

**METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS AVC PARA EL PREDIO PARTICULAR "LAS BAYAS" DE LA UJED.
(SE INCLUYEN INDICADORES CUANTITATIVOS Y MEDICIÓN DE METAS)**

PROGRAMA DE MANEJO FORESTAL 2018 - 2028
(CASO DEL P. P. "LAS BAYAS" DE LA UJED)

DR. JAVIER L. BRETADO VELÁSQUEZ
DR. JOSE JAVIER CORRAL RIVAS
DR. RAÚL SOLÍS MORENO
M.C. JOSÉ CARMELO LÓPEZ MELÉNDEZ
DR. HÉCTOR MANUEL LOERA GALLEGOS
DR. ARNULFO MELÉNDEZ SOTO

MARZO DEL 2023

METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS AVC PARA EL PREDIO PARTICULAR "LAS BAYAS" DE LA UJED. (SE INCLUYEN INDICADORES CUANTITATIVOS Y MEDICIÓN DE METAS).

Es importante mencionar que dichas acciones se analizan para el periodo del 2015 al 2022, por lo que, para la comparación de alcances y metas, se toma en cuenta el seguimiento para los años 2018 al 2022 para la completa comparación y medición de la respuesta de tales medidas; sin embargo se toma como referencia inicial las características biológicas de los BAVC como se definieron de manera original en el estudio de identificación de AVC en el 2015.

AVC	Denominación del BAVC	Parámetro de monitoreo	Metas (anual)	Técnicas de campo y/o de gabinete	Indicador cuantitativo (original 2015)	Indicador cuantitativo (2018)	Indicador cuantitativo (2020)	Indicador cuantitativo (2021)	Indicador cuantitativo (2022)	Comparación Referencial	Observaciones
AVC 3	Área Ecológica (62.76 ha)	Segregación	Conservar o aumentar la Superficie protegida	Verificación de gabinete, recorridos de campo con GPS, bitácoras y verificación con cartografía digital.	62.76 ha	75.55 ha	75.55 ha	75.55 ha	75.55 ha	Se tiene un incremento de 12.79 ha para ésta área de AVC del 2015 al 2022	Se tiene un aumento del número de hectáreas de la superficie originalmente propuesta, en la consideración de que es el área definida como BAVC en la consideración de que se amplía el área de influencia al considerar anidamientos y

											corredores de fauna, protección de cauces y áreas especiales de conservación de suelo (prevención de la erosión); manteniendo su búffer de protección de 390.00 ha que es la superficie de PSAH. (Se anexa plano).
		Prevención de incendios	Realizar al menos dos recorridos de campo para la detección de incendios Efectuar trabajos de brechas cortafuegos de al menos 2 km en el área de AVC	Recorridos de campo con GPS, bitácoras y verificación con cartografía digital.	(No se tienen registros anteriores) (No se tienen registros anteriores)	2 1 km	2 2 km	2 2 km	2 2 km	Se hacen 2 recorridos por año. Se incrementa en 1 km (2016-2017)	Se realizaron dos recorridos por los monteros (personal operativo), uno con fecha de marzo y otro en mayo de los años del periodo. Constatándose que No hubo presencia ni daños por la afectación de Incendios.
		Conservación del	Realizar al menos tres	Recorridos de campo con	(No se tienen registros	3 recorridos / 0 daños	3 recorridos	3 recorridos	3 recorridos / 0 daños	Se mantienen	Se realizaron recorridos por

		Hábitat para la Fauna	verificaciones de campo para detectar daños, degradación y/o fragmentación de las condiciones naturales del hábitat, y con el objeto de detectar avistamientos o indicadores de la presencia de especies especiales de fauna (amenazadas o en peligro).	GPS, bitácoras y verificación con cartografía digital para detección de daños o alteraciones al hábitat	anteriores)	detectados	/ 0 daños detectados	/ 0 daños detectados	detectados	los 3 recorridos por año	parte de los monteros, con el objeto de monitorear la presencia de animales y de algunas especies en particular, y monitorear posibles daños o alteraciones al hábitat (p. ej. en su cobertura vegetal, fuentes de alimento, fuentes de agua, o áreas de reproducción), que son necesarias para la supervivencia de las especies de interés. Se verificó de manera visual la presencia de especies de fauna (p. ej. nidos, comederos, huellas, o excretas), además de
				Recorridos para el avistamiento o detección de especies de fauna	(No se tienen registros anteriores)	3 recorridos / 0 especies detectadas (avistamientos)	3 recorridos / 0 especies detectadas (avistamientos)	3 recorridos / 0 especies detectadas (avistamientos)	3 recorridos / 0 especies detectadas (avistamientos)	Se mantienen los 3 recorridos por año	



																								<p>buscar avistamientos de la fauna local. Se verificó de manera visual con técnicas de un punto fijo para monitorear el cambio de algún rasgo del hábitat, como un humedal, lago o el dosel del bosque. Se concluye que el hábitat original no presenta cambios en estructura y composición de las especies. Adicionalmente, se tienen avistamientos de la flora y fauna existentes, sin que se detecten modificaciones de la presencia de especies locales, ni de disturbios drásticos en</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

											estructura y abundancia de especies. Las visitas se realizaron de manera periódica. (Las bitácoras de visita se encuentran en el Predio).
		Biodiversidad y Regeneración Natural	Realizar un estudio al menos de manera preliminar para conocer de Indicadores de biodiversidad, estructura y composición, y valores de importancia, para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.	Levantamiento de datos de campo en los sitios de muestreo (definidos de manera selectiva y con muestreo dirigido)	(No se tienen registros anteriores).	Se realizó un estudio con 3 sitios de muestreo de 500 m ² (los resultados se presentan en la Tabla 1 anexa)	No se realizó el muestreo	No se realizó el muestreo	No se realizó el muestreo	No se hizo la comparación ya que no se tienen registros posteriores. Siguen vigentes los datos del 2015.	Valor de Importancia. La estimación de los parámetros ecológicos abundancia relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia relativa de las especies encontradas en los sitios de muestreo se presentan en la Tabla 1 (anexa). El número

											<p>promedio de árboles por hectárea y el área basal por especie dentro de los sitios se pueden observar en esa Tabla. En términos generales, se puede concluir que se trata de una comunidad bastante balanceada en términos del uso de los recursos del sitio, ya que ninguna especie al parecer domina dentro de las otras especies. Por supuesto, que los parámetros presentados aquí, representan una situación media ya que de manera local es posible encontrar</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---



											<p>algunas especies dominando dentro de algunas parcelas. Los valores de IVI para los diferentes estratos son: Arbóreo de 35.61 a 80.90; Arbustivo es 227.03; Herbáceo de 7.16 a 151.44.</p> <p>Diversidad de Especies.</p> <p>Los valores del Índice de Shannon obtenidos para los sitios de muestreo señalan un valor promedio de 1.58 (arbóreo); 0.00 (arbustivo) y 1.21 (herbáceo). Interpretándose en el contexto biológico (para arbóreo y herbáceo)</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---



												como una composición baja de especies en los sitios de muestreo con respecto al total de las especies presentes en el Predio (cuyo índice nos daría un valor de 5.0). En el futuro se pretende evaluar si la diversidad de especies dentro de las parcelas evaluadas a través de este índice se mantiene sin cambios significativos como resultado de las actividades de manejo o de otra índole. En referencia al punto anterior de la estructura del hábitat, la respuesta de la regeneración
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

											natural ha sido favorable para las especies presentes en el área de BAVC, lo que de manera implícita asegura los estándares de biodiversidad habiéndose verificado de manera visual en recorridos aleatorios por el área de interés. (Las bitácoras de visita se encuentran en el Predio).
		Estado fitosanitario	Realizar al menos tres recorridos de campo para detectar la presencia de plagas y enfermedades	Recorridos de campo / detección de plagas y/o enfermedades (por tipo)	(No se tienen registros anteriores)	3 recorridos / 0 especies de plagas o enfermedades detectadas	3 recorridos / 0 especies de plagas o enfermedades detectadas	3 recorridos / 0 especies de plagas o enfermedades detectadas	3 recorridos / 0 especies de plagas o enfermedades detectadas	No se detecta presencia de plagas y/o enfermedades	De acuerdo a los recorridos realizados de manera periódica y al análisis visual, se constata que No hay presencia de plagas y enfermedades, y No se detectan daños

											a las especies presentes en el área.	
		Parámetros hidrológicos	Índices de escurrimiento, infiltración, evapotranspiración y erosión.	Datos de campo, mediciones directas y registros históricos.	(No se tienen registros anteriores).	Se realizó un estudio con 3 sitios de muestreo de 500 m ² (los resultados se presentan en la Tabla 1 anexa)	No se realizó el muestreo	No se realizó el muestreo	No se realizó el muestreo	No se realizó el muestreo	No se hace la comparación ya que no se tienen registros posteriores.	Se tienen valores para: el Índice de calor que es de 44.039; el Índice de Evapotranspiración que es de 4.97; el Volumen de Escurrimiento que es 3.27 m ³ ; el Volumen de Infiltración es 18.42 m ³ ; la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (USLE) es 0.27 ton/ha/año. Ahora se implementa la fase de consulta de registros históricos y actuales en gabinete, toma de datos de campo, y validación de información

											meteorológica disponible, y ya en su oportunidad más adelante se hará un análisis comparativo con los parámetros actuales en el área. Dado que dicha información es de carácter general y de gran volumen (INEGI).
AVC 5	La Tecolota (Manantial) (5.93 ha)	Segregación	Conservar o aumentar la Superficie protegida para éste AVC.	Verificación de gabinete, recorridos de campo con GPS, bitácoras y verificación con cartografía digital.	5.93 ha	14.42 ha	14.42 ha	14.42 ha	14.42 ha	Se tiene un incremento de 8.49 ha para ésta área de AVC del original 2015 al 2018..	Se tiene un aumento de la superficie definida para éste BAVC, en la consideración de proteger el estrato herbáceo y arbustivo cercano al manantial y para la prevención de la erosión del suelo. Se

											anexo Plano actualizado.
		Actividades complementarias	Realización de al menos dos actividades operativas de fomento, protección y conservación.	Acordonamiento Cercado	(No se tienen registros anteriores)	20 ha 0.50 ha	0 ha	0 ha	0 ha	No se hace la comparación ya que no se tienen registros posteriores	Se realizaron las actividades descritas con el objeto de proteger el área de influencia del manantial y para prevenir la afectación por pastoreo o de contaminación del agua, así como para prevenir la erosión en su forma incipiente. Se anexa evidencia fotográfica de la realización de estas actividades.
		Análisis del Agua del manantial	Realización de al menos un análisis fisicoquímico (volumétrico, colorímetro), complementado con análisis microbiológico	Toma de la muestra de agua en contenedor de plástico esterilizado (90 ml), según el procedimiento que marca la NOM-127.	(No se tienen registros anteriores)	(Se Anexa el cuadro completo de los valores de los parámetros medidos y su comparativo con los valores que	No se tuvieron registros del análisis	(Se Anexa el cuadro completo de los valores de los parámetros medidos y su comparati	(Se Anexa el cuadro completo de los valores de los parámetros medidos y su comparativ	Se está en proceso de hacer la comparación de la medición de éstos parámetros para ambos registros	Con fecha del 26 de marzo del 2015, en el Laboratorio "Humberto Garza Ulloa" de la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED, se realizó un



						marca la norma, NOM-127, Tabla 2.)		vo con los valores que marca la norma, NOM-127, Tabla 2) del 2015 y 2017 (con fecha del 14 de Febrero del 2018)	valores que marca la norma, NOM-127, Tabla 2) del 2015 y 2017 (con fecha del 14 de Febrero del 2018)	disponibles	Análisis Físicoquímico de la muestra de agua del manantial de La Tecolota del P. P. Las Bayas, habiendo seguido el protocolo de colecta de muestra indicado por tal instancia. Se usó la metodología volumétrico-colorimétrico, arrojando que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles (en sus mínimos y máximos) por la NOM-127 para los siguientes parámetros: Temperatura, pH, conductividad, alcalinidad,
--	--	--	--	--	--	------------------------------------	--	---	--	-------------	---

											<p>dureza total, nitrógeno amoniacal, amoniaco, amonio, dióxido de carbono, cloruro de sodio, cloruros, sodio, oxígeno disuelto, sólidos totales, nitritos, nitratos, hierro. Y en el Análisis Microbiológico se revisaron los siguientes parámetros: organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales. Dicho análisis es avalado por la QFB Bertha Irene Ibarra Salinas (Céd. Prof. 4105226).</p>
		Infraestructura	Realización de al menos dos obras de mantenimiento y/o conservación	Pileta (bebedero)	(No se tienen registros anteriores)	1	No se realizaron	No se realizaron	No se realizaron	No se hace la comparación en tiempo, ya que no se	Se da mantenimiento a la pileta, mediante el lavado y deshierbe, y

				Instalación de manguera de conducción de agua (2")		2 km				tienen registros posteriores de la instalación o realización de obras	cambio de mangueras deterioradas por nuevas. Se facilita también la toma de agua para las especies de fauna presentes en el paraje.

TABLA 1. ESTIMACIÓN DE ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD PARA EL ÁREA ECOLÓGICA (BAVC):
[Índices de Shannon] (Muestreo del 2018).

No.	Nombre		No/ind	No.sitios/sp	AB(m2)/	F. relativa	D. relativa	Do. Relativa	IVI	Abun rel (pi)	Ln(pi)	Pi*ln(pi)
	Científico	Común			Cobertura (m2)							
Arbóreo												
1	<i>P. duranguensis</i>	Pino	325.0	3	2.18	25.00	29.41	26.49	80.90	0.2941	-1.224	-0.360
2	<i>P. cooperii</i>	Pino	200.0	3	1.38	25.00	18.10	16.76	59.86	0.1810	-1.709	-0.309
3	<i>P. engelmannii</i>	Pino	100.0	3	0.20	25.00	9.05	2.44	36.49	0.0905	-2.402	-0.217
4	<i>P. leiophylla</i>	Pino	150.0	3	0.06	25.00	13.57	0.73	39.31	0.1357	-1.997	-0.271
5	<i>Quercus spp</i>	Encino	170.0	3	2.30	25.00	15.38	28.01	68.40	0.1538	-1.872	-0.288
6	<i>Abies spp</i>	Abeto	110.0	3	1.60	25.00	9.95	19.49	54.44	0.0995	-2.307	-0.230
7	<i>Cupressus spp</i>	Madroño	50.0	3	0.50	25.00	4.52	6.09	35.61	0.0452	-3.096	-0.140
			1105.0	3	8.2	175.00	100.0	100.00	375.00		H=	1.158
Arbustivo												
1	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanilla	285.0	3	93.8	27.03	100.0	100.00	227.03	1.0000	0.000	0.000
			285.0	3	93.8	100.00	100.0	100.00	227.03		H=	0.000
Herbáceo												
1	<i>Alopecuaros protensis</i>	Z. cola de zorra	59	3	4.8	40.60	54.63	56.21	151.44	0.5463	-0.605	-0.330
2	<i>Bouteloua gracillis</i>	Z. banderilla	23	3	1.7	28.10	21.30	19.53	68.92	0.2130	-1.547	-0.329
3	<i>Agrostis stolonifera</i>	Z. navajita	6	3	0.3	12.50	5.56	2.96	21.01	0.0556	-2.890	-0.161
4	<i>Aristida divaricata</i>	Pasto silvestre	17	3	1.7	15.60	15.74	20.12	51.46	0.1574	-1.849	-0.291
5	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	3	3	0.1	3.20	2.78	1.18	7.16	0.0278	-3.584	-0.100
			108	3	8.5	100.00	100.00	100.00	300.00		H=	1.211

En la Tabla se ilustran los Indicadores de biodiversidad, estructura y composición para el BAVC denominado Área Ecológica del P. P. Las Bayas, en los estratos: Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo.

TABLA 2. ANÁLISIS DEL AGUA DEL MANANTIAL DE LA TECOLOTA (BAVC):
[Metodología volumétrico-colorimétrico, (14 de Febrero del 2018)].

Parámetros	Resultado	Límites Máximo Permisibles por la NOM-127
Análisis Fisicoquímico:		
Temperatura (°C)	24.6 (18.6)	---
pH	7.6 (6.2)	6.5 – 8.5
Conductividad (µS/nm)	2.0 (87)	---
Alcalinidad al verde de bromocresol y rojo de metilo (mg/L)	ND (68.4)	300.0
Dureza total (mg/L como CaCO ₃)	68.4 (34.2)	< 500.0
Nitrógeno Amoniacal (N en mg/L)	0	0.5
Amoniaco NH ₃ (mg/L)	0	---
Amonio NH ₄ ⁺	0	---
Dióxido de Carbono (mg/L)	15 (60)	---
Cloruro de Sodio (mg/L)	ND – (150)	---
Cloruros (mg/L)	ND – (90)	< 250.0
Sodio (mg/L)	ND – (60)	< 200.0
Oxígeno disuelto (mg/L)	ND – (37)	---
Sólidos Totales (mg/L)	28.0 (25.0)	1000.0
Nitritos (N en mg/L)	0	0.05
Nitritos NO ₂ (mg/L)	0	---
Hierro	0.4 (0.0)	0.30
Nitratos (N en mg/L)	3 (0.0)	10.0
Nitratos NO ₃ (mg/L)	13.2 (0.0)	---
Análisis Microbiológico:		
Organismos coliformes totales (NMP/100 mL)	15 (20)	150.0 <1.1 nmp/100 mL
Organismos coliformes fecales (NMP/100 mL)	< 3 - ND	12.0

TABLA 3. PARÁMETROS HIDROLÓGICOS: EVAPOTRANSPIRACIÓN, VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO E INFILTRACIÓN DE AGUA.
[Estimaciones y Cálculos]

Con la finalidad de determinar la cantidad de agua, evaporada, escurrida e infiltrada en el área de AVC se procedió a determinar ciertos parámetros hidrológicos mediante la metodología de Thornthwaite (1948).

Primeramente se calcula el índice de calor (I):

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij$$

Donde:
 $i = (T/5)^{1.514}$

Teniendo datos de temperatura media mensual calculamos los valores de *i*, y la sumatoria de estos representa el Índice de Calor (I):

Mes	Temp (°C)	I
enero	6.4630137	1.47488487
febrero	7.35342466	1.79318352
marzo	8.94863014	2.4138976
Abril	11.2006849	3.39090567
mayo	13.3630137	4.42974468
Junio	16.1527397	5.90261087
Julio	16.1684932	5.91132868
agosto	15.8821918	5.75357546
septiembre	14.9506849	5.25044729
octubre	11.7684932	3.65452379
Noviembre	8.77945205	2.34514162
Diciembre	7.15072464	1.71887936
I =		44.0391234

Se calculó la evapotranspiración con la siguiente fórmula:

$$ETP = 1.6[10(T/I)]\alpha$$

Dónde: ETP = Evapotranspiración, T = temperatura e I = índice de calor

$$\alpha = 0.000000675(I^3) - 0.0000771(I^2) + 0.01792(I) + 0.49239 = 1.189$$

$$ETP = 1.6 [10 (T/I)] \alpha$$

$$ETP = 1.6 [10 (11.51/44.03)] * 1.189$$

$$ETP = 4.97$$

Se calculó el volumen de escurrimiento:

$$Ve = (P) (At) (Ce)$$

Donde: P = precipitación anual en metros cúbicos, At = área total del AVC en metros cuadrados (i.e. 2.28 ha = 22800 m²) y Ce = coeficiente de escurrimiento anual.

(Para el coeficiente de escurrimiento se tomó el promedio de la subcuenca en el Simulador de Flujos del INEGI y la precipitación anual se tomó de los registros del INIFAP).

$$Ve = (0.00095640) (22800) (0.15)$$

$$Ve = 3.27 \text{ m}^3$$

Se calculó el volumen de Infiltración:

La infiltración es el resultado de restar a la precipitación total, la cantidad evaporada y el volumen de escurrimiento, tal como lo indica la siguiente fórmula:

$$\text{Infiltración} = P - ETP - Ve$$

Dónde: P = precipitación, ETR = evapotranspiración, y Ve = volumen de escurrimiento

$$\text{Infiltración} = 956.40\text{mm} - 4.97\text{mm} - 3.27\text{m}^3$$

Dado que el volumen de escurrimiento ya está dado en metros cúbicos y ya está considerando en el área total del AVC; entonces, la precipitación y la evapotranspiración tendrían que convertirse a metros cúbicos y extrapolarse a la superficie total del predio quedando como se muestra a continuación:

$$\text{Infiltración} = (0.00095640 * 22800) - (0.00000497 * 22800) - 3.27$$
$$\text{Infiltración} = 18.42 \text{ m}^3$$

Después de este breve análisis de los parámetros de evapotranspiración, escurrimiento e infiltración se deduce que la pérdida de infiltración por el cambio de uso de suelo es de 18.42 metros cúbicos de agua. (Nota: son estos 18.42 metros cúbicos los que hay que compensar con la reforestación y demás obras propuestas como medidas de compensación y mitigación).

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo: metodología de la comisión nacional forestal.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE (por sus siglas en inglés), fue desarrollada por Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE, hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos. De acuerdo a la USLE, la tasa de pérdidas de suelo por erosión hídrica, está en función de diversos factores como el poder erosivo de la lluvia, la erodabilidad de los suelos, la cobertura vegetal, la práctica conservacionista y el factor combinado de la pendiente y la longitud de la misma; todos estos factores conforman la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P$$

Dónde:

- E = Erosión del suelo t/ha año.

- R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr
- K = Erosionabilidad del suelo.
- LS = Longitud y Grado de pendiente.
- C = Factor de vegetación
- P = Factor de prácticas mecánicas.

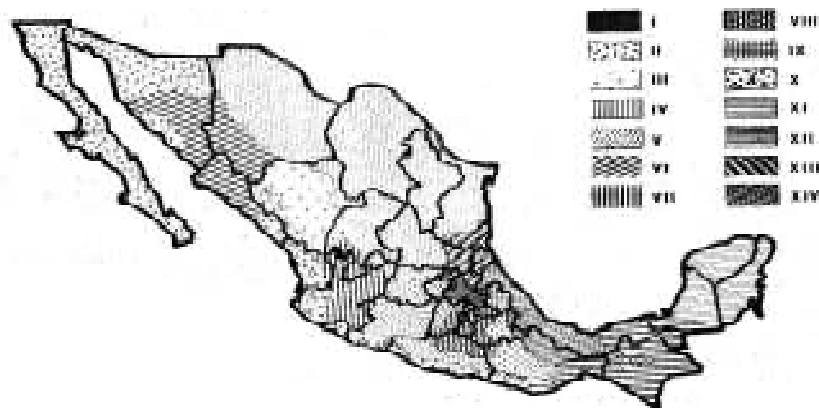
Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

La erosión potencial se estima como: $E_p = R K LS$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación, que considera los factores inmodificables R K LS y los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo del suelo y la vegetación son los que se pueden modificar para reducir las pérdidas de suelo.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada uno de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentara un modelo simplificado y adecuado para utilizarse en nuestro país presentado por regiones, por lo que se tomó la ecuación que abarca la región de Durango como se muestra a continuación:

$$R = 3.6752P - 0.001720P^2 \quad R^2 = 0.94$$



Dónde:

- R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
- P = Precipitación media anual de la región.

La precipitación media anual de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CNA), con datos recabados desde el año 1940 al 2012 en la estación meteorológica El Salto es de 928.164 mm. Si la precipitación media anual de la región es de 928.164 mm, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.6752 (928.164) - 0.001720 (928.164)^2 = \underline{\underline{1929.43}}$$

EROSIONABILIDAD (K)

El índice de erodabilidad (erosionabilidad (k)) que se define como la susceptibilidad del suelo a erosionarse, a mayor erodabilidad, menor resistencia a los agentes erosivos. Las propiedades de los suelos que afectan la erodabilidad pueden agruparse en dos categorías: Las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y a transporte durante la lluvia y el escurrimiento. Parent *et al.*, (2002) señalan que la erodabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo y permeabilidad. Por lo general los suelos de textura gruesa tienen mayor permeabilidad y por lo tanto, una probabilidad inferior de tener escorrentía superficial y erosión hídrica. De la misma manera, se estima que las partículas gruesas tendrán menos desplazamiento durante el salpicamiento de las gotas, y en caso de tener algún transporte por las gotas de escorrentía, sedimentarán más rápidamente que las partículas finas.

La estructura del suelo incrementa la resistencia de éste frente a los procesos erosivos, considerando que mantienen agregados de tamaño demasiado grande para ser transportados por el agua de escorrentía; y al crearse cavidades y grietas que faciliten la aereación se incrementa la permeabilidad del suelo facilitando con ello el movimiento del agua y favoreciendo el desarrollo de las raíces

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica, En el siguiente cuadro se presentan los valores de K de acuerdo al tipo y estructura del suelo presente:

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Para nuestro caso las características del suelo presente en el área del análisis es limosa y el contenido de materia organica es menor al 0.5 por lo tanto el factor K para el área de BAVC es de **0.060**.

LONGITUD Y GRADO DE PENDIENTE (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$s = \frac{H_f - H_i}{L}$$

Dónde:

- S = Pendiente media del terreno (%).
- H_f = Altura más alta del terreno (m).
- H_i = Altura más baja del terreno (m)
- L = Longitud del terreno (m).

En el área del análisis se contempla una diferencia de elevación, la parte alta es de 2,563 msnm y la elevación en la parte baja es de 2,542 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 21 metros. Si la longitud del terreno es de 330 metros, entonces sustituyendo esta información en la fórmula, la pendiente media del terreno es:

$$S = \frac{2563 - 2542}{330} * 100$$

$$S = 6.36 \%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 960 m, la pendiente media del terreno de 0.20 % y m de 0.5, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación de la siguiente forma:

$$LS = (960^{0.5} * (0.0138 + 0.00965 (6.36) + 0.00138 (6.36^2)))$$
$$LS = 2.38$$

ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL.

Considerando los valores de R = 1929.43, K = 0.060 y LS = 0.49 fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación de la siguiente manera:

$$E = (1929.43) (0.060) (2.38)$$
$$E = 275.68 \text{ ton/ha/año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden 275.68 ton/ha por año.

ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN ACTUAL

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la primera ecuación.

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con alta cobertura vegetal alta. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en un cuadro presentado por niveles de productividad del cual el área de interés adquiere una (C) con valor de 0.50 tomando como bosque natural moderado ya que son las características a las que más se asemeja. Factor de protección de la vegetación (C).

Los valores de C reportados para México se presentan en la siguiente tabla:

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

El área de estudio cuenta con cobertura forestal de bosque de pino-encino, correspondiente al cultivo de bosque natural y presentando una productividad alta. Bajo esta premisa, el valor de C para la Región es 0.001 que sustituyendo quedaría:

$$E = R K L S C$$

$$E = (1929.43) (0.060) (0.49) (0.001)$$

$$E = 0.27 \text{ ton/ha año}$$

EROSION CON OBRAS DE CONSERVACION Y REFORESTACION}

Factor (P) de prácticas mecánicas

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco se reportan en la siguiente tabla:

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno*	0.60-0.80
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.50
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor de 13 %)	0.80
Terrazas de Banco	0.10
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Como podemos notar los valores de P van de 0 a 1 como no se reporta ningún valor para las actividades a desarrollar consideraremos un valor de 0.6 ya que las franjas al contorno son las que más se asimilan a las obras a realizar, por lo tanto, asumimos que el valor de P es de 0.6.

Otro factor a considerar es que la cobertura vegetal se perderá con el tiempo, por lo tanto el factor C será prácticamente nulo, por lo tanto desaparece de la ecuación. Por lo tanto la erosión final que se ocasionará es la siguiente:

$$E = R K L S P$$

$$E = (1929.43) (0.060) (0.49) (0.6)$$

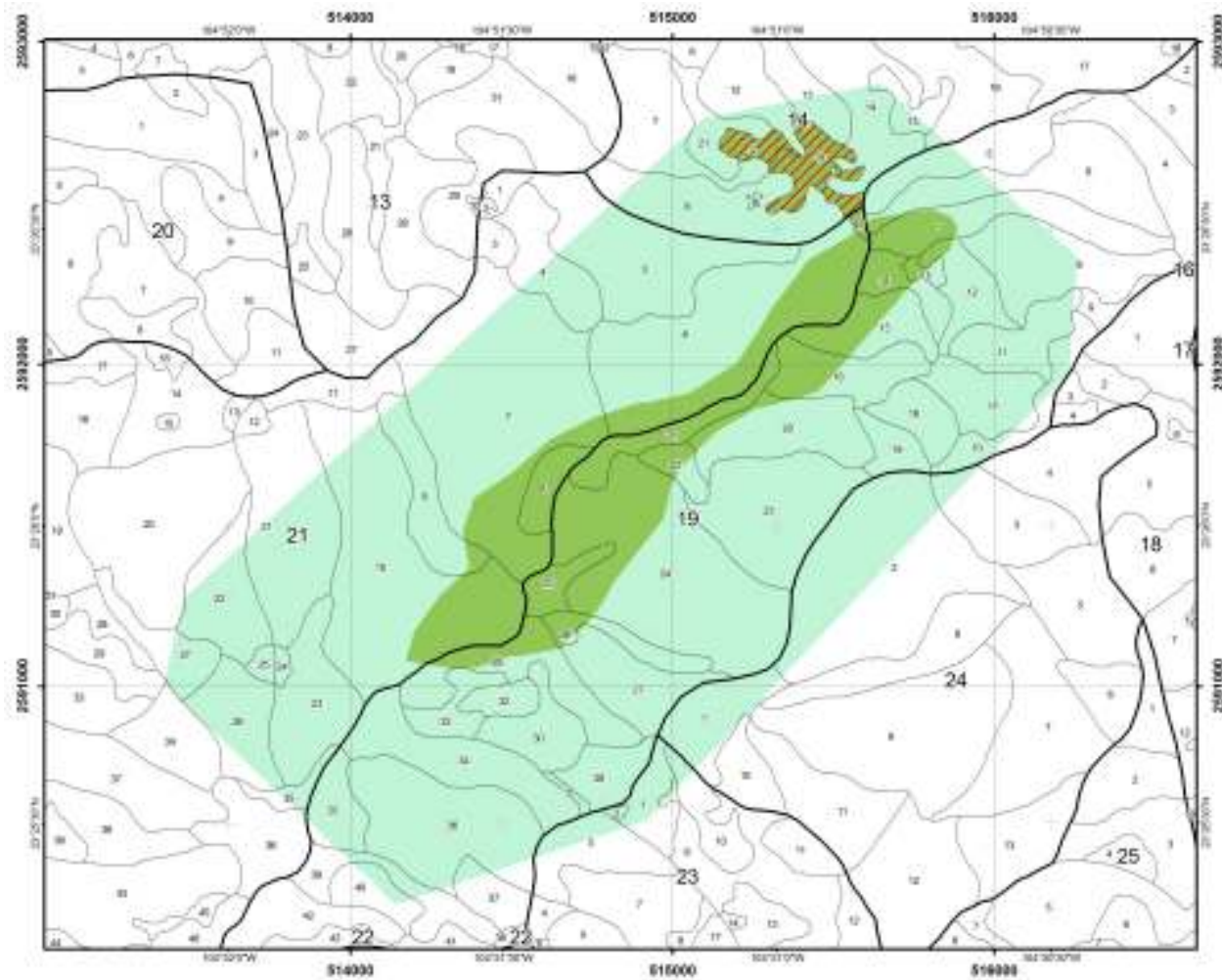
$$E = 165.41 \text{ ton/ha/año}$$

Haciendo un análisis de la erosión potencial, actual y con obras de conservación tenemos que se podría en determinado momento tener una moderada erosión del suelo en el ecosistema.

Si consideramos que a tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 ton/ha/año, se tiene una erosión de 34.15 ton/ha/año se tiene que implementar un mínimo de 250 metros cúbicos de presas para reducir la erosión al máximo permisible.

Si tenemos un total de 2.28 hectáreas propuestas para cambio de uso de suelo, entonces tenemos una erosión total de 377.14 ton/ha/año. Durante el proceso de construcción de las viviendas, el suelo solo estará expuesto por un periodo corto de tiempo puesto que se cubrirá por banquetas, pisos de las viviendas, asfalto y techos de las casas, por lo tanto se deduce que el suelo estará expuesto por uno o dos meses a la erosión.

Considerando lo anterior, se deduce que la pérdida de suelo por agentes hídricos y eólicos será solo por dos meses, este por lo tanto, la pérdida de suelo anual la dividimos entre 6 (por los dos meses de exposición del suelo desprovisto de vegetación), de esto resulta que la pérdida por año es igual a 27 ton/ha y son estas pérdidas las que hay que compensar mediante prácticas de suelos. Por lo tanto, se proponen la construcción de 123 (modificar de acuerdo a las metas planteadas en el ETJ) metros cúbicos de presas de piedra acomodada a razón de que un metro cubico de suelo retenido más o menos corresponden a 0.75 toneladas de suelo, esto debido a experiencias de trabajos y obras de conservación realizadas en la región.



**PREDIO "LAS BAYAS"
BOSQUES DE ALTO VALOR
DE CONSERVACION (2013)**



-  RODALES
-  SUBRODALES
-  ALTOS VALORES
-  LA TECOLOTA
-  SERVICIOS AMBIENTALES



LOCALIZACION EN EL PREDIO

1:15,000

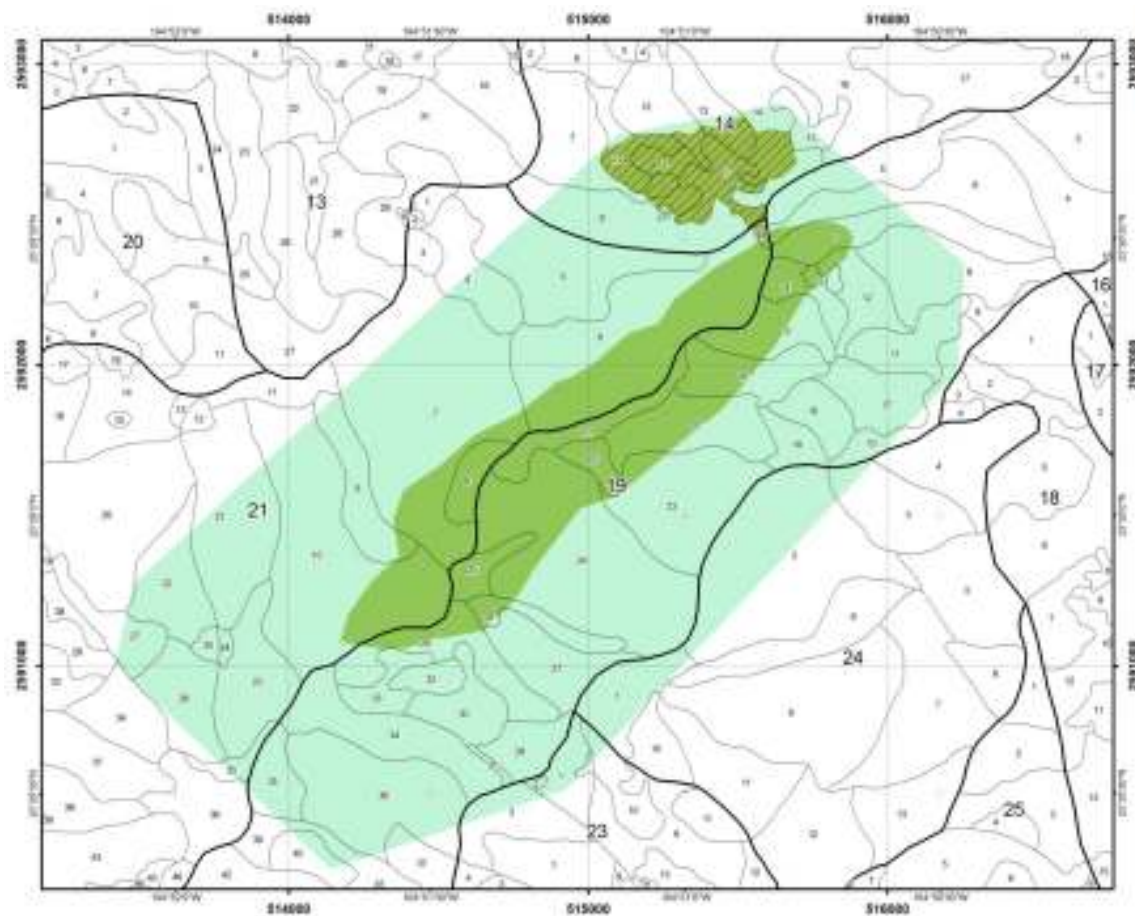




Predio Particular




"Las Bayas"

UJED - Facultad de Ciencias Forestales



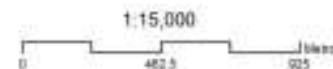
**PREDIO "LAS BAYAS"
BOSQUES DE ALTO VALOR
DE CONSERVACION (2015)**



-  RODALES
-  SUBRODALES
-  ALTOS VALORES
-  LA TECOLOTA
-  SERVICIOS AMBIENTALES



LOCALIZACION EN EL PREDIO



ALTOS VALORES DE CONSERVACION
 P. P. LAS BAYAS

BAVC
 LA TECOLOTA
 ÁREA ECOLÓGICA
 TOTAL

SUPERFICIE (Has)		CENTROIDE	
2013	2018	UTM X	UTM Y
5.93	14.42	515409.587	2592671.62
62.76	75.55	514983.038	2591739.41
68.69	89.97		

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: MONITOREO Y SEGUIMIENTO BAVC

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
 FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

CRONOGRAMA DE ACCIONES EN EL PREDIO LAS BAYAS DE LA UJED (SEM. B 2022)

ÁREA: SECRETARIA ADMINISTRATIVA																												
No. DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	RESPONSABLE																					AVANCE					
			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				%					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	20	30	50	70	80	100
1	AVC 3. Segregación	Coordinador Servs. Técs. Monteros / SIG																										
2	Prevención de incendios	Coordinador Servs. Técs. Monteros																										
3	Conservación del Hábitat para la Fauna	Coordinador Servs. Técs. Monteros / SIG																										

10	Infraestructura (Obras)	Coordinador Servs. Téc. Monteros																																	
----	-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CONCLUSIONES:

1. Se realizarán recorridos periódicos por el área de AVC para monitorear el hábitat de fauna
2. En el SIG se analizará el componente técnico para segregar más áreas de amortiguamiento
3. Con recursos propios se mejorará la pileta de provisión de agua del AVC "La Tecolota", para asegurar una mejor calidad de agua. Se buscará que tenga las especificaciones de las Normas Oficiales. Adicionalmente, se hará un análisis integral y periódico de la calidad del agua según las Normas Oficiales establecidas, además de mejorar el perímetro de protección del manantial.
4. Se harán muestreos para verificar el estado fito-sanitario de las áreas definidas como BAVC.
5. Se mejorará la infraestructura de apoyo a las labores de conservación, protección y fomento.
6. Ser actualizarán los estudios para los índices hidrológicos y de biodiversidad.