricultura mecanizada continua, 37.47%. Para la agricultura de tracción animal continua, 7.17%. Para la agricultura de tracción animal estacional, 21.10%. Para la agricultura manual estacional, 5.81%. No aptas para la agricultura, 28.45%. Para el desarrollo de praderas cultivadas, 37.47%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal, 33.58%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural	Agrícola y pecuario. Para la agricultura mecanizada continua, 56.48%. Para la agricultura de tracción animal continua, 17.05%. Para la agricultura de tracción animal estacional, 16.23%. Para la agricultura manual estacional, 7.03%. No aptas para la agricultura, 3.21%. Para el desarrollo de praderas cultivadas, 56.48%. Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal, 40.31%. Para el aprovechamiento

	No aptas para el aprovechamiento pecuario, 1.69%.	únicamente por el ganado caprino, 85.01%. No aptas para uso pecuario, 0.51%.	únicamente por el ganado caprino, 26.81%. No aptas para uso pecuario, 2.14%.	de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino, 0.16%. No aptas para el aprovechamiento pecuario, 3.05%.
--	---	---	---	--

Problemáticas socioambientales detectadas.

Talleres regionales en San Juanito de Escobedo con pobladores de San Juanito de Escobedo, Teuchitlán y Ahualulco del Mercado

	Problemática
1	Incendios forestales por cuamiles y caña
2	Tala ilegal / Madera como combustible
3	Cacería ilegal/ Jabalí, Venado y Paloma
4	Linderos ilegales y/o cierre de caminos sacacosechas
5	Desconocimiento de la calidad del agua y poca disponibilidad; privatización de ojos de agua
6	Contaminación y uso excesivo de agroquímicos
7	Basura agropecuaria (acolchados, plástico de invernaderos y botes agroquímicos)
8	Escases o bajo acceso a agua
9	Contaminación por fábricas
10	Caminos de acceso a zonas agrícolas obstruidos o cerrados
11	Pocos espacios públicos de esparcimiento
12	Ladrilleras – no hay donde denunciarlas-
13	Inseguridad, robo, extorsión

Problemáticas socioambientales detectadas.

Talleres regionales en Tequila con pobladores de Tequila, Arenal y Amatitán

	Problemática
1	En <i>El Relíz</i> , no hay acceso a caminos saca cosechas, en el terreno de Fabiana Montes y el colindante de Javier Calandín.
2	Contaminación de la <i>Laguna Colorada</i> , por aguas residuales y agroquímicos de vivero y cultivos en general que provienen de los municipios de Magdalena y Etzatlán.
3	En el ejido <i>Chapulimita</i> , hay incendios a causa de la quema de la caña.
4	Tala de pinos en terrenos y linderos del <i>ejido 5 de mayo</i> .
5	En el potrero La Heras y el <i>Jaguey</i> , privación de caminos transitables y saca-cosechas e incendios forestales
6	Invasión de terrenos en el <i>potrero El Guayadero</i> . Abandono de terrenos y labores por invasiones.
7	Robo de tierra (banco de materiales) en el <i>potrero La Pila</i> en colindancia con Santa Fe.
8	Secan árboles en el predio de uso común, con el fin de saqueo para leña.
9	Robo de lienzos de piedra en <i>La Machaca, El Bajío y El Grillo</i>
10	Problemas con el agua ya que se necesita un pozo; problemas de tala ilegal ya que se talan 5 árboles por día.

11	Problemas con el puma, coyote y gato montés: se comen los borregos, gallinas y ganado en las inmediaciones del club cinegético.
12	Inseguridad, robo, extorsión

Alternativas para la problemática local, detectadas por las personas participantes en los talleres regionales de diagnóstico socioambiental participativo.

Problemática	Alternativas
Incendios	Brigadas forestales
	Obras: brechas cortafuego y líneas negras.
	Capacitar a cuamileros; crear conciencia entre los vecinos de parcela.
Tala y cacería ilegal	Sistema de vigilancia con brigadas y con radiocomunicación.
	Capacitación al ejido y a las autoridades municipales en el tema y en materia forestal/Capacitar autoridades en los temas de delitos ambientales.
	Casetas de vigilancia en las rutas de tránsito/Vigilancia por ejido/Unir ejidos para la vigilancia.
	Sistema de registro fotográfico.
	Guardabosques.
	Reforestación - Estrategia o programa de aprovechamiento de especies maderables sobre todo madroño y encino.
	UMAS/trampas para reubicar a la fauna que ataca ganado.

Caminos sacacosechas	Visitas caso por caso.
	Mapeo de problemas de tránsito-camino y hacerlo del conocimiento de la asamblea ejidal.
	Remediación-subsanar cada caso con fecha de resolución vs multa para infractores.
	Arreglar caminos.
	Poner casetas.
	Capacitación a policías.
Agua	Estudios de calidad del agua.
	Obras de captación de agua de lluvia.
	Averiguar y mapear concesiones de agua en la región/ejido.
	Reuniones de conciliación.
	Financiamiento para pozos de agua/geomembranas.
	Desazolve de la presa Santa Ana.
Agroquímicos	Capacitación en triple lavado.
	Centro de acopio.
	Programa campo limpio en el ejido.
	Agricultura orgánica y lombricomposta. Capacitación.
	Visitas de intercambio a parcelas demostrativas que siembran con agricultura orgánica.
Espacios públicos	Solicitar el destino de un predio para que el Ayuntamiento haga un parque.

Ficha informativa básica por municipio.

Ahualulco del Mercado.

Ahualulco, Ayahualulco, Yagualulco: lugar coronado de agua. Fue cacicazgo perteneciente al tlatoanazgo de Etzatlán, y al igual que Teuchitlán, habitado por los tochos. Lo gobernó el guerrero Guaujotzín o Huejotzín. El poblado ostenta doble título de ciudad, el primero se le confirió el 3 de marzo de 1891 y el segundo el 14 de septiembre de 1973 en una sesión solemne en la Plaza de Armas del lugar. Por decreto del 8 de abril de 1844 se constituyó en municipio; el 18 de septiembre de 1846 se consideró a Ahualulco como cabecera del 5o. cantón del Estado; el 10 de octubre de ese año pasó a ser cabecera de uno de los 28 departamentos de Jalisco.

Población total: 21,714 habitantes, 50.8 % de la población son mujeres y el 49.2 % hombres.

Topografía: Más de la mitad del municipio pertenece a las zonas planas con elevaciones de 1,350 a 1,500 metros sobre el nivel del mar. Existen en proporciones menores zonas semiplanas con elevaciones de 1,500 a 1,650 metros y las zonas accidentadas con alturas de 1,650 a 2,400 metros.

Clima: El clima en el municipio está considerado como semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos, sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 21.3°C., y una precipitación media de 871.4 milímetros con régimen de lluvias en los meses de junio y julio. Los vientos dominantes son de dirección norte-noroeste. El promedio de días con heladas al año es de ocho.

Hidrografía: Los recursos hidrológicos pertenecen a la cuenca del pacífico y la subcuenca del río Ameca. Tiene muchos arroyos, siendo los principales la Mina, la Pila, las Torcazas, la Gloria, el Cocoliso, Aguacate, Piedra Bola, Santa Anita, Candelaria, Texcalame, los Sauces, Agua Prieta, Carrizal, Chapalimita, la Calma, Santa Cruz, el Hondo y Derramadero. Además las presas Guarachilla, Chapalimita y el Carmen.

Suelos: La composición del suelo corresponde a los del tipo feozem háplico, regosol eútrico, luvisol crómico y vertisol pélico.

Suelo dominantes: Phaeozem (50.24%), Leptosol (27.87%), Luvisol (13.04%), Vertisol (2.84%) y Andosol (4.03%)

Vegetación: Las partes altas de los cerros están cubiertas de pinos y encinos, y siguiendo las faldas hay nopalera y pirul; algunas zonas del municipio están cubiertas de matorral.

Fauna: Existen especies como venado, liebre, ardilla, armadillo, tejón, conejo, codorniz y coyote.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 1,800 hectáreas de bosque. Con relación a sus recursos minerales cuenta con yacimientos de oro, plata, cobre, zinc y plomo; así como de minerales no metálicos como cantera, granito y arcilla.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola; la propiedad ejidal en el municipio existe en regular proporción, pero la tenencia de la tierra es en su mayoría es privada.

Uso del suelo y Vegetación: Agricultura (44.91%) y Zona urbana (1.66%) Bosque (41.81%), Selva (5.81%) y Pastizal (5.49%)

Uso potencial de la tierra: Agrícola y Pecuario

Mecanizada continua (38.38%)

De tracción animal continua (0.29%)

De tracción animal estacional (12.70%)

Manual estacional (27.50%)

No aptas para la agricultura (21.13%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (38.38%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (12.99%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (46.94%)

No aptas para el aprovechamiento pecuario (1.69%)

El Arenal

El nombre lo tomó de la gran cantidad de arena que hay en el valle. El 30 de mayo de 1923 por decreto número 2270 se erige en municipalidad la comisaria de El Arenal. El Arenal fue hasta 1922 delegación de la municipalidad de Amatitán, siendo erigido municipio al siguiente año y en 1938 se amplió a la jurisdicción de su territorio con porciones de terreno que se desagregan al municipio de Tala.

Población total: 17,545 habitantes, 50.8 % mujeres y 49.2 % hombres.

Geología: Está considerado dentro del período Terciario; el subsuelo está constituido por caliza, rocas ígneas extrusivas, riolita, andesita, basalto, toba y brecha volcánica.

Topografía: La mayor parte del municipio presenta zonas semiplanas con elevaciones de 1,550 a 1,600 metros sobre el nivel del mar. Le siguen en proporción las zonas planas con elevaciones de 1,400 a 1,550 metros sobre el nivel del mar, y en proporción mínima se presentan zonas accidentadas con elevaciones de los 1,600 a los 1,840 metros sobre el nivel del mar.

Clima: semiseco, con invierno y primavera secos; semicálido, sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 20°C, y una precipitación pluvial media de 1,103.6 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de junio y julio. Los vientos dominantes son en dirección noroeste. El promedio de días con heladas al año es de 13.

Hidrografía: Perteneciente a la cuenca Lerma-Chapala-Santiago y a la subcuenca de los ríos Santiago-Cuisillos-Juchipila; sus principales corrientes son los ríos Salado y Arenal y los arroyos Las Tortugas, Arenal, Agua Dulce y la Laguna Colorada.

Suelos: La composición del suelo corresponde a los del tipo Feozem háplico asociado con el Regosol eútrico y Vertisol pélico.

Suelo dominante: Phaeozem (51.41%), Luvisol (31.74%), Regosol (12.72%) y Vertisol (0.83%)

Vegetación: Los cerros están cubiertos de encino y vegetación baja espinosa. Las lomas y laderas se cubren con huizache, nopal, uña de gato y algunos árboles frutales.

Fauna: La fauna está representada por especies como venado, ardilla, conejo, reptiles y otras especies menores.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 900 hectáreas de bosque, sus recursos minerales son yacimientos de elementos no metálicos: cal, cantera, arena, grava, arcilla, caolín, diatamita, cuarzo y feldespato.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso pecuario. Existe en pequeña proporción la propiedad ejidal, predominando la propiedad privada.

Uso del suelo y vegetación: Agricultura (56.41%) y Zona urbana (2.88%) Selva (17.43%), Pastizal (12.92%) y Bosque (9.95%)

Uso potencial de la tierra: agrícola y pecuario

Para la agricultura mecanizada continua (56.48%)

Para la agricultura de tracción animal continua (17.05%)

Para la agricultura de tracción animal estacional (16.23%)

Para la agricultura manual estacional (7.03%)

No aptas para la agricultura (3.21%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (56.48%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (40.31%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (0.16%)

No aptas para el aprovechamiento pecuario (3.05%)

Magdalena

Poblado prehispánico, fue tlatoanazgo independiente y se llamó Xochitepec, que significa lugar junto al cerro de las flores. Esto por el sitio en donde actualmente se encuentra, al pie de un cerro que cae hacia el norte y que en épocas pasadas se cubría de flores durante las lluvias. Sus habitantes eran tecuexes y su asiento principal lo tenían en dos islas dentro de la laguna, ahora seca, de las cuales denominaban a la mayor Atitic. Al llegar los españoles, ya existía la población de Magdalena con el nombre de Xochitepec, palabra derivada de Juchitepeco o Xochiteptque que se interpreta como monte florido. Pertenecía al señorío de Etzatlán y estaba gobernado por Goaxicar, indio de talento y de importancia por su valor. En 1530 llega la conquista de esta región por Cristóbal de Oñate enviado por Nuño de Guzmán. En 1825 tenía ayuntamiento y en 1838 la categoría de pueblo. Desde 1825 pertenecía al 5º cantón de Etzatlán y en 1872 pasó a formar parte del 12º cantón. Se desconoce el decreto que creó este municipio pero ya existía en 1837 como se desprende del decreto del 13 de marzo del mismo año.

Población total: 21,321 habitantes, 50.4% mujeres y 49.6 % hombres.

Geología: El subsuelo de Magdalena pertenece al período de Terciario, y se compone de rocas ígneas extrusivas, riolita, basalto, toba, brecha volcánica, caliza y andesita.

Topografía: La mayor parte del municipio es plano alcanzando elevaciones de 1,000 a 1,450 metros; tanto al noroeste como al sureste de la cabecera, van ascendiendo las elevaciones hasta alcanzar 1,900 metros en el cerro de Magdalena. Con respecto al sureste, donde se encuentran las estribaciones del volcán de Tequila hasta llegar a los poblados de La Joya y Tecuinapa se registran alturas de 1,600 metros. De los poblados de Santa María al norte; la cabecera al centro, y La Joya al sur, se extiende el Valle de Magdalena. La región noroeste está formada por lomerías y cerros, de los cuales el principal es el de Los Vértigos, el que llega a registrar una altura de 2,100 metros.

Clima: El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 21.4°C., y tiene una precipitación media anual de 1.013 milímetros con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son de dirección sureste. El promedio de días con heladas al año es de 18.

Hidrografía: Las principales corrientes con que cuenta el municipio son: los arroyos temporales El Atascoso, El Cuervo, El Salitrillo, El Tepehuaje, San Isidro, Barranquitas, El Zapote, La Sidra, El Chacuaco, El Nuevo, Seco, Potrerillos, Trapichillo, Santa Lucía, Los Hornitos, San Simón, El Salto, Las Higueras y Las Juntas. Cuenta con las presas de Magdalena, El Llano, El Trigo, La Quemada I y II, y San Andrés. Existe la laguna de Magdalena.

Suelos: Como suelo dominante se encuentra el tipo vertisol pélico; y como suelos asociados se encuentran el litosol, luvisol y regosol eútrico.

Suelo dominante Phaeozem (59.64%), Leptosol (22.67%), Luvisol (17.72%), Andosol (0.68%) y Cambisol (0.16%)

Vegetación: Los montes y cerros se encuentran revestidos de bosques naturales en donde se aprecian pinos, encinos, robles y manchones de pirul. Los lomeríos y algunas clases de bosques se encuentran cubiertos de pastizales, en donde también se pueden encontrar nopales, huizache, matorral espinoso e inerme.

Fauna: La fauna está representada por especies como el venado, liebre, conejo, ardilla, algunos reptiles y otras especies menores.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 7,900 hectáreas de bosque donde predominan especies de pino, encino, roble y pirul, principalmente. Sus recursos minerales son yacimientos de ópalo, caolín, cal, arena, cuarzo sílice y talco.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola. La tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la propiedad privada.

Uso del suelo y vegetación: Agricultura (26.92%) y Zona urbana (1.45%) Bosque (43.19%) y Pastizal (27.55%)

Uso potencial de la tierra: agrícola y pecuario

Para la agricultura mecanizada continua (37.47%)

Para la agricultura de tracción animal continua (7.17%)

Para la agricultura de tracción animal estacional (21.10%)

Para la agricultura manual estacional (5.81%)

No aptas para la agricultura (28.45%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (37.47%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (33.58%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (26.81%)

No aptas para uso pecuario (2.14%)

Tequila

El nombre de Tequila proviene de la palabra náhuatl Tecuilan o Tequillan, Cristis que quiere decir lugar de tributos. Es un "pueblo mágico". Tequila es conocido por darle su nombre al Tequila, al ser uno de los territorios donde éste se produce. Sus primitivos pobladores fueron chichimecas, otomíes, toltecas y nahuatlacas. El poblado estuvo en un principio asentado en un lugar que se llamó Teochichán o Techinchán: lugar del dios todopoderoso o donde abundan los lazos y trampas. A la obtención de la independencia, el 27 de marzo de 1824 Tequila fue nombrado cabecera de uno de los 26 departamentos en que se dividió originalmente el estado de Jalisco, dándosele también el título de villa. Tequila existe como municipio desde 1824, según decreto del 27 de marzo de ese año. El 9 de enero de 1874 por decreto 834, la villa de Tequila fue elevada a rango de ciudad. El 15 de enero de 1872 por decreto número 265 los departamentos de Ahualulco y Tequila se erigen en el 12 cantón.

Población total: 40,697 habitantes, 50.5% mujeres y 49.5 % hombres.

Geología: Los terrenos del municipio pertenecen al período terciario, y están compuestos por caliza, rocas ígneas extrusivas, riolita, andesita, basalto, toba y brecha volcánica.

Topografía: El municipio de Tequila está situado en diferentes relieves, tiene pocas tierras planas, a excepción de algunos pequeños valles, su orografía es muy irregular. A las orillas del río Santiago y Chico hay 700 metros sobre el nivel del mar; al sur del municipio se registran hasta 2,900 metros (cerro de Tequila); en la parte norte las alturas son de 1,700 y 1,800 metros, pero al este en la Sierra de Balcones hay alturas de 2,300 metros.

Clima: El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 23.2°C y tiene una precipitación media anual de 1,073.1 milímetros de régimen de lluvia en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son en dirección noreste y sureste. El promedio de días con heladas al año es de 0.4.

Hidrografía: El municipio tiene los ríos Grande o Santiago, Chico y Bolaños. Cuenta con los arroyos de Balcones, Picacho de Balcones, Joyas de las Tablas, El Maguey, Tejón, Barranco, Carrizal, Tequesquite, San Bartolo, Las Higueras, Piedras Grandes, Arroyo Hondo y Mirador. Cuenta con los manantiales de La Fundación, El Aguacatillo, La Gloria, La Toma y Los Azules; y la presa de Santa Rosa.

Suelo: Los suelos dominantes pertenecen al tipo luvisol crómico y órtico, y regosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el feozem lúvico y litosol.

Suelo dominante: Leptosol (36.52%), Luvisol (33.02%), Phaeozem (29.01%), Cambisol (0.51%) y Andosol (0.37%)

Vegetación: La flora está compuesta de pino, roble, madroño, mezcal, encino, mezquite, guamúchil, nopal, pitahayo, plátano, mango, huizache, limón, ciruelo y aguacate.

Fauna: La fauna está representada por especies como el venado, coyote, tejón, lagartijo, zorra, zorrillo, ardilla, armadillo, conejo, mapache y algunos reptiles y aves.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 28,430 hectáreas de bosque donde predominan especies de pino, roble, madroño, encino y mezquite, principalmente. Sus recursos minerales son yacimientos de oro, plata, plomo, cobre, ópalo, caolín y bentonita.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola y pecuario. La tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la propiedad privada.

Uso del suelo y vegetación: Agricultura (10.16%) y Zona urbana (0.29%) Bosque (50.80%), Selva 19.49%) y Pastizal (19.00%)

Uso potencial de la tierra: agrícola y pecuario

Para la agricultura mecanizada continua (3.11%)

Para la agricultura de tracción animal continua (7.65%)

Para la agricultura de tracción animal estacional (3.72%)

Para la agricultura manual estacional (3.69%)

No aptas para la agricultura (81.83%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (3.11%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (11.37%)



Secretaría de Medio Ambiente
y Desarrollo Territorial
GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO



Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (85.01%)

No aptas para uso pecuario (0.51%)

Amatitán

Significa entre los amates y se deriva de “amathe”, un árbol parecido al papel. Los primitivos pobladores pertenecieron a la familia nahuatlaca que disputaron estas tierras a otros naturales y se concentraron en el cerro del Chiquihuitillo. El cacique Teochican los expulsó y casi los exterminó en el mencionado cerro. Pertenecían al señorío de Etzatlán. En 1530 arribó Cristóbal de Oñate con unos franciscanos que encabezaba Fray Juan Calero, también conocido por fray Juan de la Esperanza o del Espíritu Santo. Lo mataron los indios en la sierra entre Ameca y Etzatlán durante la Gran Rebelión el día 5 de julio de 1541. No obtuvieron fruto alguno por la rebeldía de los naturales, finalmente el Virrey Antonio de Mendoza permaneció en Tequila hasta someterles destruyendo y combatiendo contra Diego Zacatecas, que encabezaba a los rebeldes. Amatitán se inició con 15 familias aborígenes, 5 peninsulares, 2 religiosos y varios mexicas que hablaban diferentes lenguas. Dependían por Cédula Real de Tequila. Antes de constituirse en municipio perteneció al departamento de Tequila en el cantón de Ahualulco. Fue el 13 de marzo de 1837 cuando se erigió en municipio.

Población total: 14,648 habitantes, 50.4% mujeres y 49.6 % hombres.

Topografía: Amatitán está formado por un valle localizado entre la cabecera y el río Santiago, extendiéndose un poco al oriente para lindar con el municipio de Tequila. La altura de estas tierras es de entre 1,050 y 1,100 metros sobre el nivel del mar, exceptuando la parte norte que toca con el río Santiago en lo que se conoce como Barranca de Achío en donde se registran alturas de 700 metros; al sur se encuentra el cerro de Amatitán con 2,200 metros. La mayor parte de su superficie es plana (60%); las zonas semiplanas y accidentadas se presentan en el territorio en una proporción de 20%, respectivamente.

Clima: El clima está considerado como semiseco, con invierno y primavera secos y semicálidos, sin estación invernal definida; con una temperatura media anual de 26.1° C y una precipitación media anual de 951.7 milímetros, y régimen de lluvias en los meses de junio, y julio. El promedio de heladas al año es de cinco, y los vientos dominantes son en dirección este.

Hidrografía: El municipio pertenece a la cuenca hidrológica Lerma- Chapala-Santiago, y con excepción del río Grande o Santiago y el Río Arenal, no tiene ninguna corriente fluvial de importancia.

Los principales arroyos que cruzan el municipio son: El Amatitán, El Ganado, Las Pilas, La Pólvora, San Antonio y Las Víboras, estos dos últimos son de caudal permanente durante la época de lluvias. Sus recursos hidrológicos se complementan con la presa Santa Rosa.

Suelos: El Valle de Amatitán tiene suelos luvisol vértico y crómico, con una textura fina en los primeros 30 centímetros del suelo. En el norte del municipio, en la ribera del Río Santiago, hay feozem háplico con textura media y gruesa, con fragmentos de piedra en la superficie y cerca de ella; tiene también una pequeña parte de vertisol pélico y su clase textural fina en los primeros 30 centímetros del piso. En las faldas de la mesa de San Juan los suelos son regosol eútrico, con textura mediana y gruesa, con lecho rocoso entre los 50 y 100 metros de profundidad.

Suelo dominante: Luvisol (58.91%), Leptosol (26.01%) y Phaeozem (10.86%)

Vegetación: Cuenta con una gran variedad de árboles frutales, arbustos y plantas de ornato; frutales: guayabo, aguacate, mamey, mango, ciruelo y limón; huizache, pitayo, nopal, guaje, y guamúchil, pino, roble entre otros.

Fauna: Existen diversas especies de animales silvestres como coyote, zorra, tlacuache, tejón, zorrillo, conejo, venado, armadillo, ardilla, gato montés y algunos reptiles.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 2,000 hectáreas de bosque donde predominan especies de roble y pino. Sus recursos minerales son yacimientos de mineral de hierro.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola (8,223 hectáreas), le siguen en orden de importancia: la actividad pecuaria con 7,021 hectáreas y 2,000 de uso forestal.

Uso del suelo y vegetación: Agricultura (50.61%) y Zona urbana (1.55%) Selva (24.07%), Bosque (14.06%) y Pastizal (7.04%)

La tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la propiedad privada (con 12,936 hectáreas), en las que 7,808 son ejidales. No existe propiedad comunal.

Uso potencial de la tierra: agrícola y pecuario

Para la agricultura mecanizada continua (40.50%)

Para la agricultura de tracción animal estacional (11.55%)

Para la agricultura manual estacional (3.54%)

No aptas para la agricultura (44.41%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (40.50%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (12.70%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (42.80%)

No aptas para uso pecuario (4.00%)

San Juanito de Escobedo

La fundación de esta población data desde antes de la conquista, en 1512. En el año de 1524 pasó por aquí en su viaje a Tepic, el conquistador español Francisco Cortés de San Buenaventura. Esta región estaba habitada por tribus chichimecas cuyos caciques eran Tenamaxtli y Goaxicar, señor éste de Xochultepec. La conquista que se inicia hacia 1529, tuvo como consecuencia posterior la fundación de Etzatlán y de aquí se emprende la catequización a toda la región. La conquista la efectuó Nuño de Guzmán. En 1541, durante la rebelión de la Gran Cazcana en la que se extendió la violencia, Fray Juan Calero, conocedor de la lengua indígena, solicitó hablar con los indios que se encontraban en el cerro de Tequila, pero al no tener éxito fue perseguido y muerto junto con su comitiva (Fray Juan Calero fue enterrado en Ameca, el 16 de junio de 1541). En el lugar de su muerte se levantó una ermita donde poco a poco se fueron instalando a su alrededor algunas familias, ya que por 1772 se le llamaba Pueblo Nuevo de San Juan; en este siglo se le cambió el nombre a San Juanito. El San Juan del siglo XVII se trazó conforme a las Ordenanzas españolas, con iglesia, plaza y calles a cordel. A principios del siglo XIX apenas había cinco casas con 5 familias venidas de Magdalena. Por 1870-75 se asentó en San Juanito el sacerdote Jesús Ramos, quien fue el estímulo para el progreso. Le sucedió el padre Manuel Baz. Para 1910 contaba ya con 1,875 habitantes. El día 30 de enero de 1930 se elevó, por decreto del Congreso, a la categoría de cabecera la comisaría de San Juanito; inmediatamente después, el 7 de febrero, fue erigido por decreto en municipio, con localidades segregadas de Etzatlán, disponiéndose que la cabecera municipal llevara el nombre de Antonio Escobedo, según decreto número 4499, se cambió de nombre en memoria del que fuera varias veces gobernador del Estado en los años de 1836-1848, y a quien se debió la construcción de la antigua penitenciaría en parte de los terrenos donde ahora se encuentra el parque de la Revolución. Su primer presidente municipal fue el Sr. José María Ávila.

Población total: 8,896 habitantes, 49.8% mujeres y 50.4 % hombres.

Geología: Su constitución es de basalto, con manchas de toba y brecha volcánica.

Topografía: La mayor parte de la superficie del municipio es plana con tierras de labor, cuenta con algunas elevaciones como el cerro Piedra Rosilla, el de Calabazas y el de Tequila, cerca del pueblo de Los Reyes y La Machaca.

Clima: El clima es semiseco, semicálido. La temperatura media anual es de 19.9° C, tiene una precipitación anual de 973 mm con régimen de lluvias entre los meses de junio y septiembre.

El promedio de días con heladas al año es de 26.5.

Hidrografía: El municipio pertenece a la cuenca hidrológica Lerma-Santiago Pacífico- Centro, no lo cruza ningún río; pertenece al sistema de riego del Valle de Magdalena y funge como regulador de los excedentes de las lluvias. Las principales corrientes acuíferas las representan los arroyos Los Robles, La Sidra, Los Laureles y Piedras Negras. Al sur de la cabecera se encuentra la Laguna Colorada.

Suelos: Los tipos de suelo son feozem háplico, asociados con cambisol crómico en lomas y cerros, y luvisol crómico en las partes bajas.

Suelo dominante: Phaeozem (55.64%), Vertisol (20.30%), Regosol (7.08%), Luvisol (5.81%), Leptosol (2.87%), Andosol (2.19%) y Cambisol (1.97%)

Vegetación: Su vegetación se compone básicamente de pino, roble, encino, palo dulce, higueras, pochote y algo de monte negro.

Fauna: La fauna la integran especies como venado, jabalí, armadillo, tejón, tlacuache, liebre, conejo, coyote y aves como codorniz, güilota y pato. Los peces se extinguieron por la contaminación de las aguas.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 1,200 hectáreas de bosque donde predominan especies de encino, pino y roble.

Sus recursos minerales son yacimientos de mineral de hierro.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola y la tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la propiedad ejidal y el resto propiedad privada.

Uso del suelo y vegetación: Agricultura (56.81%), Zona urbana (1.27%) y Cuerpo de agua (0.19%) Bosque (23.97%), Selva (9.88%), Pastizal (5.62%) y Otro (2.26%).

Uso potencial de la tierra: agrícola y pecuario

Para la agricultura mecanizada continua (48.76%)

Para la agricultura de tracción animal estacional (27.86%)

No aptas para la agricultura (23.38%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (48.76%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (27.86%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (19.48%)

No aptas para uso pecuario (3.90%)

Teuchitlán

Teuchitlán o Teutzitlán se interpreta como lugar dedicado a la divinidad, lugar del dios tenoch o lugar dedicado al dios reverenciado. La fundación del poblado se remonta a los aztecas que lo erigieron en un cerro denominado Huachimontón, al norte de su actual asiento. Fue cacicazgo dependiente del señorío de Etzatlán y lo habitaban las tribus de los tecos. Lo conquistó Francisco Cortés de San Buenaventura en 1524. En 1530 llega Nuño de Guzmán. También pasó por el poblado el Virrey Antonio de Mendoza cuando vino a verificar la pacificación de los naturales. El río que lleva el nombre del poblado marcó los linderos entre la Nueva Galicia y la Nueva España. En 1825 comprendía las siguientes haciendas y ranchos: Las Fuentes, Estanzuela, Labor, Paso de Flores y Laja. Desde esa misma fecha también perteneció al 5º. Cantón de Etzatlán hasta 1872 en que pasa a depender del 12 de Tequila. En 1837 la población era ya cabecera del municipio, según se desprende del decreto del 6 de octubre de ese año.

Teuchitlán es conocido por la presencia de un centro ceremonial prehispánico llamado Guachimontones en honor del cerro homónimo donde se localiza. Este centro ha sido recientemente excavado (a partir de 1999), estudiado y parcialmente restaurado por un equipo mixto de arqueólogos locales y extranjeros. Este centro ceremonial incluye varias construcciones con un estilo arquitectónico peculiar, está constituido por 10 altares ceremoniales, 3 juegos de pelota (ullama), 5 talleres de obsidiana y la tercera beta de minas de obsidiana más grande del mundo. El camino está en buenas condiciones pues se trata de un empedrado ecológico. Aquí se puede disfrutar de vivencias místicas, fotografía paisajística y arqueología.

Geología: Los terrenos del municipio están compuestos por basalto, rocas ígneas extrusivas ácidas, toba y brecha volcánica.

Topografía: Las zonas planas del municipio ocupan un 40%. Existen escasas zonas accidentadas (4% del territorio). Al norte se encuentra parte del Volcán de Tequila. Más de la mitad del territorio municipal está conformado por zonas semiplanas (56%), con lomas poco elevadas.

Clima: El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos sin estación invernal bien definida. La temperatura media anual es de 21° C, con una máxima de 29.7° C y mínima de 13° C. Tiene una precipitación media anual de 1,008.5 milímetros con régimen de lluvia en los meses de julio a septiembre. Los vientos dominantes son en dirección del noreste de enero a

septiembre y en dirección del noreste al sureste de octubre a noviembre. El promedio de días con heladas al año es de 9.8.

Hidrografía: El municipio pertenece a la cuenca del Pacífico, subcuenca del río Ameca. Su principal corriente es el río Salado, y los arroyos de Chapulimita, Los Otates y El Agüilote. Cuenta con las presas de La Vega y La Lobera; y cuenta también con los manantiales de El Rincón. Estos manantiales, al igual que el río Salado y los arroyos mencionados desembocan en la presa La Vega.

Estos recursos pertenecen a la cuenca del Pacífico, subcuenca del río Ameca.

Suelos: Los suelos dominantes pertenecen al tipo feozem háplico, cambisol crómico; y como suelos asociados se encuentran planosol eútrico y regosol eútrico.

Suelo dominante: Phaeozem (37.66%), Leptosol (23.29%), Luvisol (10.84%), Planosol (10.01%), Arenosol (8.61%) y Vertisol (0.58%),

Vegetación: En la flora predominan pastos naturales, pino, encino y oyamel; así como guamúchil e higuera.

Fauna: En la fauna existen especies como el venado, armadillo y tejón.

Recursos Naturales: La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 180 hectáreas de bosque donde predominan especies de encino, pino y oyamel, principalmente.

Uso del Suelo: La mayor parte del suelo tiene un uso pecuario (16,642 hectáreas), 8,930 hectáreas son utilizadas con fines agrícolas, 35 de suelo urbano, 18 forestal y 2,928 hectáreas tienen otro uso. La tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la propiedad privada (16,290 hectáreas), seguidas por la propiedad ejidal (12,263 hectáreas), no existiendo la propiedad comunal.

Uso del suelo y vegetación: Agricultura (51.99%) y Zona urbana (0.98%) Pastizal (13.36%), Selva (12.38%), Bosque (10.43%) y Mezquital (2.83%).

Uso potencial de la tierra: agrícola y pecuario

Mecanizada continua (51.76%)

De tracción animal continua (24.09%)

De tracción animal estacional (3.29%) Manual estacional (11.40%)

No aptas para la agricultura (9.46%)

Para el desarrollo de praderas cultivadas (51.76%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (27.38%)

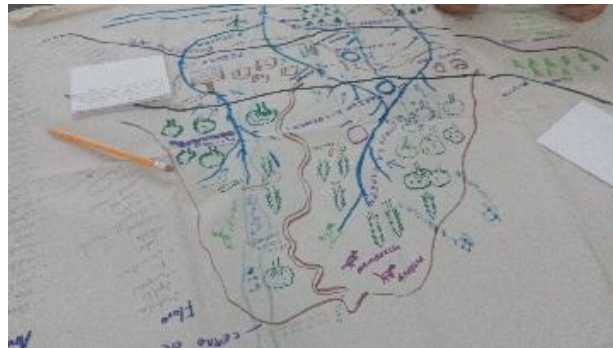
Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (11.40%)

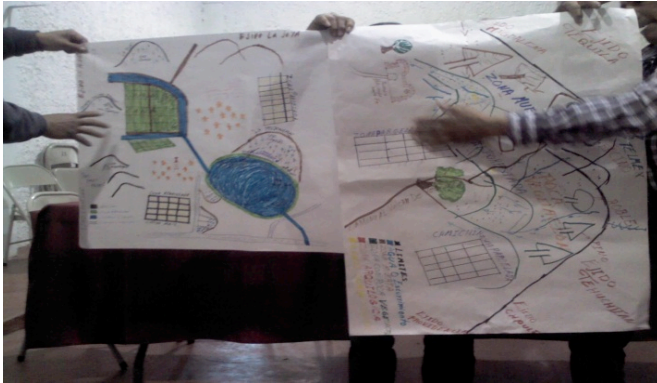
No aptas para uso pecuario (9.46%)

Archivo fotográfico

Talleres en San Juanito de Escobedo, 18 y 22 de febrero de 2014 y Talleres en Tequila, 01, 08 y 15 de Marzo de 2014









7. Diagnóstico y prospección.

7.1 Se deben evaluar las condiciones cualitativas y cuantitativas en que se encuentran los componentes de los medios natural y construido del área propuesta e identificar la problemática ambiental del recurso agua, a fin de puntualizar si existe contaminación, desperdicio, sobreexplotación y azolve en cuerpos de agua, disponibilidad, entre otras.

De acuerdo al inventario biofísico del polígono y su área de influencia, las condiciones cualitativas y cuantitativas de los componentes son las siguientes:

Recursos hídricos.

En el sitio inciden cuatro acuíferos que suman una disponibilidad media anual (DAS) de agua de alrededor de 115'857,797 m³ anuales (ciento quince millones ochocientos cincuenta y siete mil setecientos noventa y siete metros cúbicos), esta cantidad es importante y ninguno de los acuíferos presenta déficit, aunque en la parte sur del polígono, se ha decretado veda por ser el acuífero Arenal el de menor disponibilidad .

Todos los acuíferos identifican la importancia del Volcán de Tequila como zona de recarga y principalmente de generación de lluvia, asimismo, las escorrentías son un aporte importante para las presas Santa Rosa, La Vega y Colorada que son fuente de abastecimiento de los productores asentados en los valles de Ameca, Ahualulco, San Juanito Escobedo y Tequila.

Por otro lado, la problemática en este rubro se refiere al acceso al recurso, los agricultores y ganaderos expresan la dificultad de perforar por los costos económicos, aunado a la inexistencia de cuerpos de agua naturales y/o superficiales para el almacenamiento de agua. Esta condición podría revertirse con la planeación adecuada dentro del Programa de Manejo, para acceder a apoyos al sector primario.

La infraestructura para el manejo y aprovechamiento de agua en la zona de influencia más cercana al volcán son: las presas de la Vega en Teuchitlán, la de Santa Rosa en Amatitán y La Colorada en San Juanito de Escobedo, así como las Lagunas de San Andrés entre San Juanito Escobedo y Magdalena, la Laguna

Magdalena en el municipio del mismo nombre y la pequeña Laguna Colorada en El Arenal.

Esta infraestructura ofrece un atractivo turístico y es una característica cultural de la zona con un majeo regular que se rige por las estaciones del año, así también en ellas se ha desarrollado la producción de peces y ranas para consumo de la región.

La problemática identificada con el recurso agua durante los talleres participativos con comunidades aledañas al volcán tequila se puede sintetizar así:

MUNICIPIO	PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA POR ACTORES LOCALES
Tequila	Contaminación de cuerpos de agua locales por procesos industriales tequileros. Desperdicio de agua tanto en localidades y cabecera como en actividades agropecuarias.
San Juanito de Escobedo	Contaminación de agua por uso excesivo de plaguicidas. Escases de agua o encarecimiento de los insumos y obras para acceder a agua.
Magdalena	Contaminación de agua por industria tequilera y por drenajes directos.
El Arenal	Contaminación del río El Arenal por descargas y en general de todos los ríos y arroyos del municipio.

Las funciones ambientales que cumple el volcán tequila, son indispensables para la recarga de los acuíferos de la región, como se expresó en los puntos anteriores, el volcán permite, en condiciones normales de calidad de su cubierta vegetal, la captura y recarga de acuíferos con los temporales anuales, de hecho en las faldas del volcán la humedad natural permite tener cultivos exitosos sin riego, meses después de terminado el temporal de lluvias, la zona cuenta con los merecimientos suficientes para considerarse con un potencial para alcanzar el decreto como área natural protegida en la modalidad de Protección Hidrológica.

Recursos Bióticos (flora y fauna).

Los diferentes tipos de vegetación que se encuentran en el polígono propician una amplia diversidad biológica; aunado a lo anterior, los ecosistemas de transición, conocidos como ecotonos, desempeñan una importante función biológica para la conservación de los tipos de vegetación que se conectan entre sí, pues amortiguan y blindan estos espacios, mediante complejas relaciones simbióticas de especies animales y vegetales. Esta condición le confiere al ecotono un incremento de la vulnerabilidad y fragilidad ambiental por lo que a protección de estos espacios es de vital importancia para la conservación del ecosistema en general.

Durante los talleres participativos, habitantes de la comunidad de Tequila argumentan que en las faldas del volcán en la cara que da a tequila hay una gran cantidad de animales de monte, que ponen en riesgo a sus animales de granja, reportan, lince, tejón, mapaches, tlacuaches y coyotes.

Así también en la zona de San Juanito de Escobedo se reportó la presencia de venado cola blanca, el cual es cazado con regularidad por los lugareños y de pecarí de collar, que se convierte en una especie perjudicial para sus cultivos.

Estos reportes y los estudios de fauna presentados en este documento nos dan una idea de que en términos generales existe un entorno con indicadores de una buena calidad de la fauna y la flora del lugar.

Sin embargo los cambios de uso de suelo, la pérdida de suelos productivos y la deforestación en la zona son una constante en la problemática socioambiental que es expresada en los talleres participativos que se realizaron con pobladores de varias de las comunidades aledañas al volcán (ver anexos del punto 1.6).

De continuar la tendencia de deforestación en la zona el volcán perdería gran parte de su capacidad de cumplir con los procesos de captación y recarga de los mantos acuíferos de la región.

Con esto se tiene un respaldo para plantear la necesidad de consolidar un modelo de conservación de la región a partir de algún tipo de declaratoria de la zona del volcán como área natural protegida, que busque los mecanismos de manera participativa de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y asegure la participación de las comunidades en la protección de los mismos.

Existen consideraciones sobre estrategias de conservación desde la CONANP en conjunto con la CONABIO para esta zona de Jalisco:

Estrategias institucionales de protección de recursos naturales o prioritarios para la conservación.

- De acuerdo a la CONABIO (2007), más del 50% de la superficie total del polígono de estudio, se encuentra categorizado como sitio de atención prioritaria extrema y alta. (anexo Mapa No. XXX). La tendencia a la fragmentación que presenta el macizo volcánico del Volcán de Tequila, en relación con el bosque La Primavera al sur, la Sierra del Águila al oeste, la Barranca del Río Santiago al este y la Sierra Norte de Jalisco, es una justificante biológica y ambiental que obliga a considerar estrategias de conservación de este sitio para mantener la conectividad ecosistémica con las áreas mencionadas y garantizar los servicios ambientales que prestan en conjunto.
- La misma CONABIO en su mapa temático de Vacíos y Omisiones de la Biodiversidad, no establece consideración alguna para el polígono, siendo el caso más cercano el Bosque La Primavera, señalado como de importancia media en el mapa citado.
- En el mapa de Regiones Hidrológica Prioritarias de la CONABIO, se distinguen los cuerpos de agua, Sitios Ramsar y Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Dentro de éstas últimas se encuentra la Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego 043 estado de Nayarit, con un decreto que data del año 1949, con la categoría de Área de Protección de los Recursos Naturales Zona Protectora Forestal, sin embargo, nunca se cumplieron los protocolos y procesos de formalización en cuanto a la administración y manejo del área, por lo que actualmente carece de sustento legal para regular o incidir en los procesos de aprovechamiento o desarrollo del sitio.

Sin embargo los más acercado a tener un modelo de conservación integral lo propondría un Plan Maestro de Manejo de la zona, teniéndola como Área Natural Protegida.

7.2 Una vez elaborado el diagnóstico de las condiciones cualitativas y cuantitativas de los recursos naturales del área propuesta, así como del recurso agua, se debe realizar un análisis tendencial de los mismos.

En un marco de riesgo por cambio climático y calentamiento global se presenta el siguiente análisis:

ANÁLISIS TENDENCIAL DE LOS RECURSOS NATURALES DEL ÁREA DEL VOLCÁN TEQUILA			
Componente o recurso	Diagnóstico	Tendencia del recurso a mediano plazo	
		Sin manejo	Con manejo desde un ANP
agua	En cuanto al aprovechamiento de este recurso existen grandes disparidades, para algunos el recurso abunda y para otros no. Para los pobladores de las zonas más cercanas al volcán es difícil el acceso al agua debido a que ésta se concentra en los pocos cuerpos de agua que existen. La perforación de pozos no es opción ya que los suelos son muy duros y el agua se encuentra muy abajo. Para quien vive en las zonas más alejadas es fácil	Habría desabasto de agua y se incrementarían las diferencias entre los pobladores que la usan mucho y hasta la desperdician y los que apenas tienen acceso a ella. se incrementa el riesgo de contaminación de cuerpos de agua así como del manto freático por agroquímicos, pesticidas y por residuos de la industria local. Inminente riesgo de contaminación del recurso por una mala gestión de	Se plantea un estudio de uso eficiente del agua para la zona, se implementan acciones para la dotación de agua en comunidades a través de acciones de captación de agua de lluvia, de conservación de humedales y se genera una red de usuarios del recurso con pozos. Se implementan las acciones necesarias para prevenir el vertimiento de contaminantes a los cuerpos de agua y a manto freático

	<p>acceder ya que se pueden perforar pozos y el acceso a los cuerpos de agua es sencillo.</p> <p>Las fuentes de agua de la zona se encuentran en riesgo de contaminación por agroquímicos, pesticidas y por residuos de la industria local.</p> <p>No hay una gestión adecuada de aguas residuales de los centros poblacionales de la región.</p>	<p>aguas residuales de los centros poblacionales.</p>	<p>mediante la promoción de alternativas de gestión adecuada de residuos y de la promoción a acciones de agricultura alternativa.</p> <p>Se implementan acciones de manejo adecuando del agua residual de centros poblacionales y la construcción de plantas de tratamiento.</p>
suelo	<p>Existe un aumento paulatino de la frontera agrícola sobre los terrenos forestales, en algunos casos esto deviene en procesos incipientes de desertificación o pérdida total de la cubierta vegetal, por ende en la pérdida de suelos.</p> <p>La ganadería no estabulada representa un riesgo para la compactación y</p>	<p>Crecen los índices de deforestación y desertificación en zonas aledañas al volcán.</p> <p>Grandes extensiones de tierra no pueden ser utilizadas para ningún fin debido a que los suelos están empobrecidos y contaminados, se crea una crisis de la producción agropecuaria.</p> <p>Ganadería no estabulada agrede al suelo</p>	<p>Se desarrolla un programa integral de conservación de suelos y de reconversión agrícola para promover agroforesterías o producciones agrícolas alternativas.</p> <p>Se recupera la capa vegetal con un proyecto integral que promueva la agricultura y el aprovechamiento boscoso de manera</p>

	<p>erosión del suelo.</p> <p>También existe el riesgo de contaminación de suelo por agroquímicos, pesticidas y por residuos de la industria local.</p>	<p>deforestando y compactándolo.</p>	<p>sostenible.</p> <p>Se proponen modelos de ganadería que disminuyan el impacto negativo hacia la vegetación y el suelo.</p>
Flora y fauna	<p>Por parte de los pobladores de la zona se reporta el avistamiento de gran cantidad de especies (venado, pecarí, lince, coyote, incluso puma) sin embargo también se reporta una alta actividad de cacería furtiva en la zona.</p> <p>No existen UMAS registradas para las faldas del volcán ni su zona de influencia.</p> <p>Se reporta también tala ilegal en las zonas de bosque pino- encino y la devastación de las zonas de selva baja para leña. No existen autorizaciones de cambio de uso de suelo ni aprovechamientos forestales para la</p>	<p>Se incrementan las zonas deforestadas y con esto aumenta el riesgo de pérdida de suelos por erosión y contaminación.</p> <p>Se pierden relictos de vegetación nativa en las faldas del volcán y aumenta la deforestación en zonas más altas (pérdida de la biodiversidad de la zona).</p> <p>Aumenta la vegetación secundaria y la invasión de especies exóticas.</p> <p>La ganadería no estabulada detienen los procesos naturales de sucesión vegetal y reforestación y crea pérdida de suelo por</p>	<p>Se plantea un programa integral de reforestación y conservación de los distintos estratos vegetales, así como de la fauna nativa de la región.</p> <p>Se promueven proyectos de conservación y recuperación de zonas forestales con pago de servicios ambientales y de reforestación.</p> <p>Se plantea la implementación de unidades de manejo para la vida silvestre (UMA's).</p> <p>Se desarrollan estudios para generar plantaciones forestales comerciales, para</p>

	<p>zona de las faldas del volcán y su área de influencia.</p> <p>La ganadería no estabulada agrede la vegetación original impactando en los procesos naturales de sucesión vegetal y reforestación.</p> <p>Hay cambios de uso de suelo para el cultivo de agave sin que haya una planeación de cultivos para verificar la viabilidad de los mismos.</p>	<p>compactación.</p> <p>Disminuye la cantidad de especies animales y vegetales así como el número de sus poblaciones.</p> <p>La zona pierde su potencial biodiverso y sus posibles especies endémicas.</p>	<p>cultivos alternativos de especies no maderables y para cultivos agrícolas convencionales.</p> <p>Se desarrollan los estudios de conservación de fauna y se implementan acciones inmediatas.</p> <p>Se proponen modelos de ganadería que disminuyan el impacto negativo hacia la vegetación y el suelo.</p>
<p>Poblaciones humanas</p>	<p>Se tienen identificados asentamientos humanos dentro de la zona del polígono para la protección del Volcán de Tequila. Por municipio son al menos dos asentamientos importantes en número de pobladores los que existen en la zona de influencia de dicho polígono.</p>	<p>Se continua con el modelo de aprovechamiento de recursos naturales actual, con eso se aumenta el riesgo de perpetuar las practicas que generan los problemas socioambientales arriba descritos, los modelos de aprovechamiento no generan riqueza bien distribuida y promueven la migración, así como</p>	<p>Se involucra a las poblaciones dentro del área de influencia del polígono a proteger para que participen en los planteamientos de los modelos de conservación y aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales.</p> <p>Se buscan soluciones a conflictos por posesión de la tierra y por posesión y uso</p>

	<p>Las condiciones socioambientales son muy parecidas en los cuatro municipios, variando un poco en Tequila debido a su actividad turística y a la superioridad de los ingresos per cápita que ahí se generan.</p> <p>Los asentamientos colindantes con el polígono de conservación del volcán tequila son preferentemente rurales.</p> <p>La mayoría de sus habitantes viven del trabajo de sus parcelas, de rentarlas o de aprovechar directamente sus recursos naturales.</p> <p>Enfrentan principalmente problemas de posesión de la tierra, falta de agua, pocos recursos para la implementación de procesos agropecuarios</p>	<p>la depredación de su entorno más próximo.</p> <p>Se incrementan los conflictos entre personas y comunidades por la posesión de la tierra, el uso del agua y el aprovechamiento de recursos naturales.</p>	<p>del agua.</p> <p>Se promueven modelos agropecuarios alternativos y empresas enfocadas al turismo alternativo o sustentable.</p> <p>Se definen modelos de generación de bienestar y riqueza a partir del aprovechamiento sustentable de recursos de la región.</p>
--	---	--	--

	exitosos y de bajo impacto ambiental.		
--	--	--	--

8. Delimitación de las unidades de manejo

Zonificación

La zonificación es la herramienta de planeación que permite organizar el territorio y dividir el área natural protegida en unidades que sean capaces de manejarse para hacer frente a los objetivos específicos de la misma. Permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y del potencial para determinadas actividades.

8.1 Criterios de zonificación

En la zonificación se consideran los propósitos de conservación y manejo del área protegida, las características de cada ecosistema, la vocación de cada zona, las actividades productivas, la localización de los asentamientos humanos, el uso potencial del suelo, la experiencia de técnicos e investigadores y el grado de conservación de los ecosistemas presentes.

Para el caso del Volcán de Tequila, los criterios generales para la zonificación fueron los siguientes:

- Estado de conservación de los ecosistemas presentes.
- El uso actual del suelo.
- Las actividades de recreación y visita.
- Áreas susceptibles para el turismo de bajo impacto.
- La infraestructura establecida

8.2 Zonas y Subzonas

Zona de protección (ZP)

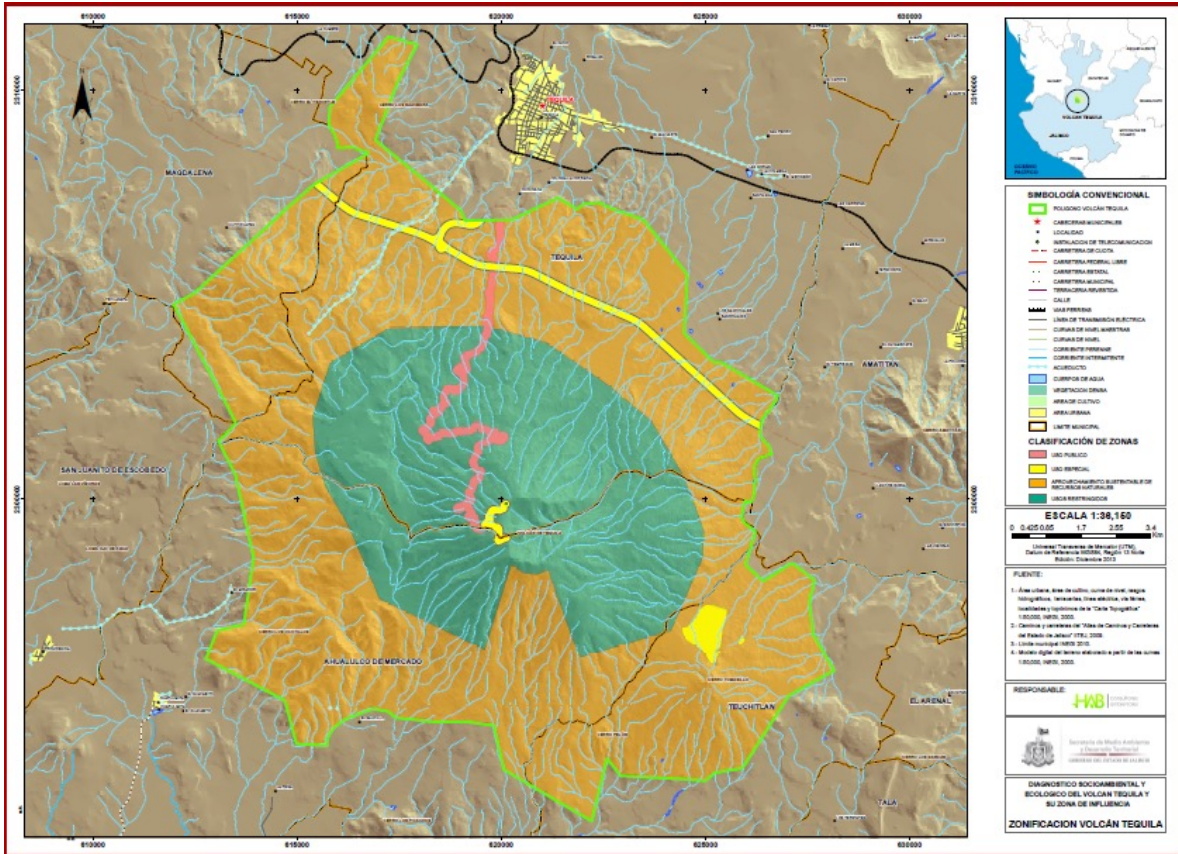
1. Subzona de usos restringidos

Zona de Amortiguamiento (ZA)

1. Subzona de uso público
2. Subzona de uso especial
3. Subzona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales

Zonificación	Subzonas	Superficie (ha)	No. De unidades	% del Área
Protección	Subzona de usos restringidos	5276.94	1	30.24
Amortiguamiento	Subzona de uso público	262.13	1	1.50
	Subzona de uso especial	412.00	4	2.36
	Subzona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales	11496.23	1	65.89
Total		17446.92	7	100

Mapa de zonificación del Volcán de Tequila.



8.3 Subzona de usos restringidos.

Esta subzona hace referencia a aquella superficie que presenta poca alteración y representan el 30% de la superficie del área. En esta superficie, se encuentra la mayor parte del área en mejores circunstancias de conservación.

SUBZONA DE USOS RESTRINGIDOS	
Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
1.- Establecimiento de señales informativas. 2.- Colecta de germoplasma para propagación de especies nativas. 3.- Construcción de instalaciones para el manejo y vigilancia. 4.- Reforestación. 5.- Obras de conservación de suelos. 6.- Educación Ambiental. 7.- Actividades de turismo alternativo. 8.- Aprovechamiento de especies no forestales para autoconsumo. 9.- Colecta científica. 10.- Campismo.	1. Ciclismo y motociclismo 2. Establecimiento de viveros 3. Actividades agrícolas 4. Apertura de nuevos senderos 5. Ampliación de caminos 6. Exploración minera 7. Explotación de bancos de material geológico.

8. 4 Subzona de uso público

La Subzona de uso público, corresponde a lo largo del camino que conduce a las antenas, presenta atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas. Es en esta parte del Volcán de Tequila, donde se llevan a cabo las visitas de manera genberal.

SUBZONA DE USO PÚBLICO	
Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
1.- Actividades recreativas. 2.- Actividades de turismo alternativo. 3.- Campismo. 4.- Senderos interpretativos. 5.- Reforestación. 6.- Mantenimiento de veredas. 7.- Construcción de infraestructura para servicios turísticos. 8.- Restauración 9.- Educación Ambiental. 10.- Colecta científica. 11.- Mantenimiento al camino. 12.- Señalización con fines de administración y delimitación.	1.- Establecimiento de viveros. 2.- Actividades agrícolas y agroforestales. 3.- Actividades ganaderas. 4.- Exploración minera. 5.- Explotación de bancos de material para rehabilitación de caminos del ANP. 6.- Tránsito de vehículos motorizados

8.5 Subzona de uso especial

La subzona de uso especial, corresponde a la infraestructura presente en la zona, como son la autopista Guadalajara-Tepic, el área de las antenas, localizada en la Tetilla del Volcán y al fraccionamiento Tierra de dioses.

SUBZONA DE USO ESPECIAL	
Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
1.- Mantenimiento de instalaciones. 2.- Equipamiento. 3.- Señalización. 4.- Reforestación. 5.- Obras de conservación de suelos. 6.- Educación Ambiental. 7.- Actividades de turismo alternativo. 8.- Campismo.	1. Cambio de uso de suelo. 2. Introducción de especies exóticas. 3. Iluminación fluorescente.

8.6 Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

Esta subzona esta representada por aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados y por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.

En esta subzona se permitirá exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

SUBZONA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES	
Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
<p>1.- Actividades recreativas</p> <p>2.- Actividades de turismo alternativo</p> <p>3.- Campismo</p> <p>4.- Senderos interpretativos</p> <p>6.- Establecimiento de viveros</p> <p>7.- Colectas científicas</p> <p>8.- Reforestación</p> <p>9.- Establecimiento de criaderos de fauna silvestre con fines de conservación</p> <p>10.- Aprovechamiento forestal de autoconsumo</p> <p>11.- Aprovechamiento de especies no maderables para autoconsumo</p> <p>12.- Actividades agrícolas y agroforestales</p> <p>14.- Ampliación de caminos</p> <p>15.- Construcción de instalaciones para manejo, vigilancia e investigación del área</p> <p>17.- Exploración minera</p> <p>18.- Explotación de bancos de material para rehabilitación de caminos del ANP</p> <p>19.- Restauración.</p> <p>20.- Educación Ambiental</p>	<p>5.- Motociclismo</p> <p>13.- Apertura de nuevos senderos</p> <p>16.- Construcción de infraestructura para servicios turísticos</p>

8.7 Delimitación del área para establecer las unidades de manejo, y considerar las condiciones que afectan el recurso agua, el uso actual, el cumplimiento de los objetivos en la normatividad vigente, las practicas productivas con base en los siguientes criterios:

- **Unidades de manejo para el aprovechamiento productivo**
- **Unidades de manejo para el aprovechamiento hídrico**
- **Unidades de manejo para la recuperación**

Después del análisis de las características presentes en el volcán de tequila se determinó la delimitación de la zona que reúne las condiciones ambientales, sociales y económicas que pueden representar un beneficio ambiental alto, en donde se pudiera establecer un área de protección que principalmente beneficiaría a la recarga de acuíferos gracias al alto grado de escorrentías y filtraciones que presenta pero que no han sido resguardadas limitando así este efecto. Asimismo, se establecerían zonas de aprovechamiento sustentable dada la actividad de extracción forestal regulada que se lleva en algunas secciones; las partes restantes corresponderían a infraestructura y turismo (uso público).

9. Programa de manejo del área.

El propósito de este programa es exponer las líneas de conservación del Volcán de Tequila sustentado en el análisis de la importancia de la región, sus amenazas, las áreas críticas y las propuestas de manejo. Para tal fin, la información sigue una secuencia lógica, partiendo de un conocimiento de los elementos físico-biológicos y socioeconómicos que lo conforman, se identifica el estado que guardan y los procesos que ponen en riesgo su viabilidad, proponiéndose acciones que resguarden este importante ecosistema. Del mismo modo se establecen los criterios normativos y los parámetros de evaluación de la efectividad de la instrumentación de las acciones para la toma de decisiones respecto a la eficaz protección del Área. Del mismo modo se establecen los criterios normativos y los parámetros de evaluación de la efectividad de la instrumentación de las acciones para la toma de decisiones respecto a la eficaz protección del Área.

9.1 Programa de Manejo de la Reserva Hidrológica Volcán de Tequila.

9.1.1 Objetivos del Programa de Manejo

Objetivo general

- Constituir el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración de la Reserva Hidrológica Volcán de Tequila.

Objetivos específicos

- **Protección.-** Favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.
- **Manejo.-** Establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación del ANP, a través de proyectos alternativos y la promoción de actividades de desarrollo sustentable.

- **Restauración.-** Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos naturales, facilitando la continuidad de los procesos naturales en los ecosistemas.
- **Conocimiento.-** Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación, la toma de decisiones y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad.
- **Cultura.-** Promover acciones de conservación Indirecta, propiciando la participación activa de las comunidades, mediante la identidad, difusión y educación para la conservación.
- **Gestión.-** Establecer las formas en que se organizará la administración del ANP por parte de la autoridad correspondiente, así como los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos, comunidades, instituciones, grupos y organizaciones sociales.

9.2 Subprogramas de Conservación

La operación, manejo y administración del área natural protegida se orienta a establecer un sistema de administración que permita alcanzar los objetivos de conservación y manejo de los ecosistemas y sus distintos elementos, y en congruencia con los lineamientos de sustentabilidad que establecen el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 y el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2013-2018. Se divide en 5 grandes componentes que son protección, manejo, gestión, investigación y difusión.

Basados en la problemática existente y en las necesidades del área natural protegida, los subprogramas se enfocan a desarrollar componentes en forma ordenada y priorizada, con acciones orientadas a dirigir recursos, esfuerzos y potencialidades para el logro de los objetivos de conservación de área Protegida. Dichos subprogramas están integrados en diferentes componentes, mismos que prevén objetivos específicos, metas y resultados esperados, detallando actividades y acciones a realizarse.

Por lo anterior, la instrumentación se realiza a partir de la siguiente estructura:

- Subprograma Protección
- Subprograma Manejo
- Subprograma Restauración
- Subprograma Conocimiento
- Subprograma Cultura
- Subprograma Gestión

Los alcances de los subprogramas del presente Programa de Manejo serán: El corto plazo (C) se refiere a un período de entre uno y dos años, el mediano plazo (M) es un período de tres a cuatro años, y el largo plazo (L) se refiere a un período mayor a cinco años y la categoría de permanente (P) se asigna a las acciones o actividades que se deberán operar por plazos indefinidos.

9.3 Subprograma Protección

Introducción

Detalla acciones de inspección, vigilancia, prevención de ilícitos, atención a contingencias y la protección contra especies invasoras y especies nocivas. Las acciones de protección están orientadas a asegurar la continuidad de los procesos evolutivos y fortalecen el cumplimiento del principal objetivo de las áreas naturales protegidas, y a través de la formulación y ejecución de acciones directas se prevé la conservación de la biodiversidad a largo plazo.

Objetivo general

Favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica del ANP, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar y controlar el deterioro de los ecosistemas.

Estrategias generales

Protección de la diversidad biológica a través del establecimiento de programas de vigilancia y acciones de preservación de sitios con importancia biológica, con la participación activa de los actores locales y los diferentes órdenes de gobierno.

Fortalecer la coordinación interinstitucional para acciones que favorezcan la protección de los ecosistemas.

Garantizar la conservación de especies en peligro de extinción, amenazadas, endémicas raras y las sujetas a protección especial, mediante acciones coordinadas con instituciones del sector gubernamental, el sector académico, la sociedad civil organizada y con los pobladores locales.

Prevenir, controlar y en su caso erradicar especies invasoras, nocivas o exóticas, mediante un programa interinstitucional que contemple acciones de difusión y operación de todos los sectores y actores involucrados en esta problemática.

Promover los mecanismos de conservación voluntaria de terrenos ubicados en las zonas de amortiguamiento y de influencia del ANP.

Promover y vigilar la aplicación de la normatividad vigente en materia ambiental.

9.3.1 Componente inspección y vigilancia

La presencia de especies de interés cinegético y comercial, el desconocimiento de mejores prácticas de aprovechamiento de los recursos forestales por los dueños y poseedores en que integran el área, son de las principales causas de la presencia de ilícitos ambientales y el aprovechamiento desordenado de los recursos, la cacería y extracción de varias especies, la utilización de maderas para leña, postes y la construcción, recursos forestales no maderables como medicinales, comestibles y combustibles. La minería aunque no tiene actividades relevantes o de alto impacto en el área si hacen necesaria la implementación de un sistema coordinado de inspección y vigilancia.

Objetivos particulares

Generar un programa permanente de inspección y vigilancia, a través de la coordinación interinstitucional y la participación local, que permita disminuir los ilícitos ambientales en el Área Natural Protegida.

Metas y resultados esperados

Reducir en cinco años un 50% de los ilícitos ambientales a través de la operación del Programa de Inspección y Vigilancia.

Contar en cinco años con al menos con 4 comités de vigilancia participativa permanente, que favorezcan la disminución de los ilícitos ambientales.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Elaboración e implementación de un Programa de Inspección y Vigilancia</i>	
Elaboración conjunta entre la SEMADET, PROEPA del Programa de Inspección y Vigilancia.	C
Instrumentación de un convenio de colaboración entre los Ayuntamientos de Amatitán, Tequila, Magdalena, San Juanito de Escobedo, Ahualulco y Tehuchitlán con SEMADET, PROEPA para el desarrollo de las actividades de inspección y vigilancia.	M
<i>Comités de Vigilancia Ambiental Participativa</i>	
Conformación de Comités de Vigilancia Ambiental Participativa con los Ejidos, Comunidades y Pequeños Propietarios en el área protegida.	C
Capacitar y equipar los Comités de Vigilancia Participativa	C
Impulsar intercambios de experiencias entre los Comités de Vigilancia Participativa	M
Atender y dar seguimiento a las denuncias realizadas por los Comités	P
<i>Recorridos de vigilancia</i>	
Realizar recorridos de inspección y vigilancia en coordinación con las autoridades competentes.	P
Realizar visitas de campo conjuntas, como parte de las opiniones y autorizaciones que la SEMADET y la SEMARNAT realiza, a proyectos forestales, de obras y	P

actividades, mineros, y otros que requiera la intervención de la Institución. (No se copia completo)	
--	--

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.3.2 Componente prevención, control y combate de incendios y contingencias ambientales

Las prácticas agrícolas en la franja de cultivo de agave y las quemadas para cultivos de temporal y la elaboración de carbón son la causa mayor de los incendios forestales que ocurren en el área natural protegida. La presencia de incendios aún no representa un alto riesgo para el área debido a la operación e instalación de medidas preventivas por la Conafor y Propietarios; sin embargo la acumulación de materia orgánica en la zona de Pino-Encino y la presión por el desarrollo del cultivo de Agave en la parte baja son factores de riesgo que requieren atención coordinada. La recurrencia de contingencias por incendios puede verse favorecida en la temporada más seca del año, con altas temperaturas y con la correspondencia de años más secos asociadas al cambio climático, por lo que es necesario para la administración y manejo del sitio tomar medidas preventivas y acciones de combate directo con el fin de asegurar el control a futuro de los incendios forestales.

Objetivo particular

Mantener en un rango manejable el impacto negativo inmediato de los incendios forestales, y eficientizar los esquemas de manejo del fuego, con la participación de los núcleos agrarios, los Ayuntamientos, el Gobierno del Estado de Jalisco y las dependencias del Gobierno Federal encargadas de atender esta problemática.

Metas y resultados esperados

Reducir 40% la incidencia de incendios forestales (corto plazo) en el área Natural Protegida Volcán de Tequila y contar con al menos una brigada intermunicipal capacitada y equipada para la prevención y combate de incendios.

Actividades y acciones

Actividades y acciones	Plazo
<i>Elaboración e implementación de un Programa de prevención, control y combate de incendios</i>	
Elaborar el programa de prevención, control y combate de incendios con la participación y aprobación de las autoridades municipales, estatales y federales responsables de los incendios	C
Conformación y equipamiento anual de brigadas de combate de incendios en coordinación con la CONAFOR y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco	P
Operar un Sistema de Información sobre incendios en el área natural protegida	P
<i>Coordinación interinstitucional para la prevención, combate y control de incendios</i>	
Establecer un espacio de coordinación interinstitucional para la comunicación y gestión coordinada de la prevención y combate de incendios forestales	P
Implementación de manera conjunta de campañas regionales de concientización para el uso correcto del fuego en las prácticas agrícolas y pecuarias.	P
Capacitación de las brigadas en el combate y control del fuego	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.3.3 Preservación e integridad de las zonas de conservación, áreas frágiles y sensibles.

En la medida que se incrementa el crecimiento de zonas urbanas y el aprovechamiento no regulado en el área con mayor cobertura forestal la biodiversidad existente en el área natural sigue siendo impactada, por lo que es necesario fortalecer mecanismos como la conservación voluntaria y las compensaciones por servicios ambientales que promuevan y garanticen la viabilidad del polígono de conservación; al tiempo que se deben impulsar inventarios y estudios de dinámica de especies que amplíen el conocimiento de la biodiversidad, su distribución y estado de conservación. Además de la ubicación de endemismos y su distribución dentro del área protegida, la existencia de especies catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo o

amenazas, que pueden ser impactadas por actividades forestales, cacería, ganadería y turismo, hacen necesario la identificación y establecimiento de zonas frágiles o de alto valor biológico, con el fin de generar mecanismos de preservación que aseguren su futuro y den continuidad a los procesos evolutivos que ahí se desarrollan.

Objetivo particular

Determinar las zonas de alta fragilidad o de importancia biológica en el ANP y definir los mecanismos de preservación, con el fin de garantizar la continuidad de los procesos evolutivos de la región.

Metas y resultados esperados

Lograr, a largo plazo, la incorporación al polígono actual de, al menos, 2000 hectáreas en mecanismos alternativos de conservación como áreas de conservación voluntaria, UMA, Ordenamientos Ecológicos Territoriales, corredores biológicos y otros mecanismos de conservación alternos.

Actividades y acciones

Actividades y acciones	Plazo
<i>Promover el conocimiento de la fragilidad ecológica dentro del Ánp.</i>	
Identificar las áreas frágiles y sensibles, así como las medidas necesarias para su protección	L
Desarrollar y operar un programa de manejo de microcuencas hidrológicas	M
<i>Promover mecanismos de conservación voluntaria de superficies de alto valor biológico</i>	
Operar un mecanismo de apoyo para propietarios y poseedores en la zona de influencia que voluntariamente deseen incorporar superficies a distintos esquemas de conservación.	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva. Cheacr que se incluya inventarios, monitoreo.

9.3.4 Componente de protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales

La introducción de especies exóticas en terrenos de cultivo, desarrollos turísticos y reforestaciones no planificadas suelen ser todavía una práctica recurrente, la introducción de especies de pastos con fines de ganadería, especies de árboles sin registro de procedencia como pinos, cedros, eucaliptos entre otros crecen dispersos en el sitio y se mantienen como pequeñas plantaciones o individuos aislados que pueden proliferar y excluir a especies nativas.

Por otro lado existen especies nativas como el Jabalí que por su amplia distribución y número de individuos ya son considerados por los pobladores locales como nocivos debido al rápido crecimiento de sus poblaciones, favorecidas en parte por el desequilibrio ecológico derivado de las acciones humanas, esta problemática tiene efectos negativos directos en las actividades productivas de los pobladores ubicados en la zona de influencia; la cercanía del área protegida con la zonas urbanas condiciona adicionalmente una amplia distribución de gatos domésticos y perros que habitan libremente al interior del anp cuya alimentación se soporta en especies silvestres.

Objetivo particular

Controlar y/o erradicar, según sea el caso, las especies exóticas invasoras, a través de un programa coordinado con otras dependencias gubernamentales.

Desarrollar programas de restauración de hábitat naturales, controlando aquellas especies consideradas nocivas, que minimicen los efectos negativos a la biodiversidad local y a las actividades productivas, y favorezcan mecanismos de convivencia aceptables.

Metas y resultados esperados

Operar, a largo plazo, un Programa de Control y Erradicación de Especies Invasoras en el área protegida, que disminuyan la tasa de crecimiento

poblacional de las especies invasoras, y prevengan afectaciones a las poblaciones de especies nativas.

Elaborar el Programa de Conservación de Especies Exóticas e invasoras.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Elaboración e implementación del Programa contra especies exóticas e invasoras.</i>	
Realización una evaluación de la presencia e impacto de las especies introducidas al ecosistema	C
Realización de acciones de control de perros y gatos domesticos	P
Establecer mecanismos de coordinación con las dependencias del sector agropecuario y forestal para controlar la presencia e introducción de especies exóticas	P
Apoyo a cultivos intensivos y confinados de especies de importancia cinegética o económica	M

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.3.5 Componente de mitigación y adaptación al cambio climático

El cambio climático es un fenómeno con impactos inmediatos en las poblaciones animales y vegetales y con efectos negativos en las actividades humanas. La variación de la condición climática en la región Valles de Jalisco y en el área protegida es más evidente en el incremento de regímenes de lluvias irregulares y poco predecibles, los incendios forestales, la presencia de plagas forestales y con la disminución de gasto hídrico de los manantiales y presas ubicadas en los municipios circundantes al volcán de Tequila.

Objetivo particular

Instrumentar un Programa de adaptación al Cambio Climático en el área natural protegida, a través de la coordinación interinstitucional y gestión coordinada con la Semadet del Estado de Jalisco.

Metas y resultados esperados

Operar, a corto plazo, un sistema de monitoreo climático de indicadores ambientales con apoyo de al menos 2 estaciones climáticas que nos permitan registrar la dinámica meteorológica local y las variaciones climáticas en el ANP.

Contar en 5 años, con un Programa de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático que garantice la conservación de los ecosistemas y las actividades productivas en la región.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Identificar los efectos del cambio climático en el área protegida y realizar medidas de mitigación que contrarresten los efectos de estos.</i>	
Contar con indicadores ambientales y equipo de monitoreo climático para su medición (2 estaciones meteorológicas) al interior del ANP	M
Identificar las especies y los ecosistemas mas vulnerables a efectos del cambio climático	L
Generar un programa de difusión a la población local sobre los efectos de cambio climático y medidas locales para prevenir sus efectos	M
Elaborar y operar un Programa de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático	L

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4 Subprograma manejo

El uso sustentable de los recursos naturales a largo plazo implica un proceso de organización y fortalecimiento de las capacidades locales a través de esquemas de organización productiva, formación y generación de capacidades comunitarias, así como la creación de infraestructura productiva y de investigación, para la aplicación de tecnologías que promuevan un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

La estrategia de desarrollo en el área protegida debe basarse en fortalecimiento de las capacidades locales y en la organización comunitaria. La visión de un desarrollo orientado a la sustentabilidad implica el aprovechamiento adecuado de los recursos, y la promoción para que las comunidades locales fortalezcan sus capacidades de organización y producción de alimentos, manteniendo la viabilidad de los bienes y servicios que generan los ecosistemas y su biodiversidad.

Las organizaciones del sector social, (ejidos, cooperativas, asociaciones civiles, asociaciones ganaderas, entre otras), constituyen la base para la gestión compartida del territorio, la conservación de la biodiversidad, el manejo adecuado de los recursos naturales, la producción y el desarrollo social.

Objetivo general

Establecer políticas, estrategias y programas de manejo sustentable de los ecosistemas, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de conservación del área protegida, mediante la promoción de instrumentos de gobernanza local, la generación de capacidades locales, la implementación de proyectos de alcance regional y alternativos, y la reorientación de las actividades agropecuarias con el fin de que incorporen los principios de sustentabilidad.

Estrategias generales

Promover la organización productiva como base para generar un proyecto de aprovechamiento sustentable de ecosistemas.

Instrumentar proyectos alternativos de manejo de recursos naturales acorde con los objetivos del área protegida.

Desarrollar la agricultura orgánica como tecnología prevalente para los cultivos que se encuentren dentro del área protegida.

Promover la diversificación productiva como estrategia de manejo de recursos naturales dentro del área protegida.

Promover el desarrollo de las capacidades locales para la implementación de proyectos alternativos dentro del área protegida.

9.4.1 Componente desarrollo y fortalecimiento comunitario

El Volcán de Tequila circunda los Municipios de Arenal, Amatitán, Tequila, Magdalena, San Juanito de Escobedo, Ahualulco del Mercado y Tehuchitlán, y aunque los centros de población se localizan en las partes bajas de la región conocida hoy como paisaje agavero, ejidos circundantes, pequeños propietarios ejercen una presión e impacto sobre los recursos naturales. En su mayor parte los ejidos y propietarios de terrenos ubicados en el Volcán de Tequila presentan una moderada organización, en las zonas de mayor cobertura forestal las actividades agrícolas son poco significativas, las partes bajas concretamente las lederas cercanas a los centros de población como Ahualulco Tehuchitán y Tequila se presenta un marcado crecimiento de asentamientos irregulares, la producción y elaboración de productos No maderables es incipiente, la extracción de madera para la construcción y cercos, la cacería ilegal limitan la obtención de recursos con mayor valor, la organización comunitaria y la gobernanza local deben fortalecerse para iniciar procesos de desarrollo sustentable.

Objetivos particulares

Generar mecanismos de organización y gobernanza comunitaria, fortaleciendo de capacidades locales, creando espacios para la planeación y cooperación comunitaria, para la construcción de metas y objetivos de desarrollo comunes que promuevan un modelo de desarrollo sustentable vinculado a su coexistencia con el área protegida.

Metas y resultados esperados

Promover la creación de al menos, 4 mecanismos de organización local comunitaria en los Municipios de San Juanito de Escobedo, Tequila, Ahualulco y Tehuchitlán.

Gestionar la elaboración de 3 Programas de Ordenamiento Regional y cuando menos 3 Programas de Desarrollo Urbano Municipal para los municipios con mayor actividad y superficie al interior del área natural protegida.

Gestionar la elaboración de al menos, 4 Programas de Ordenamiento Territorial Comunitario en los Ejidos con mayor superficie al interior del área protegida.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Promover la implementación de Ordenamientos Ecológicos del Territorio</i>	
Participar y promover la elaboración de los Programas de Desarrollo Urbano Municipal de los municipios circundantes al Volcán de Tequila.	M y L
Promover la realización de ordenamientos ecológicos territoriales comunitarios	C y M
<i>Contar con un programa de desarrollo regional sustentable</i>	
Definición de una microrregionalización socioambiental en el ANP	C
Generar espacios de planeación y organización para el desarrollo comunitario	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.2 Componente actividades mineras y extractivas orientadas a la sustentabilidad

La minería orientada a la sustentabilidad dentro del área natural protegida, deberá entenderse como una actividad productiva en donde la realización de la misma se sujetará a medidas preventivas en beneficio del medio ambiente, de mitigación durante el transcurso de sus operaciones y de restauración al concluir la vida útil de los proyectos, a fin de permitir en lo futuro un uso posterior a los terrenos utilizados.

El desarrollo Sustentable como eje conductor de la política ambiental, permite equilibrar dos aspectos fundamentales de la política del Estado Mexicano: uno es el mandato de promover y vigilar la conservación de los ecosistemas, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y el otro es el fomento de la actividad minera, para impulsar la economía nacional, a cargo de la Secretaría de Economía.

Las actividades mineras deberán sujetarse al estricto apego de la normatividad ambiental, para tal efecto se cuenta con la "Guía para el cumplimiento ambiental de las empresas mineras", elaborada por la SEMARNAT en coordinación con la Cámara Minera de México (CAMIMEX), para facilitar el conocimiento y fomentar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en la legislación.

Esto, sin menoscabo de las medidas de prevención establecidas en la manifestación de impacto ambiental que corresponda a los proyectos que pretendan realizarse y que deberán someterse a la evaluación para su autorización por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Para el caso del Volcán de Tequila, no existe evidencia de la emisión de concesiones mineras a particulares sin embargo se deberá:

- Contar, en su caso con la autorización o permiso correspondiente para el aprovechamiento de minerales pétreos.
- Contar con autorización en materia de impacto ambiental, y en su caso, el estudio de riesgo necesario, cuando se trate de proyectos de exploración, explotación y beneficio de minerales.
- Cumplir con las normas oficiales mexicanas que le aplican a la actividad.
- Obtener la autorización a que se refieren los artículos 94 y 96 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas, mediante escrito libre de solicitud por parte del concesionario minero ante la CONANP, anexando la siguiente información:
 - I. Nombre, denominación o razón social del promovente;
 - II. Ubicación, superficie y colindancias del predio de que se trate, debidamente georeferenciado;
 - III. Características físicas y biológicas de dicho predio, e

IV. Información relevante sobre la naturaleza de las obras y trabajos que se desarrollarán y la forma que se llevarán a cabo.

Cumplir con los lineamientos ambientales específicos para el desarrollo de actividades mineras dentro del Área Natural Protegida, que para tal efecto elaborarán la SEMADET y la Dirección General de Minas, basados en informes técnicos y estudios científicos.

Objetivos particulares

Garantizar que el aprovechamiento de minerales y materiales pétreos sea acorde con esquemas de desarrollo sustentable y genere beneficios a los pobladores del área natural protegida, mediante la aplicación y cumplimiento de los instrumentos legales y reglamentarios ambientales.

Disminuir los impactos originados por la minería y otros aprovechamientos extractivos a través del cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas en las autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental.

Incrementar y generar con la participación de las autoridades competentes y el sector minero, beneficios para la región y sus pobladores mediante acuerdos de desarrollo social con el sector minero, que sean compatibles con la conservación.

Metas y resultados esperados

Desarrollar de forma permanente un inventario de aprovechamientos mineros actuales dentro del ANP, en coordinación con las autoridades competentes.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Ordenamiento de las actividades mineras y extractivas</i>	
Elaborar el inventario de aprovechamientos mineros	C
Promover en coordinación con la Dirección de Minas y la PROEPA, SEMADET la regularización en materia ambiental de los aprovechamientos	C
<i>Disminución del impacto ambiental de las actividades mineras</i>	
Monitorear los efectos económicos, sociales y ambientales provocados por cada desarrollo minero y promover su atención oportuna	L
Establecer un programa para dar seguimiento a la aplicación de medidas de mitigación y compensación señaladas en las autorizaciones en materia de impacto ambiental otorgadas por SEMARNAT.	M
Promover la incorporación de las empresas que realicen explotación y beneficio de minerales al programa de auditorías ambientales voluntarias	M
<i>Involucramiento de los concesionarios mineros en actividades de conservación y desarrollo comunitario del área natural protegida</i>	
Integrar un diagnóstico de la minería y su tendencia económica, social y ambiental en el área natural protegida	M
Involucrar al sector minero en la realización de actividades de conservación, protección, investigación, señalización y educación ambiental	M

*Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.3 Componente actividades productivas alternativas y tradicionales

Las actividades productivas de las faldas del volcán son predominantemente primarias, agricultura de temporal, ganadería extensiva, pequeñas instalaciones de campo familiares y visitantes ocasionales de fin de semana, turismo esporádico y en gran medida están condicionados por la falta de fuentes de agua (manantiales superficiales) El cultivo de maíz, calabaza y frijol son de temporal y se realiza a baja escala en las zonas menos altas del volcán para

autoconsumo. La extracción de madera, se utiliza para cercados, leña y carbón, para la construcción, se desconoce la existencia de talleres locales que procesen los productos primarios y aporten valor a los productos del campo. En Ejidos como San Juanito de Escobedo y Sayulimita se desarrolla a nivel de traspatio la agricultura alternativa con buenos resultados y aceptación de los productores pero sin considerarse todavía como actividad económica relevante.

Objetivos particulares

Implementar alternativas productivas que impulsen el desarrollo de la población que habita en la zona de influencia del ANP, promover actividades productivas de bajo impacto ambiental que aporten beneficios a la población y disminuyan la presión sobre los recursos naturales.

Promover la agricultura orgánica, como una alternativa productiva alternativa y de bajo impacto.

Promover la actividad artesanal como una alternativa productiva que incrementa el valor económico de los subproductos del Bosque.

Metas y resultados esperados

Apoyar, a mediano plazo, la creación o consolidación de al menos 4 proyectos alternativos comunitarios.

Apoyar de manera permanente la realización cursos y talleres para la implementación de proyectos productivos sustentables.

Promover la comercialización de productos derivados de los proyectos alternativos.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Identificación de actividades alternativas</i>	
Identificar los proyectos, especies y actividades alternativas en la localidades que puedan ser rentables y sustentables para las comunidades locales	M
Generar asesorías para diseño e investigación de alternativas y uso eficiente de madera para la fabricación de artesanías	P
Promover el financiamiento a proyectos alternativos de bajo impacto ambiental	P
<i>Mercados y comercialización</i>	
Impulsar la realización de estudios de mercado de los productos alternativos	P
Promover encuentros de capacitación exposición e intercambio de experiencias en cuanto al aprovechamiento, manejo y uso tradicional de los recursos	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.4 Componente manejo y uso sustentable de agroecosistemas y ganadería

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas y ganaderos implica preservar o mejorar la capacidad productiva del sistema desde el punto de vista agronómico, económico y ambiental, así como mantener la calidad de los recursos renovables y no renovables incluidos en el sistema productivo (suelo, agua, aire, biodiversidad, entre otros). En el ANP el elemento esencial a cuidar durante éstas actividades es el agua, para evitar un desequilibrio en los ecosistemas que sostiene este recurso.

Gran parte de la superficie se considera con baja aptitud para la producción agrícola y ganadera, la mayor parte de los pobladores que cultivan dependen del temporal y de la cría extensiva de ganado para complementar su economía.

La agricultura de temporal de maíz y agave es principalmente realizada en porciones pequeñas de tierra en la parte baja del volcán, la topografía accidentada limita la mecanización de las tierras, el intermediarismo aporta muy bajo valor agregado a los productos del campo, insuficiente equipo agrícola,

escasa asistencia técnica y una deficiente organización de los productores. El ganado que predomina es el bovino, aunque se ha visto un aumento importante en la producción de ganado caprino en las tierras bajas, en donde la crianza se realiza de forma extensiva, con el consecuente impacto ambiental por desmonte y el sobrepastoreo.

Objetivos particulares

Reducir el avance de la frontera agropecuaria a través del fomento de prácticas agrícolas compatibles con la protección y conservación de los recursos naturales.

Fomentar la producción de cultivos orgánicos, la diversificación productiva y aplicar tecnologías agrosilvopastoriles que permita darles mayor valor agregado a los productos agrícolas y disminuir el impacto ambiental en suelos y agua.

Impulsar la ganadería sustentable como forma de actividad productiva de bajo impacto ambiental y mayor beneficio social, con el fin de disminuir el impacto sobre los ecosistemas naturales.

Metas y resultados esperados

En coordinación con la Sagarpa, Seder y demás instancias involucradas, fomentar actividades agropecuarias sustentables en la zona de influencia del área protegida mediante la implementación de mejoras tecnológicas sustentables.

Desarrollar una línea base que caracterice a las actividades agropecuarias para la aplicación de estrategias.

Establecer en el corto plazo 2 áreas demostrativas de sistemas agrosilvopastoriles, que favorezcan su multiplicación del sistema.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Agricultura sustentable</i>	
Impulsar las prácticas de agricultura orgánica y la diversificación productiva y los procesos de certificación orgánica	C
Establecimiento de huertos comunitarios bajo el sistema de producción alternativos	C
<i>Ganadería diversificada</i>	
Establecer módulos demostrativos agrosilvopastoriles que coadyuven a un manejo apropiado del ganado y los agostaderos	C
Promoción de cercas vivas como medio de contención de ganado	P
<i>Mecanismos de organización y comercialización</i>	
Promover la comercialización de los productos de la región bajo el esquema de comercio justo o de certificación orgánica	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.5 Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales

En años recientes por el avance de la frontera agrícola y asentamientos humanos en los Municipios de Magdalena, San Juanito del Escobedo, Tequila y Tehuchitlán se han perdido grandes extensiones de selva seca, causando la disminución de la calidad del ecosistema y un adelgazamiento de la composición vegetal.

Las actividades no sustentables tienen un impacto negativo directo en el Bosque de Pino y encino como la ganadería extensiva y la extracción de árboles para consumo doméstico (leña, postes y carbón) y para venta a los núcleos de población de la región.

La ganadería ha sido quizás la más destructiva, ya que se han abierto terrenos cubiertos de vegetación nativa para el desarrollo de pastos y con estos la introducción de ganado.

Existe el uso de productos no maderables para usos medicinal y artesanía no está documentado (cortezas, tallos, frutos) como alimento o medicina y al igual que en otros casos no se conoce su impacto.

Existe registro de actividades de consumo de los hongos, plantas de ornato y medicinales, por lo que es necesario desarrollar la actividad y promover su manejo de forma sustentable.

Objetivos particulares

Determinar el uso actual y potencial de los recursos forestales, maderables y no maderables, y promover diversificación forestal productiva.

Promover proyectos de manejo forestal sustentable, con el fin de conservar los ecosistemas.

Metas y resultados esperados

Realizar a corto plazo, un catálogo de especies forestales nativas con potencial de diversificación productiva e incorporarlas a proyectos sustentables en su aprovechamiento.

Desarrollar de manera permanente, un programa de manejo que promueva la producción sustentable de sustratos agrícolas, leña y carbón incorporados a procesos de certificación, campañas de promoción de tecnologías alternativas para la reducción del consumo de leña en el medio rural.

Generar de manera permanente, al menos 2 viveros forestales para producir planta nativa para la reforestación local y el desarrollo de plantaciones comerciales.

Actividades y acciones Plazo

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Uso sustentable las especies forestales maderables y no maderables</i>	
Evaluar el impacto del aprovechamiento actual de los recursos no maderables.	M
Realizar un estudio para evaluar el potencial y viabilidad de aprovechamiento sustentable de las especies forestales y no maderables.	M
Fomentar el establecimiento de plantaciones forestales para producción de leña, carbón, forraje y para el enriquecimiento de acahuales con especies nativas.	L
Establecer viveros comunitarios para la producción de especies de selva seca, bosque de pino y encino.	C
<i>Conocimiento y mecanismos de organización y comercialización</i>	
Promover la investigación para el establecimiento de tasas de aprovechamiento de especies forestales y no maderables.	M
Promover la comercialización de los productos forestales de la región bajo el esquema de comercio justo.	M

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.6 Componente manejo y uso sustentable de vida silvestre

Actualmente en el volcán de tequila en los municipios de Ahualulco existen 2 UMAS extensivas y son los únicos ejemplos relevantes de actividades de protección de especies silvestres (venado cola blanca). La protección integral de la biodiversidad es un reto en todas las ANP, y los propietarios de la tierra son actores importantes, ya que son ellos quienes pueden asegurar la permanencia de los recursos naturales a largo plazo y esta meta en su conjunto esta condicionada a la diversas modalidades de apropiación y uso de los recursos naturales.

En el área la problemática de cacería ilegal, la extracción de plantas y captura de animales para su comercio son una práctica recurrente, las especies medicinales, hongos se usan de forma tradicional por algunos pobladores, estas especies y subproductos pueden representar una fuente complementaria de ingresos, misma que pudiera ordenarse y fomentar considerando las restricciones establecidas para cada especie y si están o no bajo alguna categoría de riesgo.

Objetivos particulares

Promover la protección y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, mediante el registro y operación de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.

Metas y resultados esperados

Realizar permanentemente, las opiniones técnicas de solicitudes de registro y aprovechamiento de vida silvestre en tiempo y forma.

Mantener permanentemente actualizado, un sistema de información estadístico y geográfico actualizado de las UMA registradas en el ANP.

Apoyar en cinco años, el desarrollo o fortalecimiento de cuando menos 5 proyectos de manejo de vida silvestre.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Identificación e inventarios de especies silvestres</i>	
Elaborar el listado de especies de importancia económica.	M
Capacitación sobre manejo de vida silvestre	P
Promover y difundir el aprovechamiento de vida silvestre a través de las UMAs.	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.7 Componente mantenimiento de servicios ecosistémicos

El Volcán de Tequila tienen una alta relevancia como generadora de servicios ambientales, como sitio de captación ya absorción de agua, retención de suelo, regulación climática, la formación de manantiales y norias, En lo que respecta a la regulación climática, los ecosistemas de pino encino y encino representan para la región el principal regulador de clima, lo que impacta favorablemente a actividades como la agricultura y la prevención de desastres naturales. Debido a la escasez del agua en la parte alta de la región, así como generadora de agua para consumo humano y productivo, es necesario revalorar los servicios ambientales de la región y generar la conciencia en su conservación.

Objetivo particular

Establecer la importancia ambiental y económica de los servicios ambientales que presta el Volcán de Tequila, con el fin de promover esquemas compensatorios, que garanticen a largo plazo la funcionalidad del ecosistema.

Metas y resultados esperados

Desarrollar a largo plazo, un estudio hidrológico y de biodiversidad que determine la importancia del area como proveedor de servicios ambientales.

Tener en 5 años, al menos 5,000 hectáreas bajo el esquema de pago por servicios ambientales de la Conafor.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Diseño de mecanismo de mantenimiento de servicios ambientales</i>	
Gestionar la elaboración de un estudio hidrológico regional.	M
Definición de las zonas de importancia como proveedoras de servicios ambientales.	M
Apoyo en la gestión de pago por servicios ambientales.	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.4.8 Componente uso público, turismo y recreación al aire libre

A pesar del notable incremento en el número de visitantes asociados al Paisaje Agavero y las experiencias alrededor de la cultura del Tequila, el Volcán de Tequila no cuenta con servicios e infraestructura relevante, las visitas que se desarrollan son de tipo local (paseos de fin de semana y algunos campamentos) actividades que en buena medida han sido determinadas por factores como la seguridad, disponibilidad de agua, servicios e instalaciones. No obstante, para los propietarios de la tierra el incremento en el número de visitas al pueblo mágico de tequila y al paisaje agavero representa una oportunidad para la creación de un turismo ordenado y sustentable al tiempo que se requiere un área para destinarlo al desarrollo de un centro de visitantes.

Objetivo particular

Generar una estrategia de turismo sustentable en el volcán de Tequila que permita promover esta actividad como una alternativa viable y para la creación de opciones productivas de bajo impacto ambiental.

Metas y resultados esperados.

Desarrollar a corto plazo, la estrategia de turismo sustentable en el Volcán de Tequila.

Desarrollar a corto plazo, 3 proyectos ecoturísticos, como resultado del estudio de potencial turístico, con alta prioridad a obtener beneficios directos a los propietarios de la tierra y favorezcan la reducción del aprovechamiento directo de los recursos naturales.

Elabora a mediano plazo, el proyecto para la construcción de un Centro de Visitantes y de Cultura de la Conservación.

Actividades y acciones.

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Estrategia de turismo en el Volcán de Tequila.</i>	

Elaboración de un estudio del potencial turístico regional	C
Definición de los programas y proyectos prioritarios para el desarrollo de la estrategia turística.	C
Desarrollo de proyectos ecoturísticos comunitarios.	C
Gestión interinstitucional para mantenimiento del camino principal e infraestructura de comunicaciones y servicios.	
Gestionar un terreno y los recursos para la creación de un Centro Visitantes y de Cultura de la Conservación	M

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.5 Subprograma restauración

Introducción

Actividades antropogénicas como la ganadería extensiva, el establecimiento de zonas de cultivo en sitios de vocación forestal, pastizales inducidos, la apertura de terrenos para la agricultura (cohamiles), la cacería, la extracción ilegal de especies, son las causas de la disminución de la riqueza en el ecosistema del Volcán, a pesar de que la cobertura vegetal se mantiene la presión sobre los recursos es constante, por lo que se deben emprender acciones para la recuperación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, con el fin de recuperar los bienes y servicios ambientales asociados al bosque.

Objetivo general

Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales en los ecosistemas.

Estrategias generales

Realización acciones de investigación orientada a actividades de restauración.

Definición de microcuencas para la conservación y manejo de agua.

Establecer programas de recuperación de las especies vegetales y animales prioritarias, así como ecosistemas en estado de deterioro.

Promover la reconversión productiva en predios que así lo ameriten.

Evaluación de riesgos por actividades humanas, a través de escenarios futuros, para definir acciones de conectividad ecológica, restauración de ecosistemas y recuperación de poblaciones silvestres.

9.5.1 Componente de conectividad y ecología del paisaje

El Volcán de Tequila de la Biosfera es considerado un sitio estratégico para mantener la integridad y la conectividad ambiental de la región Valles de Jalisco. El mantenimiento de su capacidad de recarga hídrica, depende en parte de la integridad de su cobertura forestal y el sostenimiento de la conectividad del paisaje, asegurando el flujo genético de las poblaciones y permitiendo la adaptación al cambio climático. Sin embargo, la expansión de las tierras de cultivo de gabe y cohamiles, la ganadería han provocado la destrucción y fragmentación del hábitat interrumpiendo procesos ecológicos y evolutivos del ecosistema, por lo que mantener la conectividad en el paisaje es fundamental para mantener la integridad de este ecosistema a una escala regional.

Objetivos particulares

Garantizar el funcionamiento de los procesos ecológicos y evolutivos de la ANP mediante el mantenimiento de la conectividad del paisaje, a través de la promoción de mecanismos de conservación y planeación del territorio en la zona de influencia del área natural protegida.

Metas y productos esperados

Apoyará la implementación a corto plazo, de los Ordenamientos Ecológicos del Territorio en las principales cabeceras municipales y núcleos y comunidades agrarias.

Promover a través de los gobiernos estatal y municipal y propietarios la creación, a corto plazo, de un corredor biológico y espacio de conectividad entre el Volcán de Tequila y la Barranca de Santiago y el sitio arqueológico huachimontones.

Desarrollar de manera permanente esquemas para la creación de al menos 5 áreas de conservación voluntaria en la zona de amortiguamiento y de influencia del volcán de Tequila.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Diagnóstico de la conectividad paisajística regional.</i>	
Realizar estudios de conectividad ecosistémica y territorial del volcán de Tequila con la Barranca de Santiago, El Sitio Huachimontones y el Bosque La Primavera.	M
Promover y apoyar los ordenamientos ecológicos territoriales locales.	C
Promoción de procesos locales para la conectividad ecosistémica regional.	M

9.5.2 Componente recuperación de especies en riesgo y emblemáticas

La protección y conservación de las especies relevantes en los ecosistemas pino - encino y selva seca en el estado de Jalisco, es uno de los principales objetos de conservación del área protegida, además de la ya descrita función de recarga hidrológica regional del Volcán de Tequila. La biodiversidad que alberga el sitio con un registro preliminar que se incluye en el Programa de manejo denota la necesidad de incrementar el conocimiento e información de la biodiversidad del

sitio, con la información existente sin embargo, es fundamental desarrollar acciones de protección y conservación de aquellas especies ya identificadas en riesgo y emblemáticas, con el fin de prevenir mayores afectaciones sobre estas especies.

Objetivo particular

Generar conocimiento científico y desarrollar acciones de conservación de aquellas especies endémicas, emblemáticas o que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo, con el fin de asegurar su permanencia y el equilibrio ecosistémico regional.

Metas y resultados esperados

Elaborar a corto plazo, el Programa de Acción para la Conservación de las Especies en Riesgo que se encuentran dentro del ANP volcán de Tequila.

Estimar en (5) cinco años, el número poblacional y el estado de conservación de al menos dos especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, que se localicen dentro del ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Conocer el estado de conservación de las especies prioritarias catalogadas bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo</i>	
Impulso a proyectos para la generación de información ecológica y poblacional de las especies prioritarias o en alguna categoría de riesgo	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.5.3 Componente de conservación de agua y suelo

La poca disponibilidad de agua en la mayor parte de la superficie del volcán de Tequila los presidios irregulares de precipitación y ha sido uno de los principales factores en el desarrollo de aprovechamientos de tipo productivo y turístico, la agricultura nomas allá de la de temporal, la ganadería se ha practicado de forma extensiva, y las poblaciones ubicadas en las faldas del volcán como Chapulimita, San Juanito de Escobedo, y Huzizilapa, sobreviven con problemas fuertes con el abasto de agua por la poca disponibilidad en los manantiales existentes, el agua para consumo humano es la primer prioridad local además de las actividades productivas, la mayor parte de agua que cae en forma de lluvia es absorbida de forma inmediata por el terreno rocoso del volcán, Esto ejerce una presión humana mayor sobre este recurso y disminuye su disponibilidad temporal para los ecosistemas naturales, factor que representa un lemento de cambio en los ecosistemas.

Objetivos particulares

Desarrollar un Programa de Manejo de la Cuenca Hidrológica en el ANP que permita el uso eficiente y equitativo del agua, con el fin de conservar a largo plazo la disponibilidad del recurso para las actividades humanas y para los procesos naturales del ecosistema.

Desarrollar acciones de protección de las principales zonas de recarga de acuíferos en la reserva hidológica, mediante acciones de conservación y restauración ambiental.

Promover la realización de obras de infraestructura hidráulica y retención de suelo, que permitan el mejoramiento y la recuperación de los ecosistemas y el desarrollo de las actividades productivas.

Metas y resultados esperados

Apoyar permanentemente a los núcleos agrarios con al menos 5 proyectos de tecnologías sustentables para la conservación de agua y suelo.

Desarrollar un programa de Monitoreo y protección de manantiales dentro del ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Protección de zonas de recarga hidrológica.</i>	
Desarrollar el programa de manejo de la cuenca hidrológica Volcán de Tequila.	P
Proteger las zonas de recarga por medio de la conservación y restauración ambiental en las áreas circundantes.	M
Desarrollar el programa de protección y conservación de manantiales.	M
<i>Generación de infraestructura hidráulica de bajo impacto.</i>	
Construir obras de conservación de suelo y captación de agua.	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.5.4 Componente de reforestación y restauración de ecosistemas

En la subzona zona de uso sustentable y la frontera agropecuaria del volcán de Tequila existe una basta extensión de ancino y selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea producto de incendios forestales, ganadería extensiva, extracción de madera y otras prácticas que es susceptible de restauración o incorporación a prácticas de manejo sustentable.

Objetivo particular

Desarrollar un programa para la reproducción de planta nativa de alta calidad con fines de restauración de ecosistemas en el área protegida.

Metas y resultados esperados.

Lograr a mediano plazo operar un programa de reproducción de especies nativas, para las acciones de reforestación y restauración, con la instalación de al menos 1 vivero comunitario.

Apoyar de manera permanente, en la plantación de cuando menos 5 kilómetros anuales de cercas vivas en los potreros y áreas agrícolas.

Identificar y establecer superficies de restauración en el 100% del área protegida y los espacios de conectividad del ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Elaboración de programa de restauración y recuperación ecológica.</i>	
Desarrollar el programa de reproducción de especies nativas de alta calidad.	M
Promoción de cercas vivas para delimitación de potreros y áreas agrícolas	M
Identificar superficies de restauración y espacios de conectividad ecosistémica.	P
Reforestaciones con arbolado de alta calidad en sitios de restauración y conectividad	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.6 Subprograma conocimiento

El área natural protegida y la biodiversidad asociada a los ecosistemas presentes son un espacio propicio para la investigación permanente y la generación de conocimiento. Actualmente el volcán de tequila es una zona poco estudiada y se carece de apoyos e incentivos para la generación de conocimiento y la investigación, un programa adecuado de coordinación institucional para el desarrollo de esquemas de colaboración asociados a la generación de conocimiento puede contribuir en el mediano plazo a la generación de información relevante para la toma de decisiones puntuales de manejo y puede contribuir de forma relevante a construir las bases para la implementación de un modelo local de aprovechamiento sostenible, que concilie las necesidades de las comunidades asentadas en la región y preserve los procesos evolutivos naturales.

Objetivo general

Generar, rescatar y divulgar conocimiento, prácticas y tecnologías tradicionales y científicas, que favorezcan la construcción de un modelo de manejo sostenible.

Estrategias generales

Definir en conjunto con las instancias de investigación, líneas estratégicas de investigación y monitoreo para el área protegida, con el fin de incorporarlos a la gestión y su financiamiento.

Establecer vínculos de colaboración con actores y entidades de investigación y educación superior en el Estado de Jalisco.

Generar un centro de documentación e información estadística y geográfica que apoye la toma de decisiones y fortalezca el manejo sostenible del área protegida.

9.6.1 Componente de fomento a la investigación y generación de conocimiento

Objetivo particular

Propiciar la generación de conocimiento en el ANP mediante acuerdos y proyectos de investigación científica.

Metas y resultados esperados

Establecer a 3 años, vínculos de cooperación a través de convenios de colaboración con entidades de investigación y educación superior en el Estado.

Fungir de manera permanente, como contraparte en al menos 2 proyectos de investigación al interior del área natural protegida.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Identificar las líneas estratégicas de investigación</i>	
Conformar un comité científico al interior del Consejo Asesor del ANP.	M
Identificar y establecer las líneas de Investigación para el ANP.	M
<i>Vincular la investigación con instituciones académicas y de investigación</i>	
Elaborar convenios con instituciones académicas y de investigación.	P
Generar mecanismos de financiamiento que apoyen los proyectos prioritarios de investigación.	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.6.2. Componente inventarios líneas de base y monitoreo ambiental y socioeconómico

Evaluar de forma regular variables sociales, ambientales y económicas en el área protegida puede identificar oportunidades y retos para fortalecer el estado de conservación de los ecosistemas y sus especies además de determinar la efectividad de las acciones de manejo.

Objetivos particulares

Diseñar y ejecutar un programa de monitoreo del estado de la conservación a través de variables e indicadores de tipo ambiental, social y económico para permitir evaluar continuamente la efectividad de manejo sobre los objetos de conservación.

Metas y resultados esperados

Propiciar de manera permanente, la elaboración de líneas base en las especies e indicadores prioritarios en el ANP.

Implementar a corto plazo, los programas de monitoreo ambiental, social y económico.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Incrementar el conocimiento de la biodiversidad.</i>	
Elaborar inventarios de biodiversidad y líneas base.	C
<i>Generar y operar un programa de monitoreo ambiental y socioeconómico integral</i>	
Instalar una red de estaciones meteorológicas y elaborar los informes mensuales.	M
Definir e implementar un sistema de monitoreo a largo plazo de especies en riesgo endémicas o carismáticas.	P
Implementar el monitoreo social y económico en el área protegida.	M

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.6.3 Componente de sistematización de información y sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica SIG procesan información proveniente de fuentes de información social, económica y ambiental, apoyan el modelamiento sobre escenarios futuros y son una herramienta indispensable en la toma de decisiones de manejo.

Objetivo particular

Construir un sistema de información geográfica para procesamiento de la información socioambiental y económica.

Metas y resultados esperados

Generar a corto plazo, con un SIG local con una base de datos estadística y geográfica con al menos 12 capas de información sobre temas biofísicos y socioeconómicos.

Apoyar la generación permanentemente de Información Geográfica con al menos 3 capas temáticas de información por año.

Desarrollar a corto plazo, un Centro de Información en línea que contribuya a la socialización de la información y su procesamiento en beneficio de la comunidad académica y científica y la toma de decisiones de manejo en el área protegida.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Construir y mantener una base de datos con información estadística y geográfica.</i>	
Diseñar y construir un SIG local en el ANP.	M
Desarrollar el Centro de Información en línea.	M
Apoyar la generación permanente de información geográfica.	P
Desarrollar en el personal del ANP capacidades en el manejo de SIG	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.7 Subprograma cultura

En el contexto histórico y social de México el bienestar de las poblaciones, en particular las de zonas rurales, dependa estrechamente de los recursos naturales. Esto se traduce en que la conservación es inviable sin la participación de las comunidades humanas; es decir, los seres humanos no son únicamente agentes externos de disturbio, sino que son una pieza clave en la dinámica de los ecosistemas. Se ha demostrado que las áreas destinadas a la conservación que evitan más efectivamente el cambio de uso de suelo son aquellas que incorporan esquemas de manejo y conservación donde la sociedad está involucrada,

creando una situación ganar-ganar. Sin embargo, históricamente, las decisiones de manejo de la biodiversidad se han tomado de manera más vertical que horizontal, como resultado de las diferencias entre los propietarios, usuarios, conservacionistas y administradores. En la labor de conservar los recursos naturales, uno de los factores determinantes para su consecución es la participación consciente, reflexiva y decidida de la sociedad.

Objetivo general

Difundir los objetivos y metas de conservación en el ANP, propiciando la participación activa de las poblaciones locales y generar de forma positiva la valoración de los servicios ambientales asociados al área natural.

Estrategias generales

Realización y ejecución de programas de educación ambiental en el ámbito de la educación formal y no formal.

Implementación de estrategias activas de información y capacitación ambiental para generar y potenciar las capacidades locales.

Vinculación con los sectores de educación formal del Estado, las autoridades locales y los espacios de análisis y toma de decisiones.

Desarrollo de mecanismos de participación por microcuencas para acciones de conservación y manejo del ANP.

9.7.1 Componente de participación

Se ha demostrado que las áreas destinadas a la conservación que evitan más efectivamente el cambio de uso de suelo son aquellas que incorporan esquemas de manejo y conservación donde la sociedad está involucrada, creando una situación ganar-ganar²⁴. Sin embargo, históricamente, las decisiones de manejo de la biodiversidad se han tomado de manera más vertical que horizontal, como

resultado de las diferencias entre los propietarios, usuarios, conservacionistas y administradores.

El reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas contempla en su Capítulo IV "De los Consejos Asesores" como un mecanismo legal de participación, para el apoyo al Director en diferentes acciones. Sin embargo aún es más importante que este Consejo se retroalimente de órganos de participación más locales.

En virtud de que el agua es el componente limitante para el desarrollo de muchas de las actividades productivas, y un componente importante en la continuidad de los ecosistemas naturales, se propone una estrategia de planeación y participación por cuencas hidrográficas, ya que es un componente de delimitación natural en donde se comparten problemas y las acciones que se realicen en cualquier punto de la cuenca tendrán impacto los demás sitios de esta. Por esto se propone la definición de una regionalización en microcuencas o grupo de cuencas en donde se puedan conformar comités de participación por microregion para planear y decidir el manejo de recursos naturales de cada espacio compartido. Estos comités podrán discutir los problemas y las soluciones sobre la conservación y el manejo de los recursos naturales.

Objetivo particular

Elaborar y ejecutar una estrategia de participación a diferentes niveles, que permita la intervención de los diferentes sectores y actores, para la resolución conjunta de los problemas del ANP.

Metas y resultados esperados

Constitución a corto plazo, del Consejo Asesor del área natural protegida.

Constituir, a mediano plazo, 2 Subconsejos Regionales de Participación.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Constitución del Consejo Asesor</i>	
Realización de reuniones sectoriales para constituir el Consejo Asesor	C
Constitución del Consejo Asesor	C
Capacitación del Consejo Asesor	C
Constitución de Consejos Regionales	M
Sesiones del Consejo Asesor y Subconsejos Regionales	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.7.2 Componente de educación para la conservación

En la educación formal actual, en muchos de los casos los temas ambientales son abordados de forma superficial o incluso no se incorporen. Por ello es importante desarrollar estrategias de educación ambiental que se integren, tanto a la educación formal, como a la no formal, ya que el futuro del buen manejo de recursos dependerá del conocimiento que se tenga de este y además, es preciso que la sociedad se apropie de la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y que sea sensible a la interdependencia entre la conservación y el bienestar humano para que pueda tomar parte en acciones concretas a favor de su conservación.

Objetivo particular

Elaborar y ejecutar el programa de educación ambiental, vinculando los contenidos vigentes y las acciones del ANP, con el fin de reorientar los valores y conductas, y propiciar el conocimiento sobre temas ambientales en la población, en sus distintos niveles educativos y más importante aún en los principales actores, autoridades locales y los distintos espacios de toma de decisiones.

Metas y resultados esperados

Desarrollar a corto plazo, la estrategia de educación ambiental del ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Elaborar un programa de educación ambiental para el ANP.</i>	
Diseñar el programa de educación ambiental.	C
Realizar la evaluación anual del Programa de Educación Ambiental	P
<i>Vinculación con el sector educativo formal de la región.</i>	
Realizar un programa de capacitación de docentes en temas ambientales	M
<i>Realizar actividades de educación ambiental no formal</i>	
Diseñar un programa de actividades temáticas de educación Ambiental.	C
Diseñar y elaborar material didáctico del ANP.	P
Crear y operar un Centro de Cultura para la Conservación.	L

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.7.3 Componente de capacitación para el desarrollo sostenible

El reconocimiento y detección de capacidades locales para generar estrategias de conservación y manejo de bienes y servicios ambientales es fundamental en una visión a largo plazo, en donde los actores fundamentales sean los pobladores locales.

Objetivo particular

Propiciar la formación de capacidades locales, que contribuyan a la adquisición de habilidades y la adopción de esquemas alternativos para la conservación y uso adecuado de los recursos naturales.

Metas y resultados esperados

Implementar un Programa de formación de promotores comunitarios, con la obtención anual de al menos 2 jóvenes como promotores comunitarios en procesos de certificación.

Apoyar, a mediano plazo, el fortalecimiento de organizaciones locales de la Sociedad Civil que contribuyan al desarrollo sustentable en el ANP.

Apoyar de manera permanente, la capacitación local con al menos 5 cursos y talleres sobre conservación y manejo de recursos naturales.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Elaborar un programa de capacitación para el desarrollo sostenible</i>	
Generar el programa de capacitación para la formación de cuadros locales para la conservación y manejo de los recursos naturales	C
Realizar un programa permanente de capacitación para el desarrollo sostenible	P
<i>Formación de técnicos comunitarios</i>	
Desarrollar un esquema de capacitación para la formación de promotores comunitarios.	C
Incorporar a procesos de certificación a promotores comunitarios para el desarrollo sustentable.	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva

9.7.4 Componente de comunicación, difusión e Interpretación ambiental

Establecer puentes de comunicación acertivos, entre el ANP y las poblaciones locales es necesario con el fin de alinear las políticas y acciones a favor de la conservación de los ecosistemas. Utilizando las herramientas más efectivas de la comunicación como los medios masivos de comunicación, las redes sociales, las publicaciones impresas, campañas informativas y toda herramienta que favorezca la comunicación y difusión de la importancia de la conservación del capital natural del ANP.

Objetivos particulares

Generar y ejecutar un programa de comunicación y difusión que favorezca la vinculación con los diversos actores y sectores sociales en el ANP y garantice la difusión de proyectos y acciones que se desarrollan en el área natural.

Metas y resultados esperados

Contar a mediano plazo, con medios de comunicación social que apoye la difusión de las estrategias, acciones y logros en el ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Elaborar y operar un programa de comunicación, difusión , identidad y divulgación</i>	
Diseñar e implementar el programa de comunicación y difusión que incluya: medios de comunicación, redes sociales, medios impresos y una red de comunicación interna.	C
Generar espacios en medios de comunicación electrónica e impresos para promover las actividades del ANP.	P
Promover la constante comunicación con el sector periodístico local y regional.	P
Desarrollar productos de difusión (carteles, folletos, mamparas, pendones, postres, etc.) que rescaten y difundan los valores ambientales del ANP.	P

Gestionar, organizar y participar en exposiciones, congresos, eventos, ferias ambientales y espacios públicos de interés para posicionar positivamente el papel e importancia del ANP.	P
Mantener actualizada la Red Estatal de Señalización	P
Participar en redes locales y encuentros nacionales de educadores y comunicadores ambientales.	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva

9.8 Subprograma gestión

La gestión en las áreas naturales protegidas se concibe como un mecanismo de planeación, coordinación y participación de los diferentes sectores y actores, para orientar los esfuerzos y recursos del estado y la sociedad civil hacia las políticas, las normas y las actividades a los objetivos de conservación. Al tiempo que se asegure la conservación de los ecosistemas y contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la gente que habita dentro del ANP.

La gestión incluye la administración de los recursos humanos, técnicos y financieros, la infraestructura, la aplicación de la normatividad y los programas de subsidio, así como la procuración de recursos y la coordinación interinstitucional.

El área protegida se localiza en el centro del denominado "Paisaje Agavero" declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Unesco en el año 2006, por lo que en los Municipios y de manera conjunta con dueños y poseedores de terrenos, con organizaciones de productores y de la sociedad civil deberá ser mayor la coordinación con el fin de promover el desarrollo dentro de un marco de sustentabilidad al interior del área protegida.

Objetivo general

Establecer las formas en que se organizará la administración y los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades aledañas a la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su conservación y aprovechamiento sustentable.

Estrategias generales

Cumplir lo establecido en el decreto de creación y en el Programa de manejo referente a los objetivos y metas del ANP.

Formar y operar el Consejo Asesor del ANP.

Desarrollar el Programa Operativo Anual, acorde con las necesidades y objetivos del ANP.

Desarrollar una gestión interna eficiente y transparente y en apego a los manuales de operación administrativa del Gobierno de Estado de Jalisco.

Consolidar la coordinación con los tres órdenes de gobierno, con las organizaciones no gubernamentales y con la sociedad civil.

Colaborar para el financiamiento de proyectos para la conservación y manejo del ANP.

Desarrollar sinergia interinstitucional con el fin de lograr financiamiento externo.

Contar con una oficina equipada y una plantilla de personal que permita la operación eficiente del ANP.

9.8.1 Componente administración y operación

Objetivo particular

Diseño de la estrategia de financiamiento de largo plazo de la operación del ANP, proponiendo una figura jurídica e instrumento financiero que además de solvencia jurídica y administrativa, otorgue solvencia económica de largo plazo para la ejecución de las acciones contenidas en el programa de manejo y el programa operativo anual del área natural protegida.

Metas y resultados esperados

Elaboración continúa del programa operativo anual del ANP.

Consolidar la infraestructura necesaria para la operación eficaz de las acciones del programa de manejo del área.

Mantener de manera permanente, capacidad y cobertura operativa en el ANP.

Mantener una plantilla de trabajo suficiente para la ejecución del programa operativo anual POA.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Diseño del modelo de administración del ANP.</i>	
Diseño y aprobación de 1 organismo publico descentralizado.	C
Diseño y aprobación de 1 instrumento financiero (patrimonial) de largo plazo para operación del ANP.	C
Integrar y operar el manual de procedimientos administrativos	
Definir anualmente el presupuesto para el POA	P
<i>Consolidación y funcionamiento de la infraestructura operativa</i>	
Operar una oficina en el Municipio de Tequila.	C
Gestionar la operación de una oficina alterna en los Municipios de Ahualulco o Tehuchitán.	L
Garantizar el presupuesto para la operación	P
<i>Adquisición y mantenimiento de materiales y equipo</i>	
Realizar el inventario del equipo y materiales	P
Diseñar un programa de mantenimiento del equipo	P
Programar la adquisición del equipo necesario	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.8.2 Componente de transversalidad y concertación regional y sectorial

Para cumplimiento de las metas y objetivos de conservación, en las Areas naturales protegidas la coordinación y vinculación es necesaria, desarrollando

amplias actividades de gestión, participación en órganos colegiados, de coordinación sectorial, para crear mecanismos adecuados de coordinación interinstitucional orientados a la sustentabilidad del ANP.

Objetivo particular

Desarrollar una estrategia de coordinación interinstitucional con el fin de generar sinergia a favor de la conservación y el desarrollo sustentable en el área protegida.

Metas y resultados esperados

Participar permanentemente, Comités, Consejos u otros organismos colegiados de planeación y operación de coordinación cuyos ámbitos de acción se desarrollen sobre los objetos de intereses del Area protegida.

Participar permanentemente, en al menos un comité de evaluación de programas federales, estatales y municipales para contribuir en el apoyo de proyectos orientados al ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Coordinación interinstitucional</i>	
Participar en órganos colegiados de planeación y coordinación Interinstitucional.	P
Participar en comités de evaluación de proyectos del sector ambiental	P
Realizar reuniones y convenios de coordinación interinstitucional.	P

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.8.3 Componente de protección civil y mitigación de riesgos

Existen factores físicos y factores que resultan de las actividades humanas y factores ambientales, que pueden poner en riesgo tanto al ecosistema, las instalaciones, como a los habitantes de las comunidades en los asentamientos circundantes al volcán de Tequila. El conocer estos factores y la manera de mitigarlos, permitirá minimizar los efectos negativos que pudieran afectar los recursos naturales y humanos sujetos a protección en el ANP.

Objetivo particular

Generar conocimiento y capacidades para desarrollar acciones de planeación orientados al incrementar la seguridad de las personas y los recursos naturales presentes en el ANP, a través de la coordinación interinstitucional.

Metas y resultados esperados

Elaborar en el mediano plazo, un Programa de Riesgo, a partir del conocimiento generado en el ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Análisis de fenómenos recurrentes en el ANP.</i>	
Elaborar un programa de Mitigación de Riesgos en conjunto con dependencias encargadas en el estado de Jalisco.	M
Coordinar con autoridades de Protección Civil la atención de riesgos	M
Elaborar un manual de Protección Civil y Mitigación de Riesgos	M
Desarrollar capacidades en el personal para la coordinación y manejo de riesgo	L

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.8.4 Componente de fomento, promoción, comercialización y mercados

En el Volcán de Tequila las subzonas que permiten el aprovechamiento de ecosistemas y de recursos naturales son un elemento fundamental para promover el uso y conservación del área y el fomento a las actividades productivas debe ser, en sí misma, una estrategia de conservación del ANP, a través de los programas de subsidios y de la gestión con otras dependencias se desarrollará de forma permanente el fomento y promoción de proyectos de productivos alternativos que favorezcan las acciones de conservación y desarrollo económico de los productores locales. A través de procesos de certificación, comercio justo, y promoción directa de los productos que contribuyen a la conservación en el ANP.

Objetivo particular

Desarrollar, promover y comercializar los productos del campo que surjan de procesos de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales, con el fin de contribuir al desarrollo económico local y hacer del uso sustentable la mejor opción para conducir las actividades productivas de los pobladores ubicados en el área protegida.

Metas y resultados esperados

Apoyar a corto plazo, la promoción y comercialización de al menos 2 productos alternativos locales.

Promover de manera permanente la participación de productores locales en cuando menos 2 eventos de promoción y comercialización anual de productos alternativos.

Apoyar en cuatro años, cuando menos 4 estudios de mercado para proyectos productivos sustentables.

Apoyar de manera permanente en la constitución de cuando menos 4 empresas sociales con productos y servicios elaborados en el ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Promoción y comercialización de productos y servicios alternativos</i>	
Apoyar el desarrollo de capacidades de mercadotecnia para los productos y servicios locales.	P
Apoyar la participación local en eventos de promoción y comercialización.	P
Desarrollar una estrategia de difusión electrónica para los productos	P
Desarrollar un punto de venta de productos sustentables en el Centro de Cultura de la Conservación del ANP.	P
Promover la elaboración de estudios de mercado de productos sustentables.	M
Promover la constitución de empresas sociales locales.	L

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.8.5 Componente de infraestructura, señalización y obra pública

Las labores propias del ANP requieren de contar con infraestructura suficiente para el logro de sus objetivos, será necesario contar con señalización que contribuya a fomentar la conservación y conocer la normativa ambiental en el área y conducir y regular el comportamiento de las personas durante su trayecto.

Objetivos particulares

Generar la infraestructura necesaria para cumplir con los objetivos del ANP.

Orientar, informar y sensibilizar acerca del uso y restricciones, a través de un sistema de señalización.

Metas y resultados esperados

Operar de manera permanente una oficina del anp con personal técnico y equipamiento.

Construir a largo plazo, un Centro de Cultura de la Conservación en el principal acceso al Volcán de Tequila.

Establecer de manera permanente, un programa de instalación y mantenimiento de señalización del ANP y que cubran territorialmente el área protegida.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
Habilitación y acondicionamiento de oficinas del ANP	
Habilitar instalaciones y oficinas operativas para el personal del ANP.	C
Dotación de mobiliario, vehículos y equipamiento tecnológico.	C
Gestionar la adquisición de un terreno para la construcción de un Centro de Cultura de la Conservación en la localidad de Tequila, Jalisco.	M
Intrumentar un programa de evaluación y mantenimiento de las instalaciones.	C
Desarrollar un programa de señalización del ANP	M

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

9.8.6 Componente de recursos humanos y profesionalización

Una vez decretada el ANP, los periodos establecidos para cumplimiento de metas y objetivos de conservación y protección serán condicionados a que el ANP cuente de forma inmediata con una plantilla básica de recursos humanos para el desarrollo e implementación de acciones y actividades programadas, la capacidad operativa del equipo de trabajo y su cobertura territorial en los procesos de gestión y gobernanza son factores determinantes en el logro de

objetivos y van mas allá de las capacidades técnicas y profesionales e individuales por lo tanto una plantilla básica de personal podrá constar de 1 Director general, 1 Subdirector y 6 técnicos operativos. Debido a que se trata de una ANP con una amplia extensión y un número de comunidades humanas alto será necesario revisar de forma anual la ampliación de la plantilla y su profesionalización.

Objetivos particulares

Contar con un equipo de trabajo con capacidad de operación y cobertura territorial suficiente, para el cumplimiento oportuno de las metas y objetivos de protección y conservación establecidos en el programa de manejo del área natural protegida.

Metas y resultados esperados

Contar permanentemente con una plantilla de personal de al menos 8 personas para cumplir con los objetivos y metas del programa de manejo del ANP.

Actividades y acciones

Actividades* y acciones	Plazo
<i>Asignación de una plantilla básica de personal asignado al ANP</i>	
<i>Elaboración de programa anual de capacitación y actualización</i>	C
<i>Elaboración de programa de Intercambio de experiencias y conocimientos</i>	P
<i>Evaluación anual de metas y resultados del programa operativo anual</i>	C
Realizar la evaluación anual del desempeño del personal y de las necesidades de capacitación o entrenamiento.	C

* Las actividades se presentan en letra cursiva.

10. Anexos

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo/Endemismo
Clase Amphibia				
Orden anura	Bufo	<i>Bufo compactilis</i>	Sapo	
		<i>Bufo occidentalis</i>	Sapo	
	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana	
		<i>Hyla eximia</i>	Rana	
	Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus augusti</i>		
		<i>Eleutherodactylus hobartsmithi</i>		
		<i>Eleutherodactylus nitidus</i>		
		<i>Eleutherodactylus occidentalis</i>	Rana	
Clase Reptilia				
Orden squamata	Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante	Pr/endémica
		<i>Elgaria kingii</i>	Lagarto escorpión	Pr/no endémica
	Colubridae	<i>Drimarchon corais</i>	Culebra	
		<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo	A/no endemica
		<i>Masticophis flagelum lineatus</i>	Chirrinera	Amenazada
		<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra	
		<i>Pituophis deppei</i>	Culebra sorda mexicana	a/endémica
		<i>Trimorphodon upsilon</i>	Alicante	
	Gekkonidae	<i>Phyllodactylus lanei</i>		
	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	A/endémica
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus dugessi dugessi</i>		
		<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija	
		<i>Sceloporus spinosus</i>	Roña	
		<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija	

		Sceloporus utiformis		
		Sceloporus Aff. Variabilis		
		Urosaurus bacarinatus tuberculatus		
		<i>Urosaurus bacarinatus</i>		
	Polychridae	Anolis nebulosus	Lagartija	
	Scincidae	<i>Eumeces callicephalus</i>		
	Teiidae	Aspiloscelis gularis	Lagartija	
		Cnemidophorus deppii	Pie de rey	
		Cnemidophorus sackii communis	Pie de rey	
Clase aves				
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia beryllina	Colibrí	
		Amazilia cyanocephala	Amazilia serrana	
		Amazilia vioceps	Colibrí	
		Cyananthus latirostris	Colibrí pico ancho de tres marías	Pr/endémica
		Eugenes fulgens	Chupaflor coronimorado	
		Hylocharis leucotis	Colibrí	
		Lampornis clemenciae	Chupaflor gorjiazul	
		Selasphorus platycercus	Colibrí	
		Selasphorus rufus	Colibrí	
		Selasphorus sasin	Colibrí	
Orden caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles acutipennis	Tapacaminos	
		Chordeiles minor	Tapacaminos	
Orden Ciconiformes	Ardeidae	Bubulcus ibis	Garza ganadera	
	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote	
Columbiformes	Columbidae	Columba fascinata	Paloma de collar	

		Columbina inca	Conguita	
		Columbina passerina	Torito	A/endémica
		Columbina talpacoti	Tórtola rojiza Ruddy	
		Leptotila verreauxi	Paloma arroyera de tres marías	Pr/endémica
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	
		Zenaida macroura	Huilota	
Orden Coraciiformes	Momotidae	Momotus mexicanus	Pájaro reloj	
Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Ticuz	E/endémica
		Geococcyx velox	Correcaminos	
		Piaya cayana	Cuclillo canela	
Orden Falconiformes	Accipitridae	Accipiter cooperii	Gavilan palomero	Pr/no endémica
		Accipiter gentilis	Gavilan azor	A/no endémica
		Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr/no endémica
		Buteo jamaicensis	Halcón cola roja	Pr/endémica
		Buteogallus anthracinus	Aguililla negra mayor	Pr/no endémica
		Cathartes aura	Aura	
	Falconidae	Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr/No endémica
		Falco sparverius	Cernícalo	
		Polyborus plancus	Caracará	
Orden galliformes	Cracidae	Ortalis poliocephala	Chachalaca pálida	
	Odontophoridae	Colinus virginianus	Codorniz cotui	p/endémica
	Phasianidae	Callipepla aquamata	Codorniz de cresta blanca	
Paseriformes	Cardinalidae	Passerina caerulea	Gorrión azul	
		Passerina versicolos	Colorín morado	
		Pheucticus melanocephalus	Tigrillo	
		Piranga ludoviciana	Tángara capucha roja	
	Corvidae	Aphelocoma ultramarina	Axulejo	
		Corvus corax	Cuervo	
	Emberizidae	Aimophila ruficauda	Sitito	

		<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero rojizo de todos santos	e/endémica
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	
		<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde	
		<i>Pipilo fuscus</i>	Viejita	
		<i>Pipilo ocai</i>	Toquí collar	
		<i>Spizella pallida</i>	Zapateros	
		<i>Spizella passerina</i>	Zapateros	
	Fringillidae	<i>Carduelis notata</i>	Jilguero encapuchado	
		<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico	
		<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	p/endémica
	Fumariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepador dorsirrayado mayor	
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Goondrina tiiereta	
		<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina	
	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria	
		<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	Pr/endémica
		<i>Icterus wagleri</i>	Calandria	
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo	
		<i>Molothrus ater</i>	Tordo	
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	
	Mimidae	<i>Malanotis caerulescens</i>	Mulato	
		<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	a/endémica
		<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	
	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa	
		<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	a/no endémica
		<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe	
		<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde	
		<i>Mnioltita varia</i>	Chipe	

		<i>Myoborus pictus</i>	Pavita	
		<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe de potosí	a/no endémica
		<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona anaranjada	
		<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	
		<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	
	Ptillogonotidae	<i>Ptilignys cinereus</i>	Capulinerio gris	
	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de-rojo	p/endémica
	Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita piis	
	Thraupidae	<i>Piranga flava</i>	Tángara	
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca encinera	
		<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	
		<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura de Guadalupe	e/endémica
		<i>Thryothorus felix</i>	Chivirín feliz	Pr/endémica
		<i>Thryothorus Sinaloa</i>	Chivirín sinaloense	
		<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín salta pared	Pr/endémica
	Turdidae	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico anaranjado	
		<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	Pr/no endémica
		<i>Sialia sialis</i>	Azulejo	
		<i>Turdus assimilis</i>	Mirio garganta blanca	
		<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera d la laguna	Pr/endémica
		<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirla	Pr/endémica
	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Jose maria	
		<i>Contopus sordibulus</i>	Contopus occidental	Pr/endémica
		<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito	Pr/endémica
		<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	
		<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	
		<i>Empidonax spp.</i>	Mosquerito	

		<i>Empidonax traillii</i>	Empidonax traill	e/no endémico
		<i>Mitrephanes phaeocerus</i>	Mosquerito copetón	
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>		
		<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado cejiblanco	
		<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito	
		<i>Pytangus sulphuratus</i>	Luis grande	
		<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano piquigrueso	
		<i>Tyrannus verticales</i>	Tirano, Mosquero	
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano, Mosquero	
	Vireonidae	<i>Vireo cassini</i>	Vireo de cassin	
Orden piciformes	Picidae	<i>Dendrocopos stricklandi arizonae</i>	Carpintero dorsicafé	
		<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero común	
		<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero	Pr/endémica
		<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero pechileonado desértico	
		<i>Picoides arizonae</i>	Carpintero	
		<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo mexicano	
		<i>Picoides striklandi</i>	Carpintero volcanero	A/no endémica
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente-naranja	Pr/no endémica
		<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito enano	Pr/endémica
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	A/endémica
		<i>Ciccaba virgata</i>	Mochuelo café	
		<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotillo rayado	
	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Euptilotis neoxenus</i>	Trogon serrano silbador	A/endémica
		<i>Trogon elegans</i>	Trogon colicrobrizo	

Clase mammalia				
Orden Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado	
	Tayussuidae	Pecari tajacu	Jabalí de collar	
		Tayassu tajacu	Jabalí, pecari	
Carnívora	Canidae	Canis latrans	Coyote	
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra	
	Fam??	Leis wiedii	Tigrillo	
	Felidae	Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi	a/no endémica
		Felix concolor	Puma	
		Felix yagouaroundi	Onza	
		Lynx rufus	Gato montes	
	Mustelidae	Conepatus mesoleucus	Zorrillo	
		Memphitis macroura	Zorrillo	
		Mustela frenata	Comadreja	
		Spilogale putorius	Zorrillo	
	Procyonidae	Bassariscus astutus	Cacomixtle	a/endemica
		Nasua narica	Coati, tejon	a/endémica
		Procyon lotor	Mapache	
Orden Didelphimorphia (Marsupialia??)	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache	
		Didelphis virginianus	Tlacuache	
Orden Edentata	Dasypodidae	Dasyus novemcinctus	Armadillo	
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo	
	Muridae	Baiomys tailory	Ratón	
		Peromyscus spp.	Ratón	
	Pappogeomidae	Pappogeomys sp.	Tuza	
Orden rodentia	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla	
		Spermophilus variegatus	Ardillón	

11. Bibliografía

- Alain Demant. 1979. Vulcanología y petrografía del sector occidental del eje neovolcánico. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología Revista, Vol. 3, Num 1, pag. 39-57. México D.F.
- Ramos Vizcaino I., Guerrero Vázquez S., Huerta M. Francisco. 2007. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos de Jalisco, México. Rev. Mex. Biodiv. V. 78 n.1. México.
- Arévalo P., Liliانا A., Rivera C. J. 2012. Definición de zonas de recarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: centro sur de la Mesa central, México. Investigaciones Geográficas, núm. 81, 2013, pp. 18-32. Distrito Federal, México.
- Simulador de flujos de aguas de cencas hidrográficas SIATL. INEGI. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#app=f4c9&ec29-selectedIndex=1&4b36-selectedIndex=0&4d59-selectedIndex=2&4561-selectedIndex=0
- Irastorza Vaca Pedro. 2006. Integración de la ecología del paisaje en la aplicación territorial. Aplicación a la comunidad de Madrid. Tesis doctoral. Madrid.
- http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf
- <http://www.conagua.gob.mx/OCLSP07/Contenido/Documentos/ProgHidrico de Jalisco2030.pdf>
- <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/priorizacion.pdf>
- <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca03/5201/velazquez-aguirre.pdf>
- <http://www.learningace.com/doc/5655372/f66861eee598d66b7ed60d3eff5e58e1/gomez-tuena-et-al-2007>
- <http://conabio.inaturalist.org/places/mexico#threatened=1>
- <http://conabio.inaturalist.org/projects/especies-en-riesgo-nom-059-de-mexico>
- http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_enriesgo/buscador_especies/espRiesgo.php
- http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010
- CASTILLO Sánchez, Yoali y Raúl, Corona Navarro. (2004). Subsistema de ciudades, región Valles. Sincronía. No. 3. Universidad de Guadalajara.
- GONZALEZ-TORREROS, Lucía. (2010). Modelo turístico sustentable para el municipio de Tequila, Jalisco, México: una perspectiva de desarrollo local. Tesis doctoral. Universidad de Guadalajara.
- SEIJAL-SEP. 2014. Sistema de Información Geográfica. En: <http://sig.jalisco.gob.mx/>). Consultado el 4 de julio de 2014.
- SIEG. 2012. Magdalena, Diagnóstico del municipio. México, Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco.
- Tequila, Diagnóstico del municipio. México, Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco.