



## CONTENIDO

SÍNTESIS DEL PROYECTO (RESUMEN EJECUTIVO).....	A
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, PROMOVENTE Y RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO .....	1
I.1 PROYECTO.....	1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO .....	1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL .....	1
I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL .....	1
I.2 PROMOVENTE .....	1
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	1
I.2.1 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.....	1
I.2.3 NOMBRE O CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	1
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL.....	2
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO .....	2
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	2
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....	2
I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....	2
I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....	2
I.4 DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO EN MATERIA FORESTAL/ RESPONSABLE DE DIRIGIR EL CAMBIO DE USO DE SUELO .....	2
I.4.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	2
I.4.2 DOMICILIO .....	2
I.4.3 NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL .....	3
I.4.4 COPIA DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL Y DOCUMENTOS PROBATORIOS .....	3
I.4.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE PARA DIRIGIR LA EJECUCIÓN.....	3
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
II. 1 INFORMACIÓN GENERAL .....	4
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO .....	5
II.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	5
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA .....	6
II.1.3.1 COORDENADAS DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO .....	12
II.2.3.2 SUPERFICIES INVOLUCRADAS EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	17
II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS.....	19
II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA .....	21
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	21
II.2.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO .....	22
II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL Y LOCAL.....	22
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL .....	23
II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN .....	23
II.2.4.1 ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	23
II.2.4.1.1 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, INSUMOS, MATERIAL, MAQUINARIA, INSUMOS Y SERVICIOS	26
II.2.4.2 ACTIVIDADES PROPIAS PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO .....	28
II.2.4.2.1 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LOS PREDIOS.....	29
II.2.4.2.2 CAPACITACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	29



II.2.4.2.3 MARQUEO DEL ARBOLADO A REMOVER.....	30
II.2.4.2.4 DERRIBO DEL ARBOLADO .....	30
II.2.4.2.5 DESRAME Y TROCEO .....	30
II.2.4.2.6 EXTRACCIÓN Y ACOMODO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA VEGETACIÓ DERRIBADA NO UTILIZADA.....	30
II.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO .....	30
II.2.6.1 ALMACÉN .....	30
II.2.6.2 INSTALACIONES SANITARIAS .....	30
II.2.7 ESTIMACIÓN DE VOLUMEN POR ESPECIE DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	31
II.2.7.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS DASOMÉTRICOS .....	31
II.2.7.1.1 MUESTREO .....	31
II.2.7.1.2 DISEÑO DE MUESTREO.....	31
II.2.7.2.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	32
II.2.7.1.4 INTENSIDAD DE MUESTREO.....	32
II.2.7.1.5 FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO.....	33
II.2.7.1.6 VARIABLES DASOMÉTRICAS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	34
II.2.7.1.7 UBICACIÓN DEL SITIO DE MUESTREO.....	34
II.2.7.1.8 CONFIABILIDAD Y ERROR DEL MUESTREO.....	34
II.2.7.1.9 MUESTREO DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL .....	36
II.2.7.1.10 ESTIMACIÓN DE EXISTENCIA FORESTAL.....	37
II.2.7.1.10 VOLUMEN POR ESPECIE A REMOVER EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO .....	37
II.2.8 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	39
II.2.8.1 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTABLES MADERABLES .....	40
II.2.9 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	42
II.2.10 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES .....	43
II.2.11 PROGRAMA DE TRABAJO.....	43
II.2.12 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	45
II.2.12.1 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS .....	45
II.2.12.2 EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	45
II.2.13 RESIDUOS.....	46
II.2.13.1 RESIDUOS SÓLIDOS.....	46
II.2.13.2 RESIDUOS PELIGROSOS.....	46
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO .....	48
III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES .....	48
III.1.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.....	48
III.1.2 REGLAMENTO DE LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	50
III.1.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	50
III.1.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	52
III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).....	54
III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO .....	54



III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA SUBCUENCA VALLE DE BRAVO-AMANALCO .....	61
III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN MARIPOSA MONARCA EN EL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO .....	77
III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	82
III.3.1 ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES “ZONA PROTECTORA FORESTAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS VALLE DE BRAVO, MALACATEPEC, TILOSTOC Y TEMASCALTEPEC” .....	82
III.3.2 PARQUE ESTATAL “SANTUARIO DEL AGUA VALLE DE BRAVO” .....	84
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	86
III.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO.....	87
III.5.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO .....	87
III.5.2 PLAN DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE VALLE DE BRAVO.....	88
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	92
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.....	92
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....	92
IV.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO .....	95
IV.2.1.1 CLIMA .....	95
IV.2.1.1.1 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN .....	95
IV.2.1.1.2 AIRE .....	98
IV.2.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA .....	98
IV.2.1.1.4 EDAFOLOGÍA .....	98
IV.2.1.1.6 SUCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A SISMICIDAD .....	101
IV.2.1.1.7 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.....	101
IV.2.2 MEDIO BIÓTICO .....	104
IV.2.2.1 USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN .....	104
IV.2.2.1.1 COBERTURA.....	104
IV.2.2.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE LA PROYECTO .....	104
IV.2.2.1.3 INTENSIDAD Y UBICACIÓN DEL MUESTREO .....	106
IV.2.2.1.4 ANÁLISIS DE DATOS.....	109
IV.2.2.1.5 ASOCIACIONES VEGETALES .....	113
IV.2.2.1.6 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA .....	124
IV.2.2.1.7 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES .....	125
IV.2.2.1.8 DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	126
IV.2.2.1.9 ESPECIES VULNERABLES EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN .....	127
IV.2.2.2 FAUNA .....	127
IV.2.2.2.1 ANFIBIOS Y REPTILES.....	130
IV.2.2.2.2 AVES .....	131
IV.2.2.2.3 MAMÍFEROS.....	133
IV.2.2.2.4 BIODIVERSIDAD .....	136
IV.2.2.2.5 DENSIDAD Y ABUNDANCIA .....	136

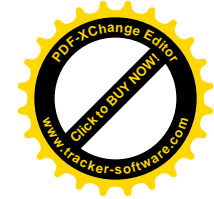


IV.2.2.2.6 ESPECIES DE FAUNA EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN .....	137
IV.2.2.2.7 ASPECTOS RELEVANTES DE LA FAUNA REGISTRADA.....	137
IV.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	138
IV.2.3.1 DEMOGRAFÍA .....	138
IV.2.3.2 CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN .....	138
IV.2.3.3 ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	138
IV.2.3.4 ÍNDICE DE MARGINACIÓN.....	139
IV.2.4 PAISAJE.....	140
IV.2.5 SERVICIOS AMBIETALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO .....	141
IV.2.5.1 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN VERSE AFECTADOS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	142
IV.2.5.1.1 CAPTURA DE CARBONO.....	142
IV.2.5.1.2 CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD .....	146
IV.2.5.1.3 CANTIDAD DE AGUA INFILTRADA EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO .....	152
IV.2.5.1.4 ESTIMACIÓN DE LA TASA DE EROSIÓN EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO.....	158
IV.2.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	174
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	180
V.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA .....	180
V.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES.....	181
V.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	181
V.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.....	183
V.2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIONES.....	184
V.2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS POR EL PROYECTO.....	188
V.3 EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	192
V.3.1 CALIDAD DEL AIRE .....	199
V.3.2 CALIDAD ACÚSTICA .....	199
V.3.3 PROYECTO DEL RELIEVE.....	200
V.3.4 PROYECTO DEL PATRÓN DE ESCURRIMIENTO .....	200
V.3.5 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS ARROYOS INTERMITENTES .....	200
V.3.6 DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE INFILTRACIÓN .....	201
V.3.7 PROYECTO DEL VOLUMEN DISPONIBLE DEL ACUÍFERO .....	201
V.3.8 PÉRDIDA DE SUELO FÉRTIL .....	202
V.3.9 CONTAMINACIÓN DEL SUELO .....	202
V.3.10 DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL.....	202
V.3.11 FRAGMENTACIÓN .....	202
V.3.12 AFECTACIÓN DE LAS ESPECIES DE FLORA SILVESTRE PRINCIPALMENTE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN.....	203
V.3.13 AFECTACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE PRINCIPALMENTE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN .....	203
V.3.14 PROYECTO DEL HÁBITAT DE LA FAUNA SILVESTRE.....	204
V.3.15 PROYECTO DEL PAISAJE .....	204
V.3.16 CAMBIOS DEMOGRÁFICOS.....	204
V.3.17 INCREMENTO EN EL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN.....	204
V.3.18 PROYECTO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS .....	205
V.3.19 SERVICIOS.....	205
V.3.20 AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA VIAL.....	205
V.3.21 MEJORAMIENTO EN LA ECONOMÍA DEL MUNICIPIO DE VALLE DE BRAVO .....	205





V.4 CONCLUSIONES.....	206
VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....	208
VI.1 JUSTIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	208
VI.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	208
VI.2.1 CRITERIO DE EXCEPCIÓN DE BIODIVERSIDAD .....	209
VI.2.1.1 FLORA.....	209
VI.2.1.1.1 CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL .....	211
VI.2.1.1.2 CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FLORA EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO.....	216
VI.3 CRITERIO DE EXCEPCIÓN DE BIODIVERSIDAD .....	229
VI.3.1 FAUNA .....	229
VI.3.1.1 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL .....	234
VI.3.1.2 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA PRESENTE EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO.....	240
VI.3.1.3 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA .....	247
VI.4 CRITERIOS DE EXCEPCIÓN DE SUELO .....	248
VI.5 CRITERIO DE EXCEPCIÓN DE AGUA.....	266
VI.5.1 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	266
VI.5.2 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA .....	266
VI.5.3 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL ESCURRIMIENTO DE AGUA EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO .....	266
VI.5.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL VOLUMEN MEDIO ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL .....	268
VI.5.4.1 PRECIPITACIÓN-ESCURRIMIENTO.....	269
VI.5.5 DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA .....	275
VI.6 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	278
VI.6 JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	281
VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....	285
VII.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....	285
VII.1.1 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA .....	285
VII.1.2 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA .....	286
VII.1.3 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SUELOS .....	286
VII.1.4 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA MANTENER LA INFILTRACIÓN DE AGUA .....	287
VII.2 IMPACTOS RESIDUALES .....	288
VII.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS .....	288
VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO .....	289
VII.4.1 RESTABLECIMIENTO DEL SUELO.....	290
VII.4.2. ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN .....	291



VII.4.3. REVEGETACIÓN DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL SITIO.....	292
VII.4.4. OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA .....	294
VII.4.5. COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES PARA LLEVAR EL SITIO A LA CONDICIÓN SIMILAR A LA QUE ACTUALMENTE SUSTENTA .....	295
VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	296
VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO .....	296
VIII.1.1 MEDIO ABIÓTICO .....	296
VIII.1.2 MEDIO BIÓTICO.....	297
VIII.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	299
VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO .....	300
VIII.2.1 MEDIO ABIÓTICO .....	300
VIII.2.2 MEDIO BIÓTICO.....	302
VIII.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	302
VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	303
VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	312
VIII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....	312
VIII.6 SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	313
IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....	335
X. BIBLIOGRAFÍA.....	336

### TABLAS

Tabla II. 1 Descripción de la colindancia del Proyecto.....	6
Tabla II. 2 Coordenadas de ubicación del Proyecto.....	8
Tabla II. 3 Coordenadas de los polígonos (viviendas) sujetas a cambio de uso de suelo.....	12
Tabla II. 4 Coordenadas del área sujeta a cambio de uso de suelo.....	14
Tabla II. 5 Superficie del proyecto, forestal y sujeta a cambio de uso de suelo. ....	17
Tabla II. 6 Inversión requerida .....	21
Tabla II. 7 Superficie de los ranchos.....	21
Tabla II. 8 Desglose de la superficie requerida del Proyecto.....	22
Tabla II. 9 Descripción de las actividades de preparación del sitio .....	23
Tabla II. 10 Personal requerido para la preparación del sitio y construcción .....	26
Tabla II. 11 Material requerido para la construcción del Proyecto .....	26
Tabla II. 12 Equipo requerido para la preparación del sitio y construcción del Proyecto.....	27
Tabla II. 13 Estimación de los volúmenes de agua requeridos para el Proyecto.....	27
Tabla II. 14 Volumen de combustibles requeridos para la construcción del Proyecto .....	28
Tabla II. 15 Intensidad de muestreo por estrato de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo	33
Tabla II. 16 Coordenadas del centro de los sitios de muestreo en el área sujeta a cambio de uso de suelo	34
Tabla II. 17 Análisis estadístico para el estrato arbóreo. ....	36
Tabla II. 18 Análisis estadístico para el estrato arbustivo. ....	36
Tabla II. 19 Coordenadas del centro de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental (microcuenca). ....	37
Tabla II. 20 Volumen total por especie y número de árboles a intervenir por especie del área sujeta a cambio de uso de suelo .....	37
Tabla II. 21 Volumen total por especie y número de arbustos a intervenir por especie del área sujeta a cambio de uso de suelo.....	38
Tabla II. 22 Biomasa total por especie y número de herbáceas a intervenir por especie del área sujeta a cambio de uso de suelo.....	39
Tabla II. 23 Volumen por tipo de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	39
Tabla II. 24 Precio local de productos forestales maderables. ....	40



Tabla II. 25 Estimación económica de los recursos forestales maderables del estrato arbóreo .....	41
Tabla II. 26 Estimación económica de los recursos forestales del estrato arbustivo .....	41
Tabla II. 27 Estimación económica de los recursos forestales del estrato herbáceo .....	42
Tabla II. 28 Calendario de trabajo para el suministro de servicios del Proyecto .....	43
Tabla II. 29 Programa de actividades para la ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales .....	44
Tabla II. 30 Manejo de los residuos sólidos .....	46
Tabla III. 1 Ordenamientos ecológicos aplicables al Proyecto .....	54
Tabla III. 2 Descripción de las políticas ambientales establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México .....	55
Tabla III. 3 Características de la UGA Fo-5-229.....	58
Tabla III. 4 Vinculación de la Proyecto con los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.....	58
Tabla III. 5 Descripción de las políticas ambientales .....	61
Tabla III. 6 Unidades de gestión en donde se ubica el Proyecto .....	62
Tabla III. 7 Criterios aplicables para cada una de las UGAS que abarca el Proyecto.....	62
Tabla III. 8 Vinculación del Proyecto con los criterios lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco.....	65
Tabla III. 9 Políticas ambientales del POERMM.....	77
Tabla III. 10 UGAs en donde se ubica el Proyecto .....	78
Tabla III. 11 Vinculación del Proyecto con el POERMM.....	80
Tabla III. 12 Uso de Suelo acorde al Plan de Desarrollo Urbano Municipal .....	90
Tabla IV. 1 Registro de temperatura y precipitación.....	95
Tabla IV. 2 Zonas Sísmicas de la República Mexicana .....	101
Tabla IV. 3 Manantiales que aportan a la Presa de Valle de Bravo .....	102
Tabla IV. 4 Usos de suelo y vegetación del Sistema Ambiental.....	104
Tabla IV. 5 Ubicación de las parcelas.....	106
Tabla IV. 6 Resumen estructural del Bosque de Pino.....	114
Tabla IV. 7 Resumen estructural del estrato arbóreo del Bosque de Pino .....	116
Tabla IV. 8 Resumen estructural del estrato arbustivo del Bosque de Pino .....	116
Tabla IV. 9 Resumen estructural del estrato herbáceo del Bosque de Pino.....	118
Tabla IV. 10 Resumen estructural del Bosque Mesófilo de Montaña.....	119
Tabla IV. 11 Resumen estructural del estrato arbóreo .....	121
Tabla IV. 12 Resumen estructural del estrato arbustivo .....	121
Tabla IV. 13 Resumen estructural del estrato herbáceo .....	122
Tabla IV. 14 Valores de índice de diversidad de Shannon, Simpson y el Inverso de Simpson .....	126
Tabla IV. 15 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	127
Tabla IV. 16 Número de especies con distribución potencial en el SA .....	127
Tabla IV. 17 Coordenadas de ubicación de los transectos realizados .....	129
Tabla IV. 18 Número de especies registradas en el Área de la Proyecto .....	130
Tabla IV. 19 Especies de anfibios y reptiles registrados.....	130
Tabla IV. 20 Abundancia y densidades de los individuos registrados .....	131
Tabla IV. 21 Coordenadas de ubicación de ubicación de la red de niebla.....	131
Tabla IV. 22 Especies de aves registradas en los muestreos .....	132
Tabla IV. 23 Transectos de trampas Sherman dentro del AP y SA.....	134
Tabla IV. 24 Especies de mamíferos registradas en los muestreos .....	135
Tabla IV. 25 Índices de diversidad y equitatividad en el AP y el SA .....	136
Tabla IV. 26 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	137
Tabla IV. 27 Tasa de crecimiento en el Municipio de Valle de Bravo .....	138
Tabla IV. 28 Localidades y población total de las localidades ubicadas dentro del SA .....	138
Tabla IV. 29 Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada en el Municipio Valle de Bravo, 2010 .....	139



Tabla IV. 30 Índice de marginación 2010 y los indicadores socioeconómicos utilizados .....	140
Tabla IV. 31 Criterios de evaluación del Paisaje .....	141
Tabla IV. 32 Estimaciones del potencial de captura de carbono por entidad (miles de toneladas de CO <sub>2</sub> por año).....	142
Tabla IV. 33 Metodología para estimar el carbono almacenado en la superficie forestal para el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	143
Tabla IV. 34 Cálculo de carbono almacenado en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo .....	144
Tabla IV. 35 Captura de carbono con proyecto (Sin vegetación) .....	145
Tabla IV. 36 Captura de carbono con la reforestación propuesta .....	145
Tabla IV. 37 Número de individuos/ha de las especies del estrato arbóreo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	147
Tabla IV. 38 Número de individuos/ha de las especies del estrato arbustivo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	147
Tabla IV. 39 Número de individuos/ha de las especies del estrato herbáceo encontradas en el SA y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	148
Tabla IV. 40 Analisis comparativo de la fauna silvestre encontrada en los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	149
Tabla IV. 41 Coordenadas del lugar donde se reubicará la fauna silvestre rescatada .....	151
Tabla IV. 42 Índices de diversidad estimados para el Sistema Ambiental .....	151
Tabla IV. 43 Índices de diversidad estimados para el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	151
Tabla IV. 44 Especies de fauna silvestre encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	152
Tabla IV. 45 Cantidad de agua que se escurre en el área sujeta a cambio de uso de suelo en condiciones actuales .....	153
Tabla IV. 46 Agua que se escurriría con la remoción de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	154
Tabla IV. 47 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno:.....	157
Tabla IV. 48 Ubicación de las zanjas trinchera propuestas para captación de agua .....	158
Tabla IV. 49 Ecuaciones de erosividad de la lluvia (R) para las diferentes regiones de México. ....	160
Tabla IV. 50 Valores del Factor de Erodabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial .....	161
Tabla IV. 51 Cálculo de la pendiente media de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo .....	164
Tabla IV. 52 Valores que toma <i>m</i> en función del grado de pendiente .....	164
Tabla IV. 53 Cálculo de la "LS" de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo .....	165
Tabla IV. 54 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo .....	165
Tabla IV. 55 Valores de P que se pueden utilizarse para estimar pérdidas de suelo en la EUPS.....	166
Tabla IV. 56 Valores utilizados para el cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales .....	167
Tabla IV. 57 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono en condiciones actuales .....	167
Tabla IV. 58 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en condiciones actuales. ....	168
Tabla IV. 59 Valores utilizados para el cálculo de la erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo con la remoción de la vegetación.....	168
Tabla IV. 60 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono removiendo la vegetación.....	169
Tabla IV. 61 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales removiendo la vegetación .....	169
Tabla IV. 62 Resultados de la aplicación de la EUPS en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....	170
Tabla IV. 63 Valores utilizados par el cálculo de la erosión en el área propuesta para la realización de las obras de conservación de suelos y agua.....	171
Tabla IV. 64 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno .....	173



Tabla IV. 65 Coordenadas del Terreno donde se efectuarán las zanjas trinchera para la retención de suelo.	174
Tabla IV. 66 Diagnóstico integral del Sistema Ambiental.....	176
Tabla V. 1 Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará la Proyecto .....	180
Tabla V. 2 Actividades que se llevarán a cabo para la ejecución de la Proyecto .....	182
Tabla V. 3 Indicadores de impacto ambiental .....	183
Tabla V. 4 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico .....	185
Tabla V. 5 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico .....	186
Tabla V. 6 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.....	187
Tabla V. 7 Criterios básicos .....	192
Tabla V. 8 Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación .....	193
Tabla V. 9 Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto .....	193
Tabla V. 10 Criterios complementarios .....	194
Tabla V. 11 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios. ....	194
Tabla V. 12 Clases de significancia de acuerdo con los valores de significancia. ....	195
Tabla V. 13 Matriz de evaluación de los impactos sobre los componentes del medio abiótico por la Proyecto .....	196
Tabla V. 14 Matriz de evaluación de los impactos sobre los componentes del medio abiótico .....	197
Tabla V. 15 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.....	198
Tabla V. 16 Especies vegetales en estatus de conservación .....	203
Tabla V. 17 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	203
Tabla VI. 1 Composición florística del estrato arbóreo .....	211
Tabla VI. 2 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo.....	212
Tabla VI. 3 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbóreo. ....	212
Tabla VI. 4 Composición florística del estrato arbustivo .....	213
Tabla VI. 5 Tabla no. VI.5. Índice de valor de importancia (IVI) de especies arbustivas. ....	213
Tabla VI. 6 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbustivo.....	214
Tabla VI. 7 Composición florística del estrato herbáceo .....	214
Tabla VI. 8 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo .....	215
Tabla VI. 9 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato herbáceo.....	215
Tabla VI. 10 Composición florística del estrato arbóreo .....	216
Tabla VI. 11 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo.....	217
Tabla VI. 12 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbóreo .....	217
Tabla VI. 13 Composición florística del estrato arbustivo .....	218
Tabla VI. 14 Índice de valor de importancia (IVI) de especies arbustivas .....	218
Tabla VI. 15 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbustivo.....	219
Tabla VI. 16 Composición florística del estrato herbáceo .....	219
Tabla VI. 17 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo .....	220
Tabla VI. 18 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato herbáceo.....	220
Tabla VI. 19 Índices de diversidad estimados para el Sistema Ambienta (microcuencia) .....	221





Tabla VI. 20 Índices de diversidad estimados para el área sujeta a cambio de uso de suelo.....221

Tabla VI. 21 Densidad (Número de individuos/ha) de las especies del estrato arbóreo encontradas en el sistema ambiental (microcuenca) y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....222

Tabla VI. 22 Comparacion de presencia y ausencia de especies en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el Sistema Ambiental .....222

Tabla VI. 23 Densidad (Número de individuos/ha) de las especies del estrato arbustivo encontradas en el sistema ambiental (microcuenca) y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....223

Tabla VI. 24 Comparación de presencia y ausencia de especies del estrato arbustivo en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el Sistema Ambiental .....224

Tabla VI. 25 Densidad (Número de individuos/ha de las especies del estrato herbáceo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....226

Tabla VI. 26 Densidad (no. de individuos/ha) de las especies del estrato herbáceo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....227

Tabla VI. 27 especies de flora que se rescatarán y reubicarán.....227

Tabla VI. 28 Transectos para muestreo de fauna en el Sistema Ambiental.....229

Tabla VI. 29 Transectos para muestreo de fauna en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....229

Tabla VI. 30 Composición faunística del grupo de aves .....234

Tabla VI. 31 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para aves.....235

Tabla VI. 32 Composición faunística de mamíferos .....237

Tabla VI. 33 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para mamíferos..238

Tabla VI. 34 Composición faunística de reptiles .....238

Tabla VI. 35 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para reptiles .....238

Tabla VI. 36 Composición faunística de anfibios .....239

Tabla VI. 37 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para anfibios .....239

Tabla VI. 38 Composición faunística del grupo de aves .....240

Tabla VI. 39 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para aves.....240

Tabla VI. 40 VI.40. Composición faunística de mamíferos .....242

Tabla VI. 41 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para mamíferos..242

Tabla VI. 42 Composición faunística de reptiles .....242

Tabla VI. 43 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para reptiles .....243

Tabla VI. 44 Composición faunística de anfibios .....243

Tabla VI. 45 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para anfibios .....243

Tabla VI. 46 Índices de diversidad estimados para el Sistema Ambiental .....244

Tabla VI. 47 Índices de diversidad estimados para el área sujeta a cambio de uso de suelo.....244

Tabla VI. 48 Especie con alguna categoría de riesgo, de conformidad con la norma ambiental NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área sujeta a cambio de uso de suelo .....244

Tabla VI. 49 Analisis comparativo de la fauna silvestre encontrada en el SA y en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....245

Tabla VI. 50 Coordenadas del lugar donde se reubicará la fauna rescatada.....246

Tabla VI. 51 Especies en alguna categoría de riesgo, en relación con la norma ambiental NOM-059-SEMARNAT-2010.....247

Tabla VI. 52Tabla no. VI.53. Ecuaciones de erosividad de la lluvia (R) para las diferentes regiones de México .....250

Tabla VI. 53 Valores del Factor de Erodabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial .....251

Tabla VI. 54 Cálculo de la pendiente media de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo .....254

Tabla VI. 55 Valores que toma *m* en función del grado de pendiente .....255

Tabla VI. 56 Cálculo de la “LS” de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo .....255

Tabla VI. 57 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo .....256

Tabla VI. 58 Valores de P que se pueden utilizarse para estimar pérdidas de suelo en la EUPS.....256

Tabla VI. 59 Valores utilizados para el cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales .....257





Tabla VI. 60 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono en condiciones actuales.....	258
Tabla VI. 61 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en condiciones actuales.....	258
Tabla VI. 62 Valores utilizados para el cálculo de la erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo con la remoción de la vegetación.....	259
Tabla VI. 63 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono removiendo la vegetación.....	259
Tabla VI. 64 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales removiendo la vegetación.....	259
Tabla VI. 65 Resultados de la aplicación de la EUPS en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	260
Tabla VI. 66 Valores utilizados par el cálculo de la erosión en el área propuesta para la realización de las obras de conservación de suelos y agua.....	261
Tabla VI. 67 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno.....	263
Tabla VI. 68 Coordenadas del Terreno donde se efectuarán las zanjas trinchera para la retención de suelo.....	265
Tabla VI. 69 Estimación de volumen de agua que se captura en regiones forestales.....	268
Tabla VI. 70 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.....	269
Tabla VI. 71 Formulas.....	270
Tabla VI. 72 Cantidad de agua que se escurre en el área sujeta a cambio de uso de suelo en condiciones actuales.....	271
Tabla VI. 73 Agua que se escurriría con la remoción de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	273
Tabla VI. 74 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno.....	276
Tabla VI. 75. Coordenadas donde se efectuarán las zanjas trinchera para captación de agua.....	277
Tabla VI. 76 Estimación económica de los recursos biológicos forestales.....	279
Tabla VI. 77 Valoración económica de los recursos biológicos forestales a intervenir por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en un periodo de 30 años.....	279
Tabla VI. 78 Inversión para utilizar para ejecutar el proyecto.....	280
Tabla VI. 79 Indicadores financieros de la productividad actual en los terrenos sujetos al cambio de uso de suelo, considerando una tasa de descuento del 7.51%.....	280
Tabla VI. 80 Indicadores financieros de la productividad del Proyecto (uso propuesto), considerando una tasa de descuento del 7.51%.....	281
Tabla VI. 81 Comparativo de los Indicadores financieros de la productividad de los recursos biológicos y del Proyecto (uso propuesto) en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	281
Tabla VII. 1 Costo total de la implementación de las medidas de mitigación con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.....	289
Tabla VII. 2 Estimación económica del restablecimiento del suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	290
Tabla VII. 3 Estimación económica por el flete del suelo para su restablecimiento en el sitio.....	290
Tabla VII. 4 Estimación económica de la carga, descarga y dispersión del suelo para su establecimiento en el sitio.....	290
Tabla VII. 5 Resumen del costo por el restablecimiento del suelo.....	290
Tabla VII. 6 Costos de establecimiento por ha y por la superficie total a reforestar.....	291
Tabla VII. 7 Costos de mantenimiento de la reforestación.....	291
Tabla VII. 8 Costos totales para el establecimiento y mantenimiento de 10 años de la reforestación propuesta.....	292
Tabla VII. 9 Costos totales para la revegetación del estrato herbáceo en el sitio.....	292
Tabla VII. 10 Costos de mantenimiento la revegetación del estrato herbáceo en el sitio por un periodo de 10 años.....	293
Tabla VII. 11 Costo total de la revegetación del estrato herbáceo en el sitio por un periodo de 10 años...	293
Tabla VII. 12 Costo promedio por la realización de las zanjas trinchera.....	294



Tabla VII. 13 Costos de mantenimiento las obras de conservación de suelos y agua por un periodo de 10 años .....	294
Tabla VII. 14 Costos totales para el establecimiento y mantenimiento de 10 años de las obras de conservación de suelos y agua.....	295
Tabla VII. 15 Costo total de las actividades para llevar el sitio a una condición similar a la que actualmente sustenta .....	295
Tabla VIII. 1 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	298
Tabla VIII. 2 Número de especies registradas en el Área de la Proyecto .....	298
Tabla VIII. 3 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	299
Tabla VIII. 4 Tasa de crecimiento en el Municipio de Valle de Bravo.....	299
Tabla VIII. 5 Localidades y población total de las localidades ubicadas dentro del SA.....	299
Tabla VIII. 6 Escenario actual, con Proyecto y con medidas de mitigación, medio abiótico .....	304
Tabla VIII. 8 Escenario actual, con el Proyecto y con las medidas de mitigación, medio biótico .....	307
Tabla VIII. 8 Escenario actual, con Proyecto y con las medidas de mitigación, medio socioeconómico....	310
Tabla VIII. 9 Objetivos del Reglamento, Subprogramas y/o Planes propuestos .....	312
Tabla VIII. 10 Medidas de seguimiento.....	314

## FIGURAS

Figura II. 1 Ubicación del Proyecto .....	7
Figura II. 2 Superficie sujeta a cambio de uso de suelo .....	18
Figura II. 3 Proceso esquemático del funcionamiento de la PTAR tipo biológico.....	20
Figura II. 4 Representación gráfica local del Proyecto .....	23
Figura II. 5 Programa de actividades para la ejecución de cambio de uso de suelo en terreno forestal .....	29
Figura III. 1 Ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México .....	57
Figura III. 2 Ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco.....	64
Figura III. 3 Ubicación del Proyecto dentro del Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca .....	79
Figura III. 4 Área de Protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malcatepec, Tilostoc y Temascaltepec .....	83
Figura III. 5 Ubicación del Proyecto en el Parque Estatal “Santuario del Agua” .....	85
Figura III. 6 Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo .....	91
Figura IV. 1 Delimitación del Sistema Ambiental .....	94
Figura IV. 2 Climograma .....	96
Figura IV. 3 Clima .....	97
Figura IV. 4 Topoformas, Geología y geomorfología .....	99
Figura IV. 5 Edafología .....	100
Figura IV. 6 Mapa de sismicidad de la República Mexicana.....	101
Figura IV. 7 Hidrología superficial y subterránea .....	103
Figura IV. 8 Esquema de las parcelas de muestreo.....	105
Figura IV. 9 Detalles de las mediciones realizadas, A) altura total, B) diámetro de altura del pecho (DAP) con policaulescencia, C) diámetro menor de la copa y D) diámetro mayor de la copa.....	106
Figura IV. 10 Puntos de muestreo en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental.....	108
Figura IV. 11 Clasificación de los tipos de vegetación encontrados en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental de acuerdo con la estructura y composición. Valle de Bravo .....	113
Figura IV. 12 Porcentaje de especies representadas por familia en el AP y SA. ....	124
Figura IV. 13 Géneros con mayor número de especies registradas.....	125
Figura IV. 14 Curvas de acumulación de especies vegetales para el AP, SA y su combinación .....	125
Figura IV. 15 Categorías de abundancia de las especies registradas: muy rara (MR), rara (R), común (C) y abundante (A) .....	137
Figura IV. 16 Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad .....	160



Figura V. 1 Ubicación de la Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura V. 2 Ubicación de la Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco.....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura V. 3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca;**¡Error! Marcador no definido.**

Figura V. 4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo..... 91

Figura V. 5 Área de Protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura V. 6 Parque Estatal “Santuario del Agua Valle de Bravo” .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura VI. 1 Ubicación de los transectos para el muestreo de fauna..... 128

Figura VI. 2 Transecto para reptiles y anfibios..... 230

Figura VI. 3 Transecto para aves ..... 231

Figura VI. 4 Transecto para mamíferos ..... 231

Figura VI. 5 Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad ..... 250

Figura VI. 6 Índice de Desarrollo Humano municipal en el Estado de México..... 283

### FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Búsqueda de anfibios y reptiles..... 129

Fotografía 2. Colocación de trampas Sherman..... 129

Fotografía 3. Transectos de observación de aves ..... 129

Fotografía 4. Revisión de redes de niebla..... 129

Fotografía 5. *Isthmura bellii* o salamandra ..... 130

Fotografía 6. *Craugastor pygmaeus* o rana ladradora pigmea ..... 130

Fotografía 7 Excretas de *Sylvilagus cunicularius* (conejo mexicano)..... 135

### ANEXOS

- ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN LEGAL
- ANEXO 2. PLANO MAESTRO
- ANEXO 3. ESTUDIOS DE FLORA Y FAUNA
- ANEXO 3 ESTUDIOS FORESTALES



## SÍNTESIS DEL PROYECTO (RESUMEN EJECUTIVO)

### Nombre del Proyecto

Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B-Particular del Proyecto "Mesa De Gallos", Valle de Bravo, Estado de México.

### Promovente

Banco INVEX, S.A. Institución de Banca Múltiple, Invex Grupo Financiero FIDEICOMISO F/1423 DEL BANCO INVEX S.A.

### Duración del Proyecto

La etapa de preparación del sitio y construcción se realizará en un periodo de tiempo entre uno a cinco años, ya que el inicio de construcción de cada una de las viviendas aún no está definido.

El Proyecto tendrá una vida útil de aproximadamente 35 años o más, dependiendo de las actividades de mantenimiento.

Del mismo modo, se estima que el periodo para llevar a cabo las actividades de compensación correspondientes abarca un periodo máximo de 5 años.

### Información General

El Proyecto DTU-B Particular para el Cambio de Uso de Suelo Forestal "Mesa de Gallos", con una superficie total de 2'210,100.82 m<sup>2</sup> (de acuerdo con el Plan Maestro), se desarrolla en un predio que es propiedad privada ubicado en la Carretera a Temascaltepec en Cuadrilla de Dolores, Municipio de Valle de Bravo, Estado de México.

El desarrollo del Proyecto tendrá lugar en terrenos con uso de suelo forestal. De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Serie V), el predio donde se realizarán las actividades se encuentra clasificado como bosque de pino. El cambio de uso de suelo implica la afectación de vegetación de una superficie de 4,957 m<sup>2</sup> (0.4957 ha).

El predio adquirido mediante la protocolización de la autorización de fusión de predios (Mesa de Gallos y el Cerro de la Cruz), por el Fideicomiso de Administración No. F/1423, ha presentado desarrollo habitacional con el establecimiento de 13 ranchos y hasta 13 viviendas tipo campestre, áreas comunes y el acondicionamiento de caminos interiores.

El Proyecto consiste en la construcción de tres viviendas y el acondicionamiento y construcción de los caminos internos, se desarrollarán específicamente en el Cerro de la Cruz. A fin de preservar el entorno del sitio del Proyecto, no se construirán bardas verdes o bermas para delimitar la superficie, ya que la vegetación natural proporcionará la privacidad al interior de cada rancho.

### Objetivo del Proyecto

El predio adquirido mediante la protocolización de la autorización de fusión de predios (Mesa de Gallos y el Cerro de la Cruz), por el Fideicomiso de Administración No. F/1423, ha presentado



desarrollo habitacional con el establecimiento de los ranchos autorizados que cuenta con áreas comunes y el acondicionamiento de caminos interiores. Actualmente con la adquisición del Cerro de la Cruz (Peña Blanca) y la fusión de los predios, se ha planeado desarrollar tres nuevos Ranchos en el área del Cerro de la Cruz.

Con el desarrollo del presente Proyecto se promoverá la inversión, que aportará ingresos al municipio de Valle de Bravo, que generará fuentes de empleo para los habitantes de comunidades cercanas.

A fin de preservar el entorno del Proyecto, en el desarrollo de los tres nuevos ranchos no se construirán bardas verdes o bermas para delimitar la superficie, a fin de conservar los elementos naturales del ecosistema.

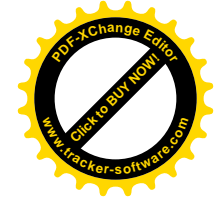
El objetivo del Proyecto es generar un patrimonio y un lugar de descanso a las familias que suman aproximadamente 42 personas en total cuando sea alcanzada la ocupación máxima (se considera que por casa se requerirán 14 personas de las cuales cinco son habitantes, cinco visitantes y cuatro trabajadores).

**Georreferencia del Sitio**

El Proyecto se localiza dentro del Municipio de Valle de Bravo, en el Estado de México y se ubica a aproximadamente 5.6 km al sureste de la cabecera municipal.

**Tabla 1 Coordenadas del sitio**

Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	384712.975	2115300.6	180	384081.795	2117023.62
10	384638.414	2115394.29	190	384179.826	2117022.3
20	384542.515	2115419.32	200	384247.178	2116947.05
30	384460.116	2115741.31	210	384284.813	2116867.87
40	384402.035	2115981.29	220	384409.58	2117015.97
50	384253.575	2116201.24	230	384109.01	2117320.58
60	384223.369	2116458.29	240	383984.195	2116740.04
70	384340.293	2116506.48	250	384149.711	2117731.26
80	384477.442	2116679.07	260	384332.159	2116742.36
90	384237.629	2116730.3	270	384627.744	2117483.59
100	384133.613	2116555.47	280	384820.401	2117279.45
110	383957.253	2116509.95	290	385046.04	2117003.61
120	383868.679	2116579.34	300	385339.793	2116535.81
130	383786.595	2116602.63	310	385225.85	2116089.04
140	383780.653	2116794.51	320	385393.791	2115312.22
150	383823.787	2116959.68	330	385204.54	2115018.66
160	383892.33	2117025.42	340	385121.277	2115231.26
170	383970.694	2117031.04	350	384912.816	2115291.42



## Actividades del Proyecto

En la siguiente tabla se presentan las actividades que se realizarán durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto.

**Tabla 2 Descripción de las actividades de preparación del sitio**

Actividad	Descripción
Reacondicionamiento y construcción de caminos	Las veredas se cortarán y terraplenarán conforme a la topografía natural del terreno, se incorporará material de polímero al terreno escarificado para proceder al bandeado, conformación y compactación. Finalmente se afinará y recompactará uniformemente.
Trazo	El trazo consiste en la ubicación topográfica de la geometría horizontal de las estructuras. El trazo la llevará a cabo las brigadas de topografía equipadas con teodolitos y estación total de apoyo.
Desmonte	Se llevará a cabo el desmonte de las áreas donde se hará el desplante para la ubicación de las viviendas campestres, así como para el acondicionamiento y construcción de los caminos, se evitará el derribo de los árboles de mayor porte y se realizará en banqueo de los ejemplares arbóreos. Se procederá a delimitar el área de cambio de uso de suelo forestal para evitar que los trabajadores dañen a la vegetación que esté fuera de la superficie autorizada para cambio de uso del suelo.
Despalme	El despalme incluye el retiro del suelo orgánico en el área de desplante de cada casa y, acondicionamiento y construcción de caminos. Esta actividad se hará de forma mecánica, cabe destacar que el suelo orgánico será recuperado y reincorporado en las áreas verdes.
Cortes	Mediante el uso de maquinaria pesada se realizarán cortes proporcionando la amplitud necesaria para realizar las obras proyectadas, favoreciendo el terraceo de la superficie. Posteriormente el piso de corte será compactado al 90% o 95%. Esta actividad consiste en el movimiento de tierra necesario para conseguir una superficie uniforme que constituirá la base de las viviendas y, la acondicionamiento y construcción de caminos. El material producto del corte será empleado para la protección de taludes en las zonas que el Proyecto lo requiera.
Nivelaciones	Se realizará la nivelación del terreno mediante la brigada de topografía equipada con nivel fijo referenciado a los bancos de nivel.





Actividad	Descripción
Excavaciones y rellenos	<p>Se realizarán las excavaciones para las cimentaciones No se prevé que exista material sobrante, ya que se utilizará la técnica de corte y relleno compensado, adicionalmente el exceso de material será extendido en el sitio.</p> <p>Las excavaciones se realizarán mediante maquinaria, dependiendo de las características de dureza del material del subsuelo será necesaria la implementación de equipos y herramientas adecuados para su realización. Las excavaciones se protegerán contra el agua de lluvia</p>
Instalación eléctrica	<p>Se hará por trincheras con un banco de ductos para media tensión de 4 vías de 4" tubería PAD y tubería PE-AD de 60 mm. La canalización eléctrica será a base de tubería "conduit" de PVC y el cableado a base de cable de cobre recubierto, además se contará con un sistema de tierra física a base de cable de cobre desnudo.</p> <p>Después de pasar por un transformador se concentrará en un tablero principal, este tablero distribuirá energía para alumbrado, contactos y para servicios. Internamente se distribuye mediante tubería conduit de pared delgada y en algunos casos ahogada en muros.</p> <p>No se contempla un sistema de generador de emergencia.</p>
Abastecimiento de agua potable	<p>El sistema de abastecimiento de agua potable del Proyecto está constituido por tres líneas de agua potable de 75 mm, 500 mm y 19 mm con válvulas de seccionamiento, reductoras de presión, desfogue, admisión y expulsión de aire.</p> <p>La red de distribución se realizará con tubería de polietileno de alta densidad alojada en una zanja con relleno compactado. A fin de que la alteración a las condiciones existentes sea mínima, la red de distribución de agua seguirá las trayectorias de los caminos, la configuración vial permite que la red de distribución de agua forme un circuito, localizando en dos extremos de la red a la elevación 2190 msnm, la colocación de dos válvulas reductoras de presión que permitan la formación de las dos zonas de presión indicadas anteriormente.</p>
Instalación hidrosanitaria	<p>Las instalaciones sanitarias se realizarán con PVC, la conducción de las aguas negras se realizará mediante canalizaciones de CPVC a plantas de tratamiento de aguas residuales.</p>

### Generación y Manejo de Residuos

Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto, la generación de agua residual será únicamente por la estancia de los trabajadores, se instalarán sanitarios portátiles y su mantenimiento estará a cargo de una empresa externa autorizada.

Durante la operación del Proyecto los volúmenes de residuos sólidos que serán generados por persona 2 kg/día, si se consideran 14 personas por rancho se tendrá un volumen de 28 kg/día por vivienda.

Como residuos sólidos peligrosos se consideran los aceites que accidentalmente pueden ser derramados por la maquinaria y vehículos utilizados durante la construcción, los envases y estopas impregnadas con esmaltes, solventes, pinturas y grasas, así como acumuladores y baterías inservibles.



## Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables en Materia Ambiental

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México
- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco
- Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Mariposa Monarca en el Territorio del Estado de México
- Área de Protección de Recursos Naturales denominada "Zona protectora forestal de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec"
- Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo"
- Plan Estatal de Desarrollo Urbano
- Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo
- NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que reusen en servicios al público.
- NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- NOM-045-SEMARNAT-1996, referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
- NOM-49-SEMARNAT-1993-, que establece máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.
- NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listados de los residuos peligrosos.
- NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- NOM-062-SEMARNAT-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- NOM-080-SEMARNAT-1994, referente a los niveles máximos del ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición publicado en el diario oficial de la federación del 13 de enero de 1995.
- NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.



## Sistema Ambiental del Proyecto

El SA presenta un clima templado, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior al 5%; es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano. El tipo de clima es: C(w2)(w)b(i)g según la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García.

### Medio Abiótico

La temperatura media anual se encuentra en el rango ubicado entre los 12°C y los 18°C; la temperatura del mes más frío se encuentra entre -3°C y 18°C y; la temperatura del mes más caliente en 22°C. La precipitación pluvial en el mes más seco es menor de 40 mm, mientras que la del mes más lluvioso se encuentra por arriba de los 200 mm.; con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

De acuerdo con el wordclim en el Área de la Modificación, las temperaturas más altas se registran en los meses de abril y mayo, las lluvias más intensas se presentan en los meses de junio a octubre con una precipitación anual de 1,092 mm.

En el SA no se realiza el monitoreo de la calidad del aire, sin embargo, se presupone que presenta una buena calidad, debido a que no existen zonas industriales importantes, la calidad del aire se ve disminuida durante los incendios forestales que se llegan a registrar. Otras fuentes de emisiones a la atmósfera son los vehículos que transitan por la carretera, caminos y terracerías.

El SA se localiza en la Provincia Fisográfica denominada Eje Neovolcánico y en la Subprovincia de Mil Cumbres que es el Sistema de topoformas más importante, presenta lomeríos de Colinas redondeadas y mesetas de basalto. En el Área de la Modificación se registran distintos tipos de rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas), principalmente basálticas y andesíticas de permeabilidad media a alta del Cenozoico Superior Volcánico (Mioceno a Reciente) y rocas metamórficas (esquistos, cuarcitas y gneis) de permeabilidad baja de rocas del Mesozoico, Paleozoico y Precámbrico.

De acuerdo con la clasificación de INEGI, en el SA predomina el suelo de tipo Andosol húmico (Th) con textura media. El suelo tipo Andosol húmico es un suelo formado a partir de materiales ricos en vidrio volcánico y que comúnmente presenta un horizonte superficial oscuro. Las propiedades húmicas se refieren a suelos con alto contenido de carbono orgánico en la superficie del suelo. El material tiene al menos 1.4% de carbono orgánico en los primeros 100 cm de suelo superficial. Estos suelos presentan en su fracción arcillosa una elevada proporción de material coloidal amorfo, el cual es el responsable de la fijación de fósforo y debido a su baja disponibilidad los rendimientos en distintos cultivos como el del maíz son bajos. Por ser suelos sueltos son muy susceptibles a la erosión, por lo que se debe mantener una cubierta vegetal permanente para evitar procesos erosivos en los mismos.

Entre las elevaciones más importantes destacan el Cerro Gordo (2500 msnm), Cerro El Capulín y el Cerro San Agustín.

El SA se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has, en toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por manantiales, los cuales existen en toda la cuenca (oriente, centro y sur), en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura.



### Medio Abiótico

La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego, donde se ubica el SA y abarca una superficie de 3,751.00 ha.

El SA se ubica en el acuífero No. 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, tiene una superficie aproximada de 2, 144 km<sup>2</sup> (CONAGUA, 2007). Pertenece al esquema administrativo del Organismo de Cuenca Balsas, 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 la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México” (CONAGUA, 2007).

### Medio Biótico

De acuerdo con la serie V de uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2013) la cobertura más abundante en el SA corresponde a bosque de pino, la cual cubre el 67.16% del área. La agricultura de temporal anual representa el 7.86% del área y se localiza principalmente en las áreas de menor pendiente, la agricultura de temporal anual y permanente representa el 0.33%. El 6.12% del área corresponde a asentamientos humanos y está representado por la cabecera municipal de Valle de Bravo.

### Flora

#### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo se compuso por 11 especies siendo las más importantes *Pinus pseudostrobus*, *Quercus scytophylla* y *Quercus glabrescens*. Otras especies importantes en el estrato arbóreo fueron *Agarista mexicana*, *Quercus rugosa*, *Vernonia alamanii*, *Clethra hartwegii* y *Pinus teocote*.

#### Estrato arbustivo

El estrato arbustivo se compuso por 26 especies, destacando el *Ternstroemia lineata*, *Quercus candicans* y *Dendropanax arboreus*.

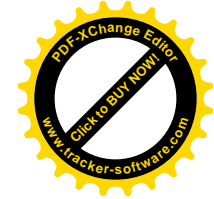
#### Estrato herbáceo

El estrato herbáceo registró un total de 20 especies, las especies dominantes fueron *Pteridium aquilinum*, *Didymaea floribunda* y *Dendropanax arboreus*, *Pinus montezumae*, *Euphorbia graminea*, *Lantana velutina*, *Smilax pringlei*, *Parathesis melanosticta* y *Quercus glabrescens*.

Se registraron 2 especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Cupressus lusitanica* y *Saurauia serrata* se encuentran listadas en la categoría de Protección Especial (Pr), ninguna de ellas se encuentra dentro del Área del Proyecto.

**Tabla 3 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Familia	Especie	Categoría
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Pr
Actinidiaceae	<i>Saurauia serrata</i>	Pr



### Fauna

Como resultado de los muestreos realizados en el Área donde se llevará a cabo la Proyecto, se registraron ocho especies de mamíferos de las 36 especies de probable ocurrencia. Las especies registradas corresponden a tres órdenes (Rodentia, Lagomorpha y Carnivora), cinco familias (Leporidae, Sciuridae, Felidae, Canidae y Procyonidae) y siete géneros. Como resultado de los trabajos de campo, se registró un total de cuatro especies, dos anfibios y dos reptiles. Se registraron 46 especies de aves de las 172 especies de probable ocurrencia. Las aves registradas están representadas por siete órdenes, 20 familias y 42 géneros. Respecto a la distribución de las especies, *Aphelocoma ultramarina*, *Catharus occidentalis* y *Cardellina rubra* son endémicas de México, mientras que *Lampornis clemenciae*, *Archilochus alexandri*, *Empidonax occidentalis*, *Spizella pallida*, *Icterus cucullatus* y *Pheucticus melanocephalus* son semiendémicas y *Basileuterus rufifrons* es cuasiendémica.

Durante el trabajo de campo realizado se registraron dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Isthmura bellii* y *Sciurus oculatus*, una amenazada y otra sujeta a protección especial. Ambas son endémicas a México. *Isthmura bellii* está clasificada como vulnerable dentro de la lista roja de especies amenazadas.

**Tabla 4 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estatus	Endemismo
<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	1	Amenazada	En
<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter	5	Protección	En

### **Medio Socioeconómico**

El Municipio de Valle de Bravo cuenta con 71 localidades, siendo la cabecera municipal la más importante con una población de 25,554 habitantes, seguida de Colorines con 5,543 habitantes y Loma Bonita con 2,244 habitantes de acuerdo con el censo del 2010. Otras localidades destacadas son El Arco, San Juan Atezcapan y Santa María Pipioltepec.

**Tabla 5 Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada en el Municipio Valle de Bravo, 2010**

Concepto	Total	Hombres		Mujeres	
		No	(%)	No	(%)
Población Económicamente Activa	24,895	16,716	67.15	8,179	32.85
Población Ocupada	23,465	15,547	66.26	7,918	33.74
Población Desocupada	1,430	1,169	81.75	261	18.25
Población Económicamente Inactiva	20,483	5,125	25.02	15,358	74.98

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio tuvo un índice de marginación bajo. Sin embargo, al realizar un análisis a detalle se observa que en algunos parámetros el rezago es importante, como por ejemplo casi el 43.83% de los ocupantes de vivienda no tienen agua entubada y el 36.29% tiene un ingreso de hasta dos salarios mínimos.





## Paisaje

La evaluación de cada uno de los criterios enlistados para el SA se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 6 Criterios de evaluación del Paisaje**

Criterios	Calificación	Sustento
Visibilidad	alta	Debido a que el Proyecto se localiza en el Cerro de la Cruz es visible desde todas las colindancias.
Calidad paisajística	alta	Debido a que el Cerro de la Cruz presenta un bosque conservado.
Fragilidad	alta	Debido a que el Cerro de la Cruz presenta un bosque conservado y los cambios que se desarrollan son fácilmente percibidos.
Frecuencia de la presencia humana	Baja a media	Debido a que el Cerro de la Cruz es un bosque conservado con presencia humana que va de baja a mediana.
Singularidades paisajísticas	media	El bosque y las cañadas son singularidades paisajísticas que constituyen un atractivo del Cerro de la Cruz.

## Cambio de Uso de Suelo

La captura de carbono almacenado en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de 43.56 ton y con la reforestación será de **4.21 ton/año de Carbono al año**, por lo que para recuperar el total que se tenía acumulado en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se recuperará al término de 10 años 5 meses, por lo que no se afectará este servicio ambiental.

La biodiversidad (flora) no se verá comprometida en la superficie donde se solicita el cambio de uso de suelo con motivo de la ejecución del proyecto, ya que, con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, se asegurará la permanencia de esta vegetación de bosque de pino en el Sistema Ambiental.

La biodiversidad (fauna) no se verá comprometida en la superficie donde se solicita el cambio de uso de suelo con motivo de la ejecución del proyecto, ya que la fauna se encuentra representada en el sistema ambiental (microcuena); adicionalmente con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, se asegurará la permanencia de la fauna en el Sistema Ambiental.

En condiciones actuales donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se tiene una pérdida de 0.133 ton/año, mientras que cuando se remueve la vegetación y se ejecuta el proyecto, se tendría una pérdida de 132.606 ton/año, lo cual indica que se estaría perdiendo 132.473 ton/año de suelo en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. En este sentido, ejecutando el proyecto y efectuando la medida de mitigación (realización de 345 zanjas trinchera), se recuperan 132.48 ton/año de suelo, la cual es mayor al que actualmente se estaría perdiendo por el cambio de uso de suelo.

En condiciones actuales donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se tiene un escurrimiento de agua de 3,143.304 m<sup>3</sup>, mientras que cuando se remueve la vegetación y se ejecuta el proyecto, se tendría un escurrimiento de 3,463.535 m<sup>3</sup> de agua, lo cual indica que se estaría dejando de infiltrar 320.231 m<sup>3</sup> de agua de manera anual en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. En este sentido, ejecutando el proyecto y efectuando la medida de mitigación





(realización de 1,001 zanjas trinchera), se recupera una infiltración de agua de 320.32 m<sup>3</sup>, la cual es mayor a la que actualmente se estaría dejando de infiltrar por el cambio de uso de suelo.

Los beneficios económicos de los recursos biológicos forestales presentes en el área sujetan a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, son de **\$307,684.07** (Trescientos siete mil seiscientos ochenta y cuatro pesos 07/100 M.N).

Tanto en la dimensión social como en la económica, al ejecutarse el proyecto, se está contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las localidades cercanas al proyecto, así como en su área de influencia, a las que actualmente se tienen.

### **Impactos Ambientales**

En total se identificaron **catorce actividades** que podrían afectar a los componentes ambientales; siete se realizarán durante la etapa de preparación del sitio; nueve en la etapa de construcción; y cinco en la etapa de operación y mantenimiento.

Se identificaron 14 componentes ambientales que serán modificados de forma positiva o negativa por las acciones del Proyecto, en sus sucesivas fases (Preparación del Sitio, Construcción y Operación).

Se generó una matriz de 15 columnas (actividades de la Proyecto) por 22 renglones (componentes ambientales del medio físico, biótico y socioeconómico). Se identificaron 40 interacciones en el medio físico, 17 en el medio biótico y 34 en el medio socioeconómico.

### **Medidas de Prevención y Mitigación sobre Recursos Forestales**

#### Flora

- prohibirá la extracción de especies de flora silvestre.
- Se llevará a cabo capacitación ambiental al personal de campo involucrado en el área sujeta a cambio de uso de suelo, asimismo, se realizarán pláticas de concientización al personal que labore en el proyecto, así como se efectuará la supervisión de estos, indicándoles que quien ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la flora.
- Se evitará en todo momento, el uso de fuego o defoliantes para realizar las actividades de remoción de vegetación, lo que permitirá conservar los hábitats para la flora silvestre.
- El derribo del arbolado se llevará a cabo usando de la técnica de derribo direccional mediante el uso de motosierra y hacha, a fin de que el arbolado caiga dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo y no perturbe la vegetación existente y el renuevo de las zonas aledañas, lo que permitirá conservar los hábitats existentes de flora.
- Realización de una reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región con una densidad de 1,100 individuos en una zona aledaña al proyecto (ver Programa de Reforestación anexo), superficie mayor a la solicitada para cambio de uso de suelo.



- Rescate de ejemplares de flora de encino que se encuentren en el área sujeta a cambio de uso de suelo, mediante la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Vegetación Forestal.

### Fauna

- Se llevará a cabo una capacitación en materia ambiental al personal que labore en el proyecto, a fin de evitar que perturben las especies de fauna del lugar. Asimismo, se prohibirá la extracción y comercialización de la fauna del sitio, realizando pláticas de concientización al personal, advirtiéndole que la persona que ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la fauna silvestre.
- Establecimiento de un límite máximo de velocidad de los vehículos que llegaran a transitar en los caminos existentes, a fin de evitar cualquier accidente con la fauna, disminuyendo la afectación a la biodiversidad de la fauna.
- Para el caso de la ornitofauna, a fin de evitar la reubicación o manipulación de nidos con polluelos, se dejarán en pie los árboles que se encuentran en el área sujeta a cambio de uso de suelo hasta que los mismos alcancen su madurez y abandonen los nidos.
- Se implementará un *Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna*, el cual se anexa al estudio, poniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas de importancia ecológica, y para la toda la fauna en general que se encuentre al momento de realizar el cambio de uso de suelo y cuando se realice la construcción del proyecto, lo que permitirá conservar la biodiversidad de fauna presente en el sitio.
- Realización del proyecto en forma paulatina y comenzando de un punto hacia adelante, a fin de permitir el desplazamiento de la fauna, lo que disminuirá la afectación de la biodiversidad de la fauna presente.
- Se prohibirá el uso de fuego para la remoción de vegetación, así como la aplicación de agroquímicos y plaguicidas que pongan en riesgo a la fauna, lo que permitirá conservar los hábitats y disminuirá la lesión de la fauna silvestre.
- Se realizará una reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región en una zona aledaña al área sujeta a cambio de uso de suelo, la cual servirá para recuperar la cubierta forestal, donde la fauna silvestre podrá usarla como refugio, anidamiento y alimento.

### Suelo

- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, cumpliendo la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005; además los vehículos y maquinaria que se llegará a utilizar estará en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo mantendrá las condiciones fisicoquímicas del suelo.



- Los vehículos que se utilizarán con motivo de la ejecución del proyecto circularán en los caminos de acceso existentes, a fin de no abrir nuevos caminos y no provocar erosión en el área.
- Se realizará el establecimiento de obras de conservación y restauración de suelos, mediante el establecimiento de 345 zanjas trinchera, con una capacidad de retención de cada una de ellas de 0.384 ton, las cuales en total recuperarán 132.48 toneladas de suelo al año, cuya retención de suelo es mayor a la que se perdería por la implementación del proyecto (132.473 ton/año).
- Se permitirá la regeneración natural de especies del estrato herbáceo en el terreno donde se realizará la reforestación propuesta.
- Los vehículos que se utilizarán con motivo de la ejecución del proyecto circularán en los caminos de acceso existentes, a fin de no abrirán nuevos caminos y no provocar erosión en el área.
- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, acatando la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005, además los vehículos y maquinaria que se llegara a utilizar estarán en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo mantendrá las condiciones fisicoquímicas del suelo.

### Agua

- Se realizarán 1,001 zanjas trinchera, con las cuales se recuperarán los 320.231 m<sup>3</sup> de agua que se dejarían de infiltrar por la realización del cambio de uso de suelo.
- Se realizará una reforestación (1 ha) en un terreno aledaño al área sujeta a cambio de uso de suelo, lo que permitirá la regeneración de la cobertura vegetal, lo que permitirá disminuir el escurrimiento del agua y propiciará su infiltración al suelo.
- Al término de la jornada laboral, se llevará a cabo la recolección de cualquier residuo que pudiera afectar el área sujeta a cambio de uso de suelo, mismos que serán depositados en los sitios autorizados para tal fin, lo que mantendrá la calidad del agua.
- Se instalará un sanitario portátil por cada 20 trabajadores durante el tiempo que dure la ejecución del proyecto, con un mantenimiento cada tercer día, a fin de evitar la contaminación del agua, así también se prohibirá el aseo personal o el lavado de trastes en el área del proyecto, lo que mantendrá calidad del agua.
- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, cumpliendo la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005; además los vehículos y maquinaria que se llegara a utilizar estarán en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo que mantendrá calidad del agua.



- El lavado de equipos utilizados para el proyecto se realizará fuera del mismo, lo que mantendrá calidad del agua.
- Se permitirá el crecimiento natural de especies herbáceas en el polígono donde se establecerá la reforestación con especies nativas de la región, lo que propiciará la infiltración del agua.

### Programas de Manejo Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental contempla los siguientes subprogramas a fin de hacer del proyecto ambientalmente factible.

**Tabla 7 Objetivos del Reglamento, Subprogramas y/o Planes propuestos**

Reglamento, programa y/o plan	Objetivo
Reglamento General del Proyecto	<p>Establecer las reglas para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de uso del suelo, establecidos en los ordenamientos ecológicos aplicables y en el Plan de desarrollo urbano del Municipio de Valle de Bravo.</p> <p>Establecer lineamientos para cumplir con la normatividad ambiental en materia de emisiones a la atmósfera, ruido, residuos, suelo y agua.</p> <p>Concientizar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, agua, suelo, aire, vegetación y fauna.</p>
Subprograma de Manejo de Residuos	Prevenir y minimizar la generación de residuos sólidos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua.
Subprograma de Manejo Forestal y Reforestación	<p>Conservar, restaurar y mejorar las condiciones del bosque que se registra en el Área del Proyecto.</p> <p>Garantizar la conservación del suelo y el control de la erosión mediante el manejo forestal y la reforestación.</p>
Subprograma de Rescate y Manejo de Fauna	Mitigar los efectos negativos sobre las especies de fauna existentes, principalmente sobre aquellas especies relevantes para la conservación.
Plan de Prevención de Incendios Forestales	Implementar las acciones para evitar los incendios forestales en el Área del Proyecto y minimizar su impacto en caso de que se presenten.



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II. 1 INFORMACIÓN GENERAL

El 25 de Febrero del 2014, se ingresó a la Delegación Federal en el Estado de México a su Unidad de Gestión Ambiental del Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental, la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto “Mesa de Gallos” a realizarse en el Municipio de Valle de Bravo en el Estado de México a fin obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

La Delegación Federal mediante el oficio No. DFMARNAT/1937/2014 con fecha 9 de Mayo de 2014, dictaminó que el Proyecto es ambientalmente viable y por lo tanto resolvió autorizarlo de manera condicionada a los Términos descritos en el mencionado oficio, **ANEXO 1**.

En el Término Quinto del oficio resolutivo No. DFMARNAT/1937/2014 la Delegación Federal establece lo siguiente:

*El “Titular” hará del conocimiento de esta Delegación Federal, de manera previa, cualquier eventual Proyecto a lo señalado en la MIA-P presentada en los términos previstos en el Artículo 28 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, para que con toda oportunidad se determine lo procedente.*

Así mismo, la implementación también fue autorizada mediante los resolutivos:

1. DFMARNAT/3929/2013, documento 15DFH-0796/1310, fechado el 29 de octubre de 2013, por medio del cual se autoriza el embalse de almacenamiento pluvial con compensación temporal.
2. DFMARNAT/2973/2014, Bitácora 15/DS-0010/06/14, fechado el 1 de julio de 2014, por medio del cual se autoriza por excepción el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El Proyecto autorizado contempló el establecimiento de 13 ranchos y hasta 13 viviendas tipo campestre, además de áreas comunes, así como el acondicionamiento de caminos interiores con una longitud de 10,983 m y un ancho promedio de 4 m, ocupando una superficie de 43,932 m<sup>2</sup>, además de un vaso de captación con una superficie de 61,707 m<sup>2</sup>. En conjunto las obras permanentes ocuparían una superficie de 36,680.82 m<sup>2</sup> (3.66 ha) lo que representa el 1.82% del Área del Proyecto.

El predio donde se desarrolla el Proyecto autorizado presenta indicios de haber sido empleado previamente como un área de aprovechamiento forestal, lo cual se observa en diversas zonas de la propiedad, la vegetación presente en el área del proyecto corresponde a bosque de pino-encino, bosque mesófilo y plantaciones forestales. La propiedad cuenta con una constancia de Registro de Plantación Comercial Forestal (DFMARNAT/1439/06), **ANEXO 1**. La mayor parte de las comunidades vegetales presentes dentro del área del proyecto han sido objeto de distintos tipos de manejo.

El pasado 7 de Marzo de 2018, nuevamente se ingresó a la Delegación Federal en el Estado de México a su Unidad de Gestión Ambiental del Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental, la Proyecto de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto



“Mesa de Gallos” ubicado en el Municipio de Valle de Bravo en el Estado de México con No. de Bitácora 15/DG-0177/03/18, a fin obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

La Delegación Federal mediante el Oficio No. DFMART/2069/2018 con fecha 9 de Abril de 2018, dictaminó que el Proyecto es técnica y ambientalmente viable, por lo tanto, decidió autorizarlo puntualizando que se deberán atender los términos y condicionantes señalados en la AUTORIZACIÓN emitida el 9 de Mayo de 2014.

En esta ocasión la autoridad autorizó el establecimiento de un rancho adicional que abarca un área de 2.5 ha y se construirá una vivienda tipo campestre con 800 m<sup>2</sup> se superficie de desplante, la cual contará con estacionamiento, patio de acceso y camino de acceso a áreas comunes.

Derivado del procedimiento a seguir para obtener las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo en terreno forestal requeridas para el desarrollo del presente Proyecto denominado Mesa De Gallos, Valle de Bravo, Estado de México, se identificó la necesidad de realizar el presente estudio.

En cumplimiento de lo expresado se elabora el presente Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B-Particular del Proyecto “Mesa De Gallos”, Valle de Bravo, Estado de México.

### **II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO**

El Proyecto Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B-Particular del Proyecto “Mesa De Gallos”, Valle de Bravo, Estado de México, se desarrollará en un predio ubicado en la Carretera a Temascaltepe en Cuadrilla de los Dolores Municipio de Valle de Bravo, Estado de México, aproximadamente a 5.6 km al sureste de la cabecera municipal. El Proyecto tiene una superficie de 2'210,100.82 m<sup>2</sup>.

Las actividades que se requieren para el desarrollo de obras son las siguientes:

- Construcción de tres viviendas que se desarrollarán en el Cerro de la Cruz.
- Acondicionamiento y construcción de caminos en el Cerro de la Cruz.

Con el objeto de determinar el tipo de vegetación existente en el área sujeta a cambio de uso suelo, se utilizó la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación de acuerdo con la Serie V del INEGI, cuya información se verificó y preciso en campo, de lo cual se concluye es Bosque de Pino.

La estimación del volumen por especie de las materias primas forestales se realizó como resultado del muestreo realizado de la vegetación de Bosque de Pino a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

### **II.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO**

El predio adquirido mediante la protocolización de la autorización de fusión de predios (Mesa de Gallos y el Cerro de la Cruz), por el Fideicomiso de Administración No. F/1423, ha presentado desarrollo habitacional con el establecimiento de los ranchos autorizados que cuenta con áreas comunes y el acondicionamiento de caminos interiores. Actualmente con la adquisición del Cerro de la Cruz (Peña Blanca) y la fusión de los predios, se ha planeado desarrollar tres nuevos Ranchos en el área del Cerro de la Cruz.





Con el desarrollo del presente Proyecto se promoverá la inversión, que aportará ingresos al municipio de Valle de Bravo, que generará fuentes de empleo para los habitantes de comunidades cercanas.

A fin de preservar el entorno del Proyecto, en el desarrollo de los tres nuevos ranchos no se construirán bardas verdes o bermas para delimitar la superficie, a fin de conservar los elementos naturales del ecosistema.

El objetivo del Proyecto es generar un patrimonio y un lugar de descanso a las familias que suman aproximadamente 42 personas en total cuando sea alcanzada la ocupación máxima (se considera por casa a 14 personas de las cuales cinco son habitantes, cinco visitantes y cuatro trabajadores).

### II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA

El Proyecto se localiza dentro del Municipio de Valle de Bravo, en el Estado de México y se ubica a aproximadamente 5.6 km al sureste de la cabecera municipal. Las colindancias se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla II. 1 Descripción de la colindancia del Proyecto**

Ubicación	Colindancia
Al norte	Localidad denominada como Peña Blanca con uso habitacional y aprovechamientos agropecuarios.
Al sur	Cerro San Agustín con uso forestal.
Al este	Con la microcuenca del arroyo Yerbabuena en donde se localiza el Ejido Dolores y ranchos particulares.
Al oeste	Lotificaciones parcialmente construidas con uso habitacional y aprovechamientos agropecuarios.

El Proyecto se ubica en el Municipio de Valle de Bravo, colinda al norte con la localidad de Casas Viejas, al este con la microcuenca del cauce La Yerbabuena (desemboca en el embalse de la Presa de Valle de Bravo); al sur con el Cerro San Agustín; y al Oeste con la localidad La Mecedora, tal como se aprecia en la siguiente Figura.

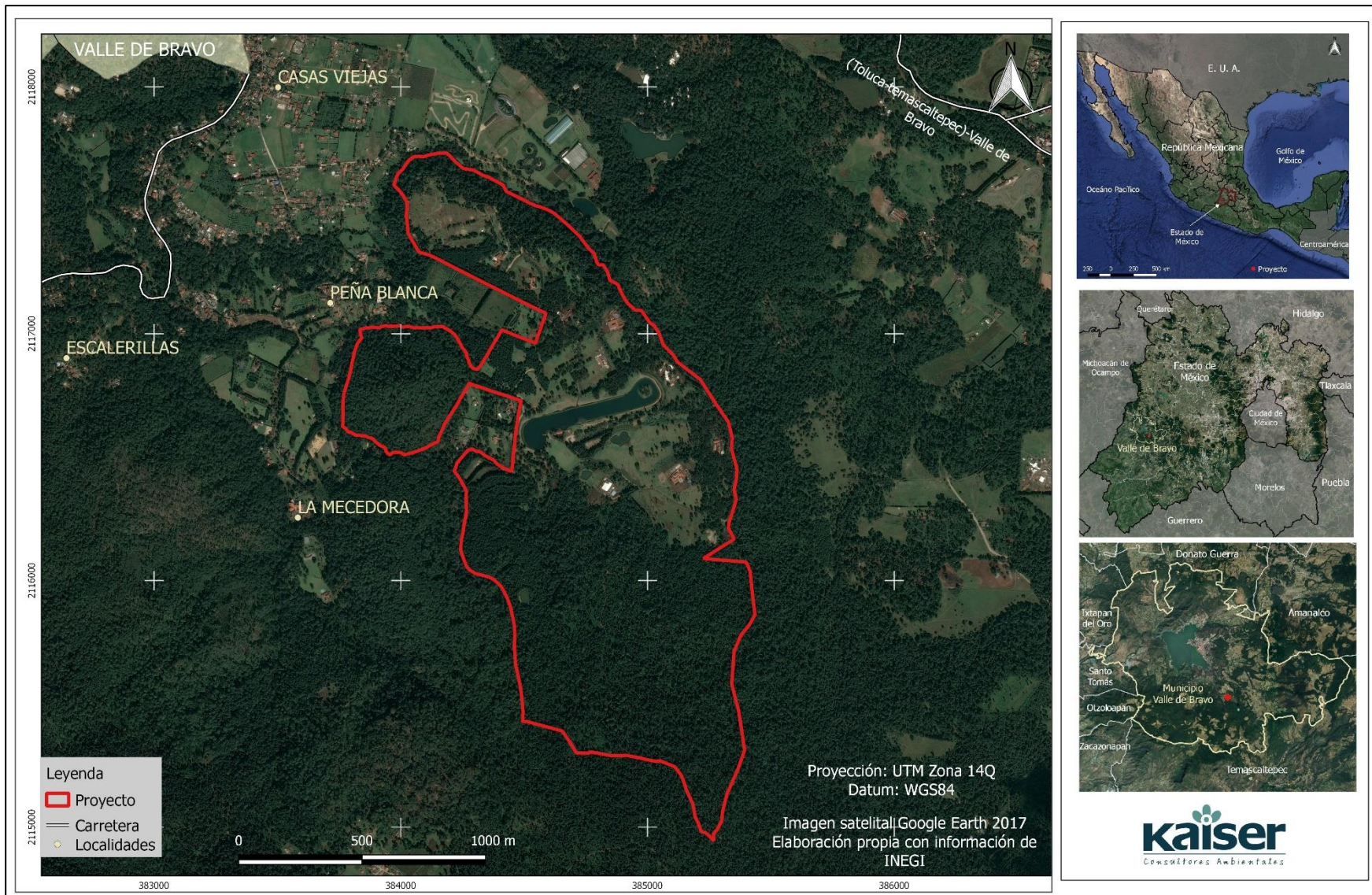


Figura II. 1 Ubicación del Proyecto





En la siguiente tabla se presentan los vértices con sus correspondientes coordenadas UTM de la superficie del Proyecto.

**Tabla II. 2 Coordenadas de ubicación del Proyecto**

Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	384712.975	2115300.6	39	384406.783	2115975.51
2	384703.449	2115314.39	40	384402.035	2115981.29
3	384694.659	2115329.37	41	384377.952	2116003.27
4	384686.977	2115342.08	42	384359.161	2116013.33
5	384681.066	2115350.95	43	384334.252	2116020.22
6	384675.316	2115359.48	44	384302.736	2116028.22
7	384667.428	2115371.04	45	384280.002	2116041.91
8	384659.997	2115381.89	46	384266.028	2116057.34
9	384653.655	2115389.79	47	384252.903	2116092.18
10	384638.414	2115394.29	48	384242.388	2116124.93
11	384627.13	2115397.39	49	384246.000	2116166.35
12	384616.447	2115399.14	50	384253.575	2116201.24
13	384616.447	2115400.15	51	384254.989	2116216.01
14	384603.866	2115403.63	52	384262.548	2116257.01
15	384592.625	2115406.81	53	384266.489	2116283.85
16	384588.38	2115407.33	54	384265.508	2116312.14
17	384578.104	2115410.75	55	384264.067	2116337.6
18	384426.558	2115413.8	42	384266.677	2116361.45
19	384551.182	2115417.87	57	384260.43	2116374.1
20	384542.515	2115419.32	58	384236.862	2116416.63
21	384532.979	2115422.62	59	384216.114	2116443.85
22	384512.581	2115428.29	60	384223.369	2116458.29
23	384503.488	2115428.34	61	384227.399	2116475.45
24	384495.857	2115428.1	62	384267.973	2116522.98
25	384494.064	2115427.6	63	384272.077	2116528.38
26	384495.41	2115468.26	64	384287.478	2116532.82
27	384490.131	2115530.95	65	384294.068	2116530.96
28	384483.834	2115574.79	66	384306.332	2116523.2
29	384465.593	2114259.02	67	384315.987	2116523.22
30	384460.116	2115741.31	68	384324.342	2116519.93
31	384461.795	2115754.84	69	384327.659	2116517.05
32	384462.063	2115787.51	70	384340.293	2116506.48
33	384460.362	2115818.42	71	384375.95	2116488.71
34	384454.402	2115846.26	72	384391.279	2116471.33
35	384444.452	2115893.72	73	384418.965	2116454.21
36	384432.005	2115927.23	74	384447.884	2116442.13



Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
37	384413.675	2115964.61	75	384452.189	2116463.43
38	384712.975	2115300.6	67	384455.738	2116505.81
68	384324.342	2116519.93	110	383957.253	2116509.95
69	384327.659	2116517.05	111	383955.211	2116509.42
70	384340.293	2116506.48	112	383946.097	2116514.65
71	384375.95	2116488.71	113	383938.25	2116529.2
72	384391.279	2116471.33	114	383938.69	2116534.05
73	384418.965	2116454.21	115	383933.468	2116539.93
74	384447.884	2116442.13	116	383913.85	2116548.17
75	384452.189	2116463.43	117	383897.2	2116422.44
67	384455.738	2116505.81	118	383888.514	2116573.22
77	384461.148	2116551.96	119	383881.168	2116427.33
78	384463.913	2116580.37	120	383868.679	2116579.34
79	384465.247	2116594.09	121	383855.287	2116586.49
80	384477.442	2116679.07	122	383842.641	2116586.95
81	384488.441	2116727.64	123	383828.108	2116588.41
82	384441.718	2116744.23	124	383815.867	2116589.04
83	384372.496	2116667.17	125	383813.414	2116590.07
84	384304.478	2116789.49	126	383802.233	2116598.2
85	384293.723	2116792.41	127	383797.345	2116600
86	384281.235	2116797.01	128	383792.637	2116600.6
87	384278.237	2116801	129	383790.151	2116601.16
88	384262.963	2116772.77	130	383786.595	2116602.63
89	384248.601	2116749.67	131	383778.938	2116613.75
90	384237.629	2116730.3	132	383674.216	2116623.69
91	384233.741	2116723.02	133	383675.473	2116649.24
92	384218.627	2116698.14	134	383675.462	2116667.54
93	384205.444	2116677.3	135	383667.351	2116690.67
94	384182.759	2116643.34	136	383667.335	2116721.73
95	384167.063	2116630.62	137	383677.961	2116743.07
96	384167.819	2116609.85	138	383679.005	2116752.93
97	384155.139	2116583.46	139	383770.525	2116670.92
98	384152.437	2116427.4	140	383780.653	2116794.51
99	384151.364	2116422.49	141	383785.427	2116808.37
100	384133.613	2116555.47	142	383787.811	2116815.92
101	384097.274	2116535.45	143	383796.628	2116850.24
102	384050.889	2116518.63	144	383799.001	2116862.02
103	384013.851	2116509.1	145	383801.799	2116880.08
104	384004.083	2116516.57	146	383804.578	2116891.31
105	383991.379	2116519.44	147	383808.48	2116906.42



Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
106	383977.063	2116519.96	148	383808.962	2116913.91
107	383969.7	2116518.55	149	383813.716	2116931.82
108	383964.1	2116516.05	150	383823.787	2116959.68
109	383959.42	2116510.91	151	383834.627	2116975.06
152	383838.393	2116979.24	194	384215.903	2116999.4
153	383842.427	2116982.65	195	384219.068	2116996.69
154	383837.611	2116993.47	196	384223.86	2116988.62
155	383833.713	2117013.27	197	384228.507	2116982.75
142	383831.57	2117016.05	198	384234.789	2116969.82
157	383859.499	2117024.07	199	384239.332	2116964.06
158	383870.572	2117023.21	200	384247.178	2116947.05
159	383884.209	2117027.61	201	384251.618	2116940.79
160	383892.33	2117025.42	202	384257.439	2116934.4
161	383904.893	2117024.92	203	384258.697	2116930.94
162	383912.47	2117023.9	204	384265.67	2116922.79
163	383921.06	2117029.54	205	384267.694	2116914.58
164	383929.515	2117031.03	206	384267.678	2116908.66
165	383931.991	2117030.85	207	384272.818	2116896.54
166	383939.3	2117033.33	208	384275.027	2116893.66
167	383951.826	2117029.32	209	384267.508	2116883.46
168	383960.844	2117031.37	210	384284.813	2116867.87
169	383965.431	2117029.09	211	384290.941	2116862.16
170	383970.694	2117031.04	212	384299.48	2116857.8
171	383967.499	2117030.73	213	384312.31	2116842.52
172	383995.6	2117032.12	214	384322.427	2116868.89
173	384003.152	2117028.44	215	384335.024	2116889.87
174	384010.472	2117026.89	216	384351.009	2116915.53
175	384026.127	2117030.2	217	384362.69	2116936.16
167	384038.334	2117028.54	218	384372.086	2116952.21
177	384050.626	2117024.75	219	384392.727	2116986.21
178	384058.334	2117024.07	220	384409.58	2117015.97
179	384067.536	2117025.68	221	384463.427	2116993.62
180	384081.795	2117023.62	222	384545.612	2116962.01
181	384091.902	2117023.57	223	384588.396	2117082.55
182	384094.981	2117024.28	224	384486.108	2117131.97
183	384105.012	2117024.85	225	384391.998	2117179.72
184	384117.872	2117024.05	226	384342.158	2117204.36
185	384120.285	2117024.28	227	384195.807	2117278.55
186	384122.317	2117023.84	228	384157.077	2117299.07
187	384133.547	2117027.67	229	384117.639	2117318.25



Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
188	384152.843	2117029.67	230	384109.221.01	2117320.58
189	384172.632	2117029.08	231	384074.585	2117330.83
190	384179.826	2117022.3	232	384062.854	2117349.23
191	384188.749	2117018.86	233	384029.424	2117407.84
192	384208.982	2117004.86	234	384028.102	2117430.31
193	384211.408	2117002	235	384022.69	2117477.73
236	384026.425	2117528.53	278	384804.295	2117278.17
237	384009.189	2117421.23	279	384814.423	2117279.7
238	383995.412	2117578.53	280	384820.401	2117279.45
239	383971.972	2116702.42	281	384839.397	2117247.66
240	383984.195	2116740.04	282	384847.557	2117216.37
241	383992.338	2116752.71	283	384878.893	2117200.87
242	384007.042	2116675.17	284	384898.651	2117142.42
243	384021.067	2116787.13	285	384917.677	2117125.31
244	384034.489	2117703.85	286	384949.133	2117096.61
245	384050.839	2117716.91	287	384975.165	2117094.27
246	384072.771	2117719.6	288	385010.526	2117043.67
247	384091.169	2117716.64	289	385027.19	2117032.78
248	384103.298	2117721.58	290	385046.04	2117003.61
249	384126.842	2117727.23	291		2116953.71
250	384149.711	2117731.26	292	385105.245	2116913.09
251	384185.337	2117733.1	293	385120.974	2116885.86
252	384200.033	2117719.66	294	385213.738	2116814.61
253	384214.5	2117703.51	295	385240.975	2116772.21
254	384233.516	2116786.72	296	385281.758	2116708.05
255	384250.866	2116771.1	297	385286.046	2116703.27
242	384264.11	2116677.78	298	385327.697	2116642.59
257	384288.133	2116674.5	299	385343.784	2116577.11
258	384300.808	2116670.04	300	385339.793	2116535.81
259	384318.008	2116750.53	301	385362.916	2116450.42
260	384332.159	2116742.36	302	385359.429	2116409.11
261	384352.405	2116735.87	303	385350.712	2116367.15
262	384414.347	2116703.33	304	385360.102	2116328.6
263	384428.434	2117427.26	305	385346.899	2116285.03
264	384480.925	2117551.1	306	385331.391	2116237.39
265	384526.249	2117527.51	307	385329.843	2116231.11
266	384545.888	2117519.45	308	385328.237	2116212.01
267	384559.627	2117515.95	309	385351.164	2116167.81
268	384429.341	2117512.69	310	385225.85	2116089.04
269	384606.925	2117497.13	311	385399.498	2116074.62





Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
270	384627.744	2117483.59	312	385415.875	2116038.17
271	384679.753	2117438.32	313	385426.517	2115933.6
272	384724.448	2117395.46	314	385435.735	2115860.93
273	384672.399	2117344.89	315	385411.391	2115817.68
274	384785.21	2117323.35	316	385378.601	2115778.13
275	384791.65	2117298.52	317	385351.327	2115713.93
267	384794.646	2117289.2	318	385341.371	2115580.12
277	384800.423	2117281	319	385369.891	2115469.14
320	385393.791	2115312.22	338	385145.319	2115190.3
321	385367	2115236.78	339	385135.351	2115212.54
322	385320.979	2115130.53	340	385121.277	2115231.26
323	385304.677	2115065.57	341	385111.919	2115242.52
324	385300.431	2115025.25	342	385105.518	2115247.47
325	385283.396	2114992.01	343	385092.129	2115252.87
326	385267.916	2114974.84	344	385088.269	2115253.98
327	385268.816	2114945.29	345	385058.179	2115266.29
328	385236.51	2114977.16	346	385049.08	2115269.58
329	385218.019	2114981.94	347	385034.841	2115266.78
330	385204.54	2115018.66	348	384993.326	2115274.46
331	385193.496	2115040.92	349	384971.414	2115280.28
332	385189.967	2115055.67	350	384912.816	2115291.42
333	385188.584	2115072.9	351	384905.244	2115290.22
334	385183.575	2115095.28	352	384847.355	2115290.59
335	385170.163	2115123.04	353	384791.066	2115301.41
336	385160.696	2115144.08	354	384677.437	2115305.11
337	385157.53	2115151.95	355	384758.777	2115300

El Proyecto se desarrollará específicamente en el Cerro de la Cruz, el predio se encuentra clasificado como Bosque de Pino.

### II.1.3.1 COORDENADAS DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas (WGS84) del área sujeta a cambio de uso de suelo, tanto para las casas como para el camino de acceso:

**Tabla II. 3 Coordenadas de los polígonos (viviendas) sujetas a cambio de uso de suelo**

No. de polígono (casa)	Vértice	Coordenadas UTM		Superficie (ha)
		X	Y	
1	1	384090.1954	2116688.4661	0.0800
	2	384106.7510	2116699.6872	
	3	384129.1932	2116666.5762	



No. de polígono (casa)	Vértice	Coordenadas UTM		Superficie (ha)
		X	Y	
	4	384112.6377	2116655.3550	
2	1	384031.0998	2116786.2174	0.0800
	2	384025.8509	2116805.5164	
	3	384064.4488	2116816.0141	
	4	384069.6977	2116796.7152	
3	1	383934.4948	2116721.9243	0.0800
	2	383921.5194	2116706.7046	
	3	383891.0800	2116732.6553	
	4	383904.0553	2116747.8751	
<b>Total</b>				<b>0.2400</b>

**Tabla II. 4 Coordenadas del área sujeta a cambio de uso de suelo**

Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	383994.6296	2116786.3740	28	384013.0687	2116769.1347	55	384141.8344	2116854.5546	82	384098.6614	2116916.6342
2	383994.6838	2116791.5265	29	384022.3195	2116763.4100	56	384139.5165	2116856.8877	83	384103.3734	2116916.5858
3	383997.9401	2116798.8954	30	384045.3500	2116755.5894	57	384137.2818	2116859.1520	84	384122.3151	2116913.2700
4	384006.1783	2116806.3376	31	384066.0799	2116748.8002	58	384130.3818	2116868.3852	85	384137.2240	2116911.9846
5	384016.2169	2116809.7207	32	384068.2003	2116748.0942	59	384127.7839	2116872.9091	86	384144.7720	2116909.3902
6	384024.1343	2116810.5564	33	384070.6350	2116747.4688	60	384125.8224	2116875.2543	87	384152.4304	2116907.2681
7	384025.1914	2116812.6686	34	384077.4595	2116747.6924	61	384123.5096	2116877.4657	88	384159.6905	2116905.1427
8	384026.2747	2116813.3480	35	384082.1679	2116748.6946	62	384109.6202	2116887.2998	89	384179.3322	2116898.2539
9	384027.3462	2116813.5001	36	384086.6967	2116750.9194	63	384102.7906	2116890.2375	90	384185.5888	2116895.9319
10	384028.4746	2116813.3315	37	384096.7298	2116752.7380	64	384100.4366	2116890.9363	91	384197.0941	2116893.6197
11	384029.6785	2116812.7064	38	384101.4399	2116754.9560	65	384095.8998	2116891.4277	92	384205.8025	2116891.3972
12	384030.7287	2116810.9290	39	384107.4104	2116757.9858	66	384086.6717	2116891.3299	93	384214.6985	2116889.0656
13	384030.8123	2116809.6309	40	384113.9483	2116760.4584	67	384077.4732	2116891.6358	94	384224.0812	2116884.9093
14	384030.3589	2116808.5311	41	384117.4372	2116764.8853	68	384064.7206	2116893.6847	95	384232.8097	2116878.9719
15	384029.5870	2116807.6251	42	384121.1474	2116771.7292	69	384056.8069	2116894.1022	96	384243.1194	2116863.8103
16	384027.8050	2116806.7968	43	384125.7890	2116778.7317	70	384053.9704	2116895.5544	97	384254.6045	2116853.9576
17	384026.3576	2116807.0143	44	384130.3864	2116783.3581	71	384052.5064	2116896.2633	98	384259.2819	2116850.0205
18	384025.3235	2116807.7389	45	384139.4303	2116790.1658	72	384050.9603	2116898.2857	99	384269.3353	2116844.5300
19	384023.9567	2116807.8107	46	384144.1584	2116797.0169	73	384050.5922	2116900.5844	100	384271.0953	2116844.5571
20	384016.7447	2116807.5274	47	384145.9210	2116801.6693	74	384051.1176	2116902.9349	101	384275.7297	2116845.3531
21	384006.4075	2116804.0657	48	384146.4993	2116804.3016	75	384052.6086	2116905.0407	102	384289.0365	2116845.3312
22	383999.7295	2116797.4633	49	384148.7632	2116818.7708	76	384056.5088	2116906.7204	103	384305.4548	2116846.4460
23	383996.9520	2116791.5877	50	384148.7695	2116822.6952	77	384064.9326	2116907.2616	104	384304.9365	2116844.2662
24	383996.8847	2116786.5255	51	384148.8225	2116826.8795	78	384068.7830	2116907.4091	105	384289.1173	2116843.0336
25	383997.8028	2116783.0744	52	384148.0450	2116831.5139	79	384073.1705	2116909.6802	106	384275.7736	2116843.0336
26	384001.5756	2116775.7027	53	384146.8774	2116836.2323	80	384084.4315	2116914.3988	107	384273.3629	2116842.9030
27	384008.5489	2116771.0646	54	384145.3609	2116845.3761	81	384093.9556	2116916.3874	108	384271.2940	2116842.2600
109	384269.8883	2116842.0414	137	384116.2153	2116689.2235	165	384257.9864	2116848.5170	193	384077.4670	2116894.0318
110	384267.9751	2116841.1123	138	384117.0524	2116690.2528	166	384254.6117	2116851.5711	194	384086.6637	2116893.6903
111	384264.6402	2116838.2962	139	384118.0291	2116690.8245	167	384240.7813	2116863.7454	195	384095.9409	2116893.6386
112	384262.2324	2116833.3707	140	384119.2979	2116691.0290	168	384231.5956	2116877.5223	196	384100.4528	2116893.3112
113	384262.3790	2116810.8550	141	384120.5191	2116690.8362	169	384222.3720	2116883.7360	197	384102.8528	2116892.7635
114	384262.3790	2116810.8539	142	384121.4805	2116690.2660	170	384214.7558	2116886.7428	198	384111.2707	2116889.0015
115	384259.7333	2116794.7415	143	384122.2691	2116689.3424	171	384205.9310	2116889.0191	199	384123.5235	2116879.8873
116	384254.9676	2116783.2188	144	384122.5990	2116688.0499	172	384197.0921	2116891.3306	200	384128.1020	2116875.3246

Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
117	384250.0508	2116776.3242	145	384131.0179	2116684.3091	173	384185.6173	2116893.6627	201	384130.1650	2116872.8889
118	384236.2023	2116755.6464	146	384137.3239	2116682.0267	174	384179.3444	2116895.9457	202	384132.6347	2116868.3730
119	384230.1260	2116744.1598	147	384139.4621	2116682.0195	175	384159.7701	2116902.8254	203	384139.6011	2116859.1717
120	384219.3179	2116721.1667	148	384146.4288	2116684.3330	176	384152.3238	2116904.8863	204	384141.9485	2116856.9447
121	384209.1074	2116701.5791	149	384157.7649	2116686.3788	177	384144.7411	2116907.1015	205	384144.1971	2116854.5055
122	384189.4543	2116693.2067	150	384160.2571	2116686.6163	178	384137.2817	2116909.7564	206	384147.6303	2116845.3696
123	384176.4331	2116687.0594	151	384173.2353	2116688.2755	179	384122.4310	2116910.8873	207	384149.2064	2116836.2258
124	384173.4306	2116685.9757	152	384176.3406	2116689.4120	180	384103.3600	2116914.4057	208	384150.3202	2116831.5592
125	384160.2969	2116684.3187	153	384188.3595	2116695.6027	181	384098.6284	2116914.3097	209	384151.0876	2116827.0336
126	384146.5519	2116682.0500	154	384207.5717	2116703.3375	182	384093.9901	2116914.1091	210	384151.0974	2116822.7230
127	384139.4685	2116679.8429	155	384217.0470	2116721.1846	183	384084.4487	2116912.1408	211	384151.1390	2116818.7602
128	384137.3247	2116679.8181	156	384227.5554	2116744.1773	184	384073.1406	2116907.4700	212	384148.7605	2116804.3038
129	384130.9749	2116681.8143	157	384233.9382	2116755.6646	185	384068.7584	2116905.1146	213	384148.3402	2116801.7049
130	384121.5758	2116685.3569	158	384247.6671	2116776.3411	186	384064.9481	2116904.6999	214	384146.4545	2116797.0412
131	384120.7579	2116684.7405	159	384252.6537	2116783.2440	187	384062.4370	2116902.8537	215	384141.6988	2116790.1407
132	384119.5952	2116684.3930	160	384257.3094	2116794.7306	188	384061.4760	2116900.5266	216	384132.7147	2116783.1734
133	384117.9710	2116684.7637	161	384260.0709	2116810.9398	189	384061.3784	2116899.2629	217	384128.1458	2116778.6218
134	384116.7611	2116685.6295	162	384259.9348	2116833.7565	190	384062.0639	2116898.0032	218	384123.4860	2116771.7047
135	384116.1473	2116686.5555	163	384262.7833	2116839.6157	191	384063.0500	2116896.8163	219	384119.6369	2116764.8799
136	384115.9287	2116687.7526	164	384267.0541	2116843.3267	192	384064.7582	2116895.9125	220	384114.8067	2116758.4643
221	384107.4210	2116755.6287	238	383987.8126	2116721.1586	255	383971.6716	2116725.2733	272	384082.1407	2116746.4192
222	384102.5127	2116752.3429	239	383971.6584	2116722.8526	256	383987.7860	2116723.4392	273	384077.5354	2116745.4566
223	384099.3242	2116750.3788	240	383957.6335	2116725.4967	257	384001.9292	2116722.1711	274	384070.5509	2116745.1187
224	384095.8558	2116747.1295	241	383945.0898	2116726.4870	258	384012.0243	2116722.4221	275	384068.3568	2116745.5127
225	384090.1518	2116739.5154	242	383933.6928	2116728.8488	259	384022.3359	2116724.1735	276	384065.9816	2116746.4650
226	384088.6794	2116737.1976	243	383932.6299	2116727.8759	260	384047.6262	2116730.3507	277	384045.2853	2116753.3073
227	384087.7521	2116736.0001	244	383930.7593	2116727.4428	261	384059.1094	2116732.2701	278	384022.3201	2116761.1388
228	384082.0948	2116732.6487	245	383929.3112	2116728.0492	262	384071.6707	2116732.6200	279	384013.0862	2116766.6975
229	384079.7833	2116731.5726	246	383928.0112	2116729.3009	263	384075.2370	2116732.6740	280	384008.4603	2116768.6521
230	384077.4883	2116730.6893	247	383927.6194	2116730.4715	264	384077.5021	2116733.0413	281	384001.4563	2116773.1351
231	384075.2431	2116730.2748	248	383927.8717	2116731.9011	265	384079.8042	2116733.8297	282	384000.1938	2116774.3656
232	384071.7080	2116730.3614	249	383928.8692	2116733.3604	266	384082.1187	2116734.9744	283	383999.1351	2116775.6715
233	384059.0833	2116729.9573	250	383930.9061	2116734.1727	267	384086.1741	2116737.2519	284	383995.3592	2116783.4001
234	384047.6983	2116727.9935	251	383933.0950	2116733.3113	268	384087.7641	2116739.5687	-	-	-
235	384022.3339	2116721.8417	252	383934.2736	2116731.6760	269	384094.5949	2116748.6536	-	-	-
236	384012.0204	2116719.9706	253	383945.1480	2116728.6306	270	384096.5328	2116750.6273	-	-	-

Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)		Vértice	Coordenadas (UTM)	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
237	384001.8331	2116719.8541	254	383957.7092	2116727.7360	271	384086.7373	2116748.7724	-	-	-



### II.2.3.2 SUPERFICIES INVOLUCRADAS EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO

Las superficies involucradas en el Proyecto se señalan a continuación:

**Tabla II. 5 Superficie del proyecto, forestal y sujeta a cambio de uso de suelo.**

Superficie total del proyecto (ha)	Superficie total forestal (ha)	Superficie forestal sujeta a cambio de uso de suelo (ha)
221.0100	96.5700	0.4957*

\* La superficie sujeta a cambio de uso de suelo corresponde a las 3 casas y al camino de acceso

En la siguiente Figura se presenta de manera esquemática la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.



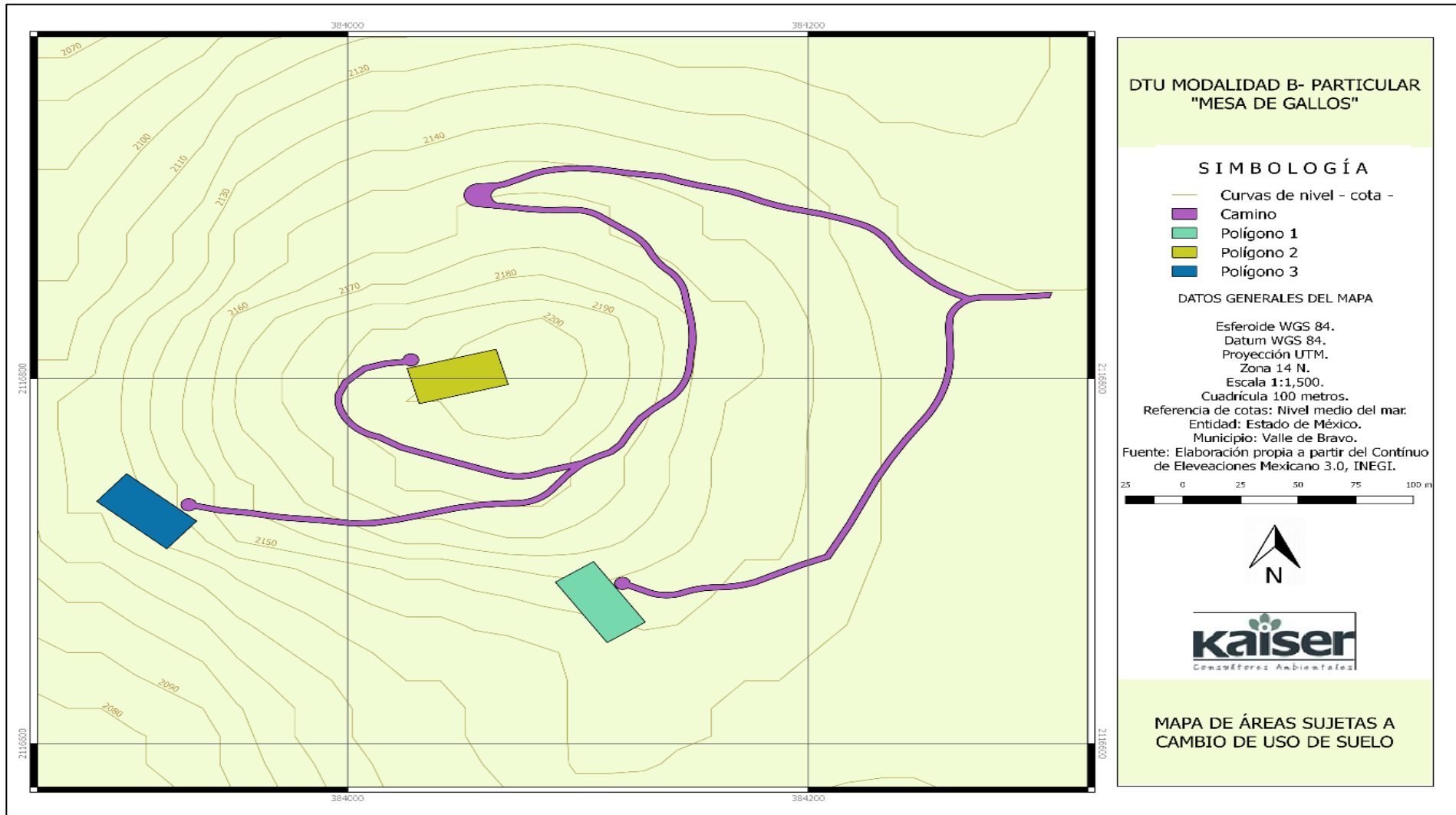


Figura II. 2 Superficie sujeta a cambio de uso de suelo



## II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS

El Proyecto se localiza en la ranchería de Peña Blanca, Municipio de Valle de Bravo, esta zona cuenta con los servicios básicos de urbanización, agua potable, suministro de energía, alumbrado público, vías de acceso y recolección de residuos urbanos. El predio se sitúa en las inmediaciones de la carretera a Temascaltepec por la cual tiene acceso a la cabecera Municipal.

Por la naturaleza del Proyecto, los servicios que se requerirán son:

### **Servicio eléctrico**

El Sistema de distribución de energía eléctrica será suministrado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante el Departamento de Planeación Zona Valle de Bravo. La alimentación se resolverá con un alimentador troncal en 600 A, en media tensión, 3F-4H, 60 Hz, en 23 kV. El Sistema de distribución de energía eléctrica será de tipo subterráneo. El sistema de alumbrado público, será por medio de luminarias del tipo solar.

Todos los accesorios que formen parte de la red serán identificados según normas y nomenclaturas proporcionadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Los servicios de energía, voz y datos, se realizarán por medio de la conducción de cableado por las trincheras laterales de los caminos, por lo que no habrá una superficie adicional de afectación.

### **Agua potable**

El abastecimiento del agua se hará mediante la captación de agua pluvial de los estanques artificiales del Proyecto autorizado mediante el Oficio No. DFMART/1937/20144) cuyo documento probatorio se presenta en el ANEXO 1, una superficie aproximada de 400 a 500 m<sup>2</sup>, cada vivienda cuneta con un sistema de almacenamiento con cisternas de 300 m<sup>3</sup>.

El sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del Proyecto, estará constituido por tres líneas de agua potable de 75 mm, 500 mm y 19 mm con válvulas de seccionamiento, reductoras de presión, de desfogue, de admisión y expulsión de aire. A fin de que la alteración a las condiciones existentes sea mínima, la red de distribución de agua seguirá las trayectorias de los caminos, la configuración vial permitirá que la red de distribución de agua forme un circuito, localizando en los extremos de la red a la elevación 2 190 msnm, la colocación de dos válvulas reductoras de presión permitirán la formación de dos zonas de presión.

### **Sistema hidrosanitario**

El sistema hidrosanitario consistirá en el establecimiento de plantas de tratamiento de agua residual (PTAR), tipo biológico para cada una de las viviendas campestres, el agua tratada será utilizada para el riego de las áreas verdes, lo que permitirá disminuir la demanda de agua e incrementará la infraestructura para el tratamiento de agua residual del Municipio.

El Sistema de Tratamiento de Agua Reactor Biológico Secuencial (SBR), funciona de acuerdo con el principio de tecnología de elevación SBR. La totalidad de los procesos de movimiento se efectúan con tres válvulas accionadas por aire procedente de un compresor. Este compresor, así

como los demás componentes técnicos apenas requieren mantenimiento. El panel de control posee un sistema de detección de fallos de alimentación. Las características de funcionamiento son,

### Proceso de limpieza del Sistema SBR de la PTAR

La tecnología SBR necesita 2 cámaras para llevar a cabo 4 procesos continuos:

1. **Fase de decantación.** El agua residual fluye hacia la primera cámara y los sólidos se depositan en el fondo. El agua más limpia de la parte superior pasa a la segunda cámara de reacción SBR.
2. **Fase de aireación.** La limpieza biológica mediante microorganismos y hongos ocurre en esta fase. El proceso se ejecuta mediante la combinación de períodos alternos de aportación de oxígeno y reposo. Los fangos activos permiten el desarrollo de millones de microorganismos que limpian el agua de forma totalmente natural.
3. **Fase de reposo.** Seguidamente se pasa a una fase de reposo en la que los fangos se depositan en el fondo del tanque. El agua limpia se acumula en la parte superior de la cámara.
4. **Extracción de agua limpia.** El agua depurada sale del depósito y ya puede enviarse a un medio natural o a un sistema de drenaje. Posteriormente, los fangos que se acumulan en el fondo de la cámara son devueltos a la primer cámara de decantación para el inicio de otro ciclo.

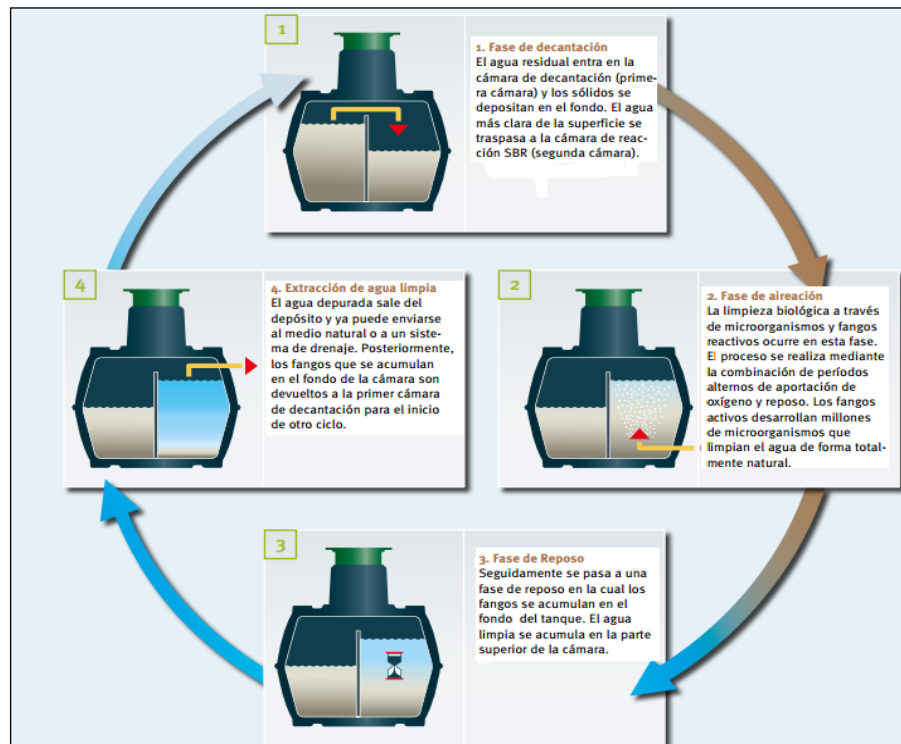


Figura II. 3 Proceso esquemático del funcionamiento de la PTAR tipo biológico



El agua tratada por la PTAR cumplirá con los parámetros establecidos por las legislaciones que regulan los límites máximos permisibles de contaminantes de las aguas residuales tratadas, reseñados en la Tabla 1 del punto 4.1 de la **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996**.

### II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total requerida será de **8'000,000 Millones de Dólares**, monto considerado en la inversión inicial del promovente para la infraestructura y el acondicionamiento.

**Tabla II. 6 Inversión requerida**

<b>Inversión aproximada para la construcción del Proyecto</b>	
8'000,000 USD (ocho millones de dólares)	
<b>Inversión destinada para las medidas de prevención, mitigación y/o compensación</b>	
394,026.84 (trescientos noventa y cuatro mil veintiséis pesos 84/100 Moneda Nacional)	

Cabe señalar, que el monto total de las medidas de mitigación propuestas con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de **\$394,026.84 (Trescientos noventa y cuatro mil veintiséis pesos 84/100 M.N.)**, este monto considera la realización de dichas obras, así como su mantenimiento por un periodo de 5 años.

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

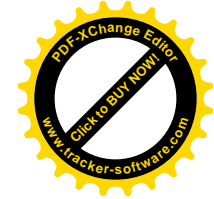
El Proyecto contempla el establecimiento de tres ranchos adicionales, cada uno con superficie variable, pero que en su conjunto ocuparán un área de 10.42 ha, la superficie de cada rancho se desglosa en la siguiente tabla.

**Tabla II. 7 Superficie de los ranchos**

No. de rancho		Superficie (ha)	No. de rancho	Superficie (ha)
14		3.50	16	2.43
15		2.11		

La distribución de los ranchos en el Área del Proyecto se realizó considerando la máxima conservación de los árboles existentes, los cuales funcionarán como límites físicos y visuales. En el desarrollo de los tres nuevos ranchos no se construirán bardas verdes o bermas para delimitar la superficie, ya que la vegetación natural proporcionará la privacidad al interior de cada rancho.

Como se mencionó anteriormente cada rancho tendrá una casa tipo campestre con una superficie máxima de desplante de 800 m<sup>2</sup>. Cada casa podrá contar con estacionamiento, patio de acceso y camino de acceso a las áreas comunes (caballos, cancha de tenis, cancha de paddle). El diseño de cada casa podrá variar, pero se respetará la superficie máxima de desplante señalada.



El diseño de los caminos interiores se realizará con base en el aprovechamiento de la red de caminos y veredas existente, ya que estos han reconocido las pendientes, los escurrimientos y las trayectorias más eficientes, lo cual permitirá minimizar los impactos que podrían generarse al suelo, patrón de escurrimientos y vegetación

Actualmente las veredas en la propiedad representan en su totalidad una longitud de 1,110 m con una corona en promedio de 1 m que se acondicionará a 2.30 m, lo que representará una superficie de 2,557 m<sup>2</sup>.

Las acciones sobre los taludes del camino serán de tipo natural, teniendo como objetivo la protección del camino natural, así como la forma de ejecución y los condicionantes necesarios para respetar su integración ambiental (bioingeniería). Para el acabado de los caminos únicamente se compactará el suelo y se aplicarán cementantes que conserven las cualidades naturales del terreno (color y textura) enviando los escurrimientos hacia cunetas en los bordes.

### II.2.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO

De acuerdo con el Plano Maestro (ANEXO 2), el proyecto abarca una superficie de **2'210,100.82 m<sup>2</sup>**. En la siguiente tabla se presenta el desglose de la superficie requerida para cada uno de los componentes del Proyecto que se ubicarán dentro del predio.

**Tabla II. 8 Desglose de la superficie requerida del Proyecto**

Componentes	Superficie (m <sup>2</sup> )
Ranchos	105,598.26
Viviendas	2,400.00
Áreas comunes	La Proyecto utilizará las áreas comunes existentes, por lo que no se requiere una superficie adicional
Acondicionamiento de caminos	2,557.00
Servicios	No se requerirá superficie adicional a la requerida

### II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL Y LOCAL

El Proyecto se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has, en toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por manantiales, los cuales existen en toda la cuenca (oriente, centro y sur), en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura.

La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego, donde se ubica el Proyecto y abarca una superficie de 3,751.00 ha.



Así mismo, pertenece al acuífero No. 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, que tiene una superficie aproximada de 2, 144 km<sup>2</sup>. Pertenece al esquema administrativo del Organismo de Cuenca Balsas, 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 la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México” (CONAGUA, 2007).

### II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

El Proyecto se localiza en la ranchería de Peña Blanca, Municipio de Valle de Bravo, a aproximadamente 5.6 km al sureste de la cabecera municipal, Figura II.3.



Figura II. 4 Representación gráfica local del Proyecto

Fuente: Google earth, 2018

## II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

### II.2.4.1 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se presentan las actividades que se realizarán durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto.

Tabla II. 9 Descripción de las actividades de preparación del sitio

Actividad	Descripción
Reacondicionamiento y construcción de caminos	Las veredas se cortarán y terraplenarán conforme a la topografía natural del terreno, se incorporará material de polímero al terreno escarificado para proceder al bandedo, conformación y compactación. Finalmente se afinará y recompactará uniformemente.





Actividad	Descripción
Trazo	El trazo consiste en la ubicación topográfica de la geometría horizontal de las estructuras. El trazo la llevará a cabo las brigadas de topografía equipadas con teodolitos y estación total de apoyo.
Desmante	Se llevará a cabo el desmante de las áreas donde se hará el desplante para la ubicación de las viviendas campestres, así como para el acondicionamiento y construcción de los caminos, se evitará el derribo de los árboles de mayor porte y se realizará en banqueo de los ejemplares arbóreos. Se procederá a delimitar el área de cambio de uso de suelo forestal para evitar que los trabajadores dañen a la vegetación que esté fuera de la superficie autorizada para cambio de uso del suelo.
Despalme	El despalme incluye el retiro del suelo orgánico en el área de desplante de cada casa y, acondicionamiento y construcción de caminos. Esta actividad se hará de forma mecánica, cabe destacar que el suelo orgánico será recuperado y reincorporado en las áreas verdes.
Cortes	<p>Mediante el uso de maquinaria pesada se realizarán cortes proporcionando la amplitud necesaria para realizar las obras proyectadas, favoreciendo el terrazo de la superficie. Posteriormente el piso de corte será compactado al 90% o 95%.</p> <p>Esta actividad consiste en el movimiento de tierra necesario para conseguir una superficie uniforme que constituirá la base de las viviendas y, la acondicionamiento y construcción de caminos. El material producto del corte será empleado para la protección de taludes en las zonas que el Proyecto lo requiera.</p>
Nivelaciones	Se realizará la nivelación del terreno mediante la brigada de topografía equipada con nivel fijo referenciado a los bancos de nivel.
Excavaciones y rellenos	<p>Se realizarán las excavaciones para las cimentaciones No se prevé que exista material sobrante, ya que se utilizará la técnica de corte y relleno compensado, adicionalmente el exceso de material será extendido en el sitio.</p> <p>Las excavaciones se realizarán mediante maquinaria, dependiendo de las características de dureza del material del subsuelo será necesaria la implementación de equipos y herramientas adecuados para su realización. Las excavaciones se protegerán contra el agua de lluvia</p>



Actividad	Descripción
Instalación eléctrica	<p>Se hará por trincheras con un banco de ductos para media tensión de 4 vías de 4" tubería PAD y tubería PE-AD de 60 mm. La canalización eléctrica será a base de tubería "conduit" de PVC y el cableado a base de cable de cobre recubierto, además se contará con un sistema de tierra física a base de cable de cobre desnudo.</p> <p>Después de pasar por un transformador se concentrará en un tablero principal, este tablero distribuirá energía para alumbrado, contactos y para servicios. Internamente se distribuye mediante tubería conduit de pared delgada y en algunos casos ahogada en muros.</p>
Abastecimiento de agua potable	<p>El sistema de abastecimiento de agua potable del Proyecton está constituido por tres líneas de agua potable de 75 mm, 500 mm y 19 mm con válvulas de seccionamiento, reductoras de presión, desfogue, admisión y expulsión de aire.</p> <p>La red de distribución se realizará con tubería de polietileno de alta densidad alojada en una zanja con relleno compactado. A fin de que la alteración a las condiciones existentes sea mínima, la red de distribución de agua seguirá las trayectorias de los caminos, la configuración vial permite que la red de distribución de agua forme un circuito, localizando en dos extremos de la red a la elevación 2190 msnm, la colocación de dos válvulas reductoras de presión que permitan la formación de las dos zonas de presión indicadas</p>
Instalación hidrosanitaria	<p>Las instalaciones sanitarias se realizarán con PVC, la conducción de las aguas negras se realizará mediante canalizaciones de CPVC a plantas de tratamiento de aguas residuales.</p>

La construcción de las viviendas se realizará conforme a los siguientes lineamientos:

El sistema constructivo tipo de las viviendas, consta de muros exteriores aislantes, conformados por muro doble de tabique rojo recocido de reúso (al hilo y capuchino) separados 5 cm entre sí para alojar aislante de lana mineral de 2" de espesor, acabado exterior con mezcla de piedra en tono beige (s.m.a.), mortero y/o aglutinante (argamasa) y acabado interior con aplanado fino yeso-cemento con pintura vinil-acrítica. Los muros interiores con tabique rojo recocido, acabados con aplanado fino de yeso-cemento y pintura vinil-acrítica.

Las cubiertas consisten en estructura a base de armaduras y vigas de madera de cedro, soportando entablado machihembrado, capa de compresión de 6 cm de esp. MDF, impermeabilizante y teja de barro (s.m.a.) asentada con mortero ibersec. Entrepiso y losa plana de la circulación general, sobre entablado machihembrado y envigado de madera de cedro. En áreas de servicio y botería, losa maciza de concreto con aplanado fino de yeso-cemento acabado con pintura vinílica. Jardinera sobre botería elaborada con placa de acero acabada con laca automotiva color mate (s.m.a.) sobre bastidor metálico.

Los pisos en general contarán con sistema de piso radiante para madera o mármol (según sea el caso). Se utilizarán pisos de duela de madera Wood mart o similar, en estancia, comedor, biblioteca y recámaras. Se empleará mármol Sto. Tomás en cocina y mármol travertino en



sanitarios. Deck de madera en la biblioteca. En circulaciones, vestíbulos, escalera y botería, se colocará piedra laminada (s.m.a.). El patio de acceso entre comedor y recámaras de visitas contará con tapete de pórfido (s.m.a.). Se utilizará porcelanato marca Porcelanosa o similar (s.m.a.) en las áreas de servicio. Y las terrazas se plantean con piso de cantera (s.m.a.) sobre firme de concreto. Se empleará cancelería de aluminio y madera (s.m.a.) y en otra cancelería de bronce (según diseño), empleando en ambos casos unidades tipo duo vent con cristales transparentes.

#### II.2.4.1.1 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, INSUMOS, MATERIAL, MAQUINARIA, INSUMOS Y SERVICIOS

##### Personal

Para la preparación del sitio y construcción del Proyecto se requerirán 67 trabajadores, en la siguiente tabla se presenta el número de trabajadores por su distribución.

**Tabla II. 10 Personal requerido para la preparación del sitio y construcción**

Concepto	No. de trabajadores	Concepto	No. de trabajadores
Residente de Terracerías	2	Ayudante	40
Brigada de topografía	1	Operadores	4
Cabo	1	Cuadrillas	5
Oficiales	14	-	-

Durante la operación del Proyecto se contempla la presencia aproximada de 42 personas una vez se alcance la ocupación de los tres ranchos. Se considera que por casa se requerirán 14 personas de las cuales cinco son habitantes, cinco visitantes y cuatro trabajadores.

##### Requerimiento de materiales

El material requerido para la construcción del Proyecto se obtendrá de locales comerciales ubicados en las localidades cercanas. A continuación, se presenta el listado de los materiales requeridos.

**Tabla II. 11 Material requerido para la construcción del Proyecto**

Material	Unidad	Volumen
Tezontle	m <sup>3</sup>	90
Concreto f'c=100Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	44
Concreto f'c=200Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	415
Concreto f'c=250Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	277
Grava 3/4"	m <sup>3</sup>	1,662
Polietileno	m <sup>2</sup>	8,308
Acero de refuerzo Vars #3	Kg	15,059
Acero de refuerzo Vars #3	Kg	14,932
Celotex	ml	277
Mortero Cemento/Arena	m <sup>2</sup>	3,323



Material	Unidad	Volumen
Teja	m <sup>2</sup>	3,600
Tabique rojo recocido	m <sup>2</sup>	2,679
Arena	m <sup>2</sup>	81
Impermeabilizante	Cubeta 19 L	14
Piso de mármol	m <sup>2</sup>	3,185
Piedra de la región	m <sup>3</sup>	277
Geomembrana	m <sup>2</sup>	12,692
Ionizador para caminos	Tambo 200 L	2

### Requerimiento de maquinaria

El equipo y maquinaria requerida para la preparación del sitio y construcción del Proyecto será rentado en las localidades cercanas.

**Tabla II. 12 Equipo requerido para la preparación del sitio y construcción del Proyecto**

Equipo	Cantidad	Equipo	Cantidad
Equipo topográfico (nivel, teodolito, cintas, plomadas, clinómetro, brújulas, etc.)	Lote	Herramientas manuales (picos, palas, machete, carretillas, cintas, etc.)	Lote
Excavadora	1	Rodillo	1
Retroexcavadoras	1	Tractor	1
Trascabo	1	Pipas de agua	1
Revolvedora de concreto	1	---	--

### Requerimiento de insumos y servicios

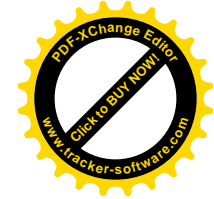
#### *Agua potable*

Para la etapa de preparación y construcción del Proyecto se utilizará agua purificada de garrafón para el consumo del personal, la cual se adquirirá con proveedores locales. El consumo estimado es de 3 litros por individuo en una jornada de ocho horas, por lo que la cantidad total requerida estará en función del número de trabajadores.

Durante la operación del Proyecto se requerirá una dotación de 200 L/hab/día, lo que representa un consumo doméstico anual de 867 m<sup>3</sup>/año, considerando 4 usuarios en promedio al día por casa. Además, se requerirán 10,150 m<sup>3</sup> al año para el riego de las áreas verdes residenciales.

**Tabla II. 13 Estimación de los volúmenes de agua requeridos para el Proyecto**

Uso	Bases consideradas para el cálculo de los volúmenes requeridos
Consumo doméstico por casa	En el caso del agua para consumo doméstico, siendo un proyecto de 3 casas, con 4 usuarios en promedio al día, con una dotación de 200L/hab/día, se obtiene un consumo de agua de 867 m <sup>3</sup> /año. Para este fin será posible abastecerse de agua pluvial de los estanques construidos en el Proyecto autorizado.



### *Agua cruda*

Para la preparación del sitio se requiere humedecer las áreas de trabajo para evitar la dispersión de polvos y partículas. Para ello se utilizarán pipas de 10,000 litros de capacidad. Aunado a ello, se colocarán cisternas de plástico tipo Rotoplas en sitios estratégicos, las cuales serán rellenas por medio de pipas.

El abastecimiento del agua requerida para la construcción se obtendrá por medio del suministro de pipas. Se calcula un consumo aproximado de 10,000 litros de agua, durante la preparación del sitio y construcción.

### *Energía eléctrica*

Los trabajos de preparación del sitio y construcción se llevarán a cabo en horarios diurnos, no se requerirá contar con iluminación eléctrica en las áreas de trabajo. Sin embargo, debido a que se emplearán algunos equipos eléctricos se contará con tres plantas de luz, las cuales emplearán gasolina.

Durante la etapa de operación la energía eléctrica se obtendrá de la red eléctrica existente en el sitio, previo contrato con la CFE. Teniendo una demanda eléctrica total de aproximadamente 242 KVA.

### *Combustibles*

La gasolina y el diésel requerido para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto, será abastecido en las gasolineras del Municipio de Valle de Bravo.

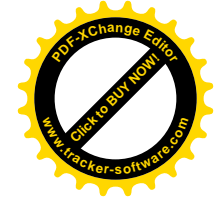
**Tabla II. 14 Volumen de combustibles requeridos para la construcción del Proyecto**

Tipo de combustible	Volumen semanal	Fuente y forma de abastecimiento
Gasolina	1,000 L	El material se trasladará en tambos de 200 L al sitio, para el llenado de la maquinaria, dicha actividad se realizará sobre un área con piso de concreto existente actualmente en la propiedad, lo que permitirá evitar afectaciones al suelo y/o en su caso al manto acuífero.
Diesel	1,000 L	

#### **II.2.4.2 ACTIVIDADES PROPIAS PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO**

El plazo para la ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el cual está relacionado con las obras y actividades constructivas del proyecto, se presenta a través de un cronograma de actividades para la remoción de la vegetación existente en el área sujeta a cambio de uso de suelo y otro para las actividades a realizar durante la construcción de las tres casas y del camino de acceso.

El plazo para ejecutar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales será de **4 meses**, tal como se muestra en la Tabla no. II.5. Para iniciar con los trabajos de remoción de vegetación, es requisito indispensable contar con la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales otorgado por la SEMARNAT.



**Figura II. 5 Programa de actividades para la ejecución de cambio de uso de suelo en terreno forestal**

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ubicación y delimitación de los predios del cambio de uso de suelo en terrenos forestales																
Capacitación de los trabajadores a través platicas de difusión																
Marqueo de los árboles a remover																
Derribo del arbolado																
Desrame y troceo																
Extracción de material derribado, producto de la vegetación removida.																
Implementación del Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna																
Implementación del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal																
Establecimiento de las obras de conservación de suelos y agua																
Informes de los trabajos del cambio de uso de suelo																

**II.2.4.2.1 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LOS PREDIOS**

Una vez que la SEMARNAT emita la autorización de cambio de uso de suelo, se procederá a delimitar el área sujeta a cambio de uso de suelo del Proyecto, mediante el señalamiento con estacas en la periferia del polígono autorizado.

**II.2.4.2.2 CAPACITACIÓN DE LOS TRABAJADORES**

El objetivo de la capacitación es desarrollar las capacidades internas del personal involucrado en las obras y actividades encaminadas a la realización del cambio de uso de suelo en el Proyecto; así como la impartición de talleres participativos que planifiquen e integren de manera conjunta las labores de cada etapa del cambio de uso de suelo con las actividades de prevención y mitigación de los diferentes impactos ambientales a los medios físicos y biológicos presentes en el Proyecto.

Se explicarán los objetivos, las formas y mecanismos de trabajo en el taller, procediéndose primeramente a formar grupos de trabajo, constituyéndose los necesarios, agrupándose al azar. Los grupos formados y su cantidad de miembros serán de cinco personas como mínimo y diez personas como máximo. Para asegurar una buena comunicación durante el desarrollo de los temas impartidos, al mismo tiempo se uniformizarán criterios de las normas de operación y los lineamientos operativos, las funciones y servicios que desarrollan los trabajadores.





#### **II.2.4.2.3 MARQUEO DEL ARBOLADO A REMOVER**

Una vez obtenida la autorización del cambio de uso de suelo, el responsable técnico forestal de la ejecución y seguimiento del estudio efectuará el marcaje del arbolado de los estratos arbóreo y arbustivo que se encuentran en la periferia del área sujeta a cambio de uso de suelo que tengan un diámetro normal mayor a 5 cm, mediante la aplicación de pintura sobre el fuste y la base del arbolado a remover.

#### **II.2.4.2.4 DERRIBO DEL ARBOLADO**

Para el derribo de arbolado se contratará personal que cuente con experiencia en esta actividad y se utilizará herramienta y equipo tradicional (motosierra, hacha, machete, etc.), así como la aplicación de la técnica de derribo direccional, principalmente en la periferia del predio con la finalidad de evitar dañar la vegetación que se encuentre en las zonas aledañas.

#### **II.2.4.2.5 DESRAME Y TROCEO**

Se realizará el desrame del fuste de árboles y arbustos para su posterior troceo. Esta actividad se realizará con motosierra, hacha y machete. La madera resultante será para autoconsumo en forma de postería, morillos y/o leña.

#### **II.2.4.2.6 EXTRACCIÓN Y ACOMODO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA VEGETACIÓN DERRIBADA NO UTILIZADA**

El resto de material, producto de la vegetación derribada no utilizada, será triturado y esparcido en terrenos aledaños al área sujeta a cambio de uso de suelo.

### **II.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO**

#### **II.2.6.1 ALMACÉN**

Se instalará un almacén central dentro del mismo predio donde se construirá el Proyecto, la dimensión será de aproximadamente 12 x 18 m, permitiendo el almacenamiento de tuberías, acero, cemento, combustibles y lubricantes, así como piezas especiales de fierro fundido, equipo como bailarinas, plantas de luz, cortadora, etc.

El material a granel se almacenará dentro del Área del Proyecto y será protegido de la intemperie con lonas de plástico.

#### **II.2.6.2 INSTALACIONES SANITARIAS**

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se rentarán sanitarios portátiles de acuerdo con el número de trabajadores, los cuáles se colocarán en lugares estratégicos para permitir su fácil acceso.



## II.2.7 ESTIMACIÓN DE VOLUMEN POR ESPECIE DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Con el objeto de determinar el tipo de vegetación existente en el área sujeta a cambio de uso suelo, se utilizó la cartografía de Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie V del INEGI, cuya información se verificó y precisó en campo, la cual resultó ser Bosque de Pino.

La estimación del volumen por especie de las materias primas forestales se realizó como resultado del muestreo realizado de la vegetación de Bosque de Pino a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

### II.2.7.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS DASOMÉTRICOS

#### II.2.7.1.1 MUESTREO

El procedimiento utilizado en las actividades de campo para conocer los atributos de la vegetación presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo fue la técnica conocida como “Método de cuadrante”, la cual fue seleccionada debido a su eficiencia y nivel de precisión para muestrear los ecosistemas de bosque de pino, como los que se encuentra presente en el proyecto (Canizales-Velázquez et al., 2009). En este sentido, los métodos con parcela han sido ampliamente utilizados para la medición de sus atributos, siendo el método del cuadrante el más antiguo para la obtención de datos cuantitativos. Los cuadrantes pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos, y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar, por lo que en el desarrollo del presente estudio se utilizaron sitios circulares de 1 décimo de hectárea (1,000 m<sup>2</sup>) para los estratos arbóreo y arbustivo, y de un metro cuadrado para el estrato herbáceo (1 m<sup>2</sup>).

Con la finalidad de realizar estimaciones del número de árboles, arbustos y herbáceas de la vegetación del bosque de pino a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo del Proyecto, se realizó un muestreo, herramienta que consiste en realizar sitios circulares a las que se les denominan muestras (Carrillo, 2008), éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio, sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planteados. El número, el tamaño y la distribución de las muestras están en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse.

Para el levantamiento de los sitios y la toma de los datos dasométricos del muestreo, se utilizó GPS eTrex H, cinta diamétrica, clinómetro, brújula, pistola Haga y formatos de campo.

A través del levantamiento de los sitios de muestreo de flora, se registró la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea encontrada en el área sujeta a cambio de uso de suelo del proyecto.

#### II.2.7.1.2 DISEÑO DE MUESTREO

Debido a la condición del área de estudio, el sistema de muestreo que se utilizó para el levantamiento de los datos de la flora consistió en un muestreo dirigido. Cabe señalar que, con los datos obtenidos del muestreo, se estimaron los volúmenes de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.



Para definir los estratos de las especies de flora muestreadas, se agruparon de acuerdo con los siguientes elementos técnicos.

- Estrato arbóreo: Mayor a 6 metros de altura.
- Estrato arbustivo: De 1.5 a 6 metros de altura y forma de vida perenne.
- Estrato herbáceo: Menor de 1.5 metros y forma de vida anual o bianual.

No se discriminó la especie ni su estado sucesional, ya que una misma especie podría encontrarse en más de un estrato para un mismo polígono de muestreo; por el contrario, al realizar el levantamiento y obtener la información dasométrica, se consideró a la especie en sus distintas etapas sucesionales encontrada (arbóreo, arbustivo o herbáceo).

Dichos elementos fueron el sustento técnico para la agrupación de las especies por estrato en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

#### **II.2.7.2.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El tamaño del sitio de muestreo fue de un décimo de hectárea para los estratos arbóreo y arbustivo, los cuales se establecieron en forma circular en el área sujeta a cambio de uso de suelo y de un metro cuadrado para el estrato herbáceo, de conformidad con lo señalado en la metodología del Inventario Nacional Forestal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

#### **II.2.7.1.4 INTENSIDAD DE MUESTREO**

Una vez definida la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, se procedió a definir la intensidad de muestreo con la que se trabajaría. Carrillo (2008), señala que la intensidad de muestreo, en la mayoría de los casos, está en función de los siguientes aspectos:

- La variabilidad de la población
- La precisión de la información
- Del error de muestreo que se piensa tolerar
- Del grado de confiabilidad de la estimación y
- De los recursos disponibles

El mismo autor señala que de acuerdo con la experiencia, son aceptables intensidades de muestreo que van del 1 al 10%, siendo la más representativa la que va del rango del 2 al 4%.

Para la determinación de la intensidad de muestreo en el área de estudio, se realizó un análisis general de la variabilidad, constancia y superficie de las comunidades vegetales presentes en la superficie que ocupará el proyecto, así como de las características dasométricas del arbolado.

De esta forma, para tener una mayor confiabilidad se procedió a aplicar una intensidad de muestreo del 40.34% para los estratos arbóreo y arbustivo de la vegetación de bosque de pino presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

### **Cálculo de la intensidad de muestreo**



$$n = \left( \frac{IM}{100} \right) * N$$

Con  $n = (40.346/100) * 0.4957 = 0.20$  ha.

Dónde:

- n = Superficie a muestrear (0.2 ha)
- IM = Intensidad de muestreo (40.346%)
- N = Superficie total (0.4957 ha)

La vegetación que se verá afectada por la ejecución del Proyecto corresponde a Bosque de Pino; para cuantificar el estrato arbóreo y arbustivo se aplicó una intensidad de muestreo del 40.346%, lo que equivale a una superficie total muestreada de 0.2 ha, para lo cual se levantaron dos sitios de muestreo circulares de un décimo de ha (1,000 m<sup>2</sup>), cada uno de ellos para los estratos arbóreo y arbustivo.

Para el caso de la cuantificación de especies de herbáceas, se realizaron 2 cuadrantes de 1 x 1 m (1m<sup>2</sup>), en este espacio se determinaron las especies herbáceas, incluyendo pastos, registrándose el número de individuos, altura y cobertura.

En virtud de lo anterior, la intensidad de muestreo para el Proyecto, en lo que se refiere a la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se indica en la siguiente Tabla.

**Tabla II. 15 Intensidad de muestreo por estrato de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

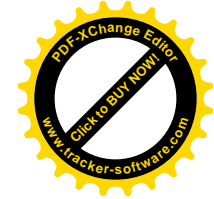
Tipo de vegetación	Tipo de estrato	Superficie total sujeta a cambio de uso de suelo (ha)	Número de sitios	Superficie muestreada	Intensidad de muestreo
Bosque de pino	Arbóreo	0.4957	2	0.2 ha	40.346 %
	Arbustivo		2	0.2 ha	40.346 %
	Herbáceo		2	2 m <sup>2</sup>	0.02 %

#### II.2.7.1.5 FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Para el caso del levantamiento de los muestreos en el área sujeta a cambio de uso de suelo, para los estratos arbóreo y arbustivo, se utilizaron sitios circulares de 1,000 m<sup>2</sup> y para el caso del estrato herbáceo fueron cuadrados de 1 m<sup>2</sup>.

Los sitios circulares para los estratos arbóreo y arbustivo fueron basados en el manual y procedimientos que utiliza la Comisión Nacional Forestal para el muestreo de campo del Inventario Nacional Forestal, asimismo, señala que por cada sitio de muestreo del estrato arbóreo se tomará un sitio para el estrato herbáceo de 1 m<sup>2</sup>.

La forma y tamaño de los sitios de muestreo efectuados para el tipo de vegetación de Bosque de Pino presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo, consistieron en:



- Dos sitios de muestreo circulares de 0.1 hectárea (1,000 m<sup>2</sup>) de cada uno de ellos para levantar las variables ecológicas y los datos dasométricos del estrato arbóreo.
- Dos sitios de muestreo circulares de 0.1 hectárea (1,000 m<sup>2</sup>) de cada uno de ellos para levantar las variables ecológicas y los datos dasométricos del estrato arbustivo.
- Dos sitios de muestreo cuadrangulares de 1 x 1 m (1 m<sup>2</sup>) de cada uno de ellos para levantar las variables ecológicas y los datos dasométricos del estrato herbáceo.

#### II.2.7.1.6 VARIABLES DASOMÉTRICAS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

El levantamiento de la información de campo se efectuó con una brigada integrada por 5 personas, donde se tomaron datos de diámetro normal y altura de los árboles y arbustos encontrados en el sitio de muestreo, cuya información sirvió para calcular su volumen. Así también, se determinó la altura y cobertura del estrato herbáceo en el sitio de muestreo.

Las variables técnicas tomadas comprendieron nombre científico, nombre común, pendiente, entre otras características del sitio levantado.

#### II.2.7.1.7 UBICACIÓN DEL SITIO DE MUESTREO

Las coordenadas de los vértices los sitios de muestreo para la flora de los estratos arbóreo y arbustivo se encuentran en coordenadas UTM WGS84, las cuales se señalan a continuación:

**Tabla II. 16** Coordenadas del centro de los sitios de muestreo en el área sujeta a cambio de uso de suelo

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM del centro del sitio de muestreo	
	X	Y
1	384110	2116678
2	383912	2116728

#### II.2.7.1.8 CONFIABILIDAD Y ERROR DEL MUESTREO

La confiabilidad y el error de muestreo se calcularon mediante las siguientes fórmulas:

$$S_{\bar{y}}^2 = \frac{S_y^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Dónde:

$S_y^2$ : Varianza de y.

$n$ : tamaño de la muestra.

$N$ : tamaño de la población.

En este sentido, se calculó la confiabilidad y el error de muestreo para la vegetación de Bosque de Pino encontrada en los estratos arbóreo y arbustivo, obteniéndose lo siguiente:

### **Análisis estadístico por estrato**



### Estrato arbóreo

Con una confiabilidad del 95%, se realizó el análisis estadístico para el estrato arbóreo, el cual se presenta en la siguiente Tabla





**Tabla II. 17 Análisis estadístico para el estrato arbóreo.**

N=	505.137
n=	295.404
media=	1.9307
varianza de y=	433.485
Confiabilidad=	0.95
Varianza de la media=	0.6093
Error estándar de la media=	0.7806
valor de "t"=	1.9681
Error =	1.5362
Límite superior=	3.4669
Límite inferior=	0.3945

**Estrato arbustivo**

Con una confiabilidad del 95%, se realizó el análisis estadístico para el estrato arbustivo.

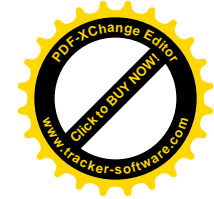
**Tabla II. 18 Análisis estadístico para el estrato arbustivo.**

N=	5.732
n=	3.352
media=	0.0745
varianza de y=	0.071
Confiabilidad=	0.95
Varianza de la media=	0.0089
Error estándar de la media=	0.0942
valor de "t"=	4.3027
Error =	0.4054
Límite superior=	0.4799
Límite inferior=	-0.3309

**II.2.7.1.9 MUESTREO DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL**

Se realizaron muestreos dirigidos al tipo de vegetación encontrada en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, el cual corresponde a Bosque de Pino. El muestreo dirigido es una herramienta que consiste en realizar sitios en pequeñas parcelas a las que se les denominan muestras (Carrillo, 2008), éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio, sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planteados. El número, el tamaño y la distribución de las muestras están en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse.

La cantidad, tamaño de la muestra, la forma y tamaño de los sitios de muestreo y las variables dasométricas y técnicas levantadas en los sitios de muestreo en el sistema ambiental



(microcuenca) fueron las mismas que las que se señalaron en el área sujeta a cambio de uso de suelo. Las coordenadas del centro de los sitios de muestreo para la flora de los estratos arbóreo y arbustivo se encuentran en coordenadas UTM WGS84, las cuales se señalan a continuación:

**Tabla II. 19 Coordenadas del centro de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental (microcuenca).**

Sitio	Coordenadas UTM del centro del sitio de muestreo	
	X	Y
1	384285	2116340
2	384328	2116241

#### II.2.7.1.10 ESTIMACIÓN DE EXISTENCIA FORESTAL

El volumen forestal es un parámetro utilizado para determinar la cantidad de madera de una o varias especies existentes en un determinado lugar. El volumen de la madera existente para el estrato arbóreo y arbustivo se utilizó la **tabla de volúmenes elaboradas por la Protectora de Bosques (PROBOSQUE)** del Gobierno del Estado de México.

Asimismo, para el cálculo del área basal, se realizó mediante la multiplicación de  $\pi$  (3.1416) por el diámetro normal dividido entre 4, cuya fórmula es:

$$AB = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \pi/4 \cdot d^2 = 0.7854 \cdot d^2$$

Donde:

- AB = Área basal del tronco;
- $\pi = \pi$ , cuyo valor es 3.1416;
- d = Diámetro normal.

Para el caso del estrato herbáceo, se procedió a calcular su **biomasa**, utilizando la fórmula matemática del Inventario Forestal del Estado de San Luis Potosí (Subsecretaría Forestal y de la Fauna, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994).

$$Vol=0.003057+0.691899*(cobertura/100)^2*Altura.$$

#### II.2.7.1.10 VOLUMEN POR ESPECIE A REMOVER EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

##### Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo, se determinó el volumen total árbol y número de individuos por hectárea y para el área sujeta a cambio de uso de suelo, por especie de la vegetación de bosque de pino, especificando que es un solo predio.

**Tabla II. 20 Volumen total por especie y número de árboles a intervenir por especie del área sujeta a cambio de uso de suelo**



Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos /ha	Número de individuos en la superficie del CUSTF	Volumen x ha (m <sup>3</sup> )	Volumen del área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
Ericaceae	Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	70	35	5.56	2.76
Clethraceae	Jaboncillo	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	5	2	0.41	0.20
Oleaceae	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	5	2	0.03	0.01
Pinaceae	Pino ocote	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	385	191	438.14	217.18
Fagaceae	Encino de hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	120	59	8.25	4.09
Fagaceae	Encino amarillo	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	20	10	5.01	2.48
Fagaceae	Encino blanco	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	135	67	47.39	23.49
Styracaceae	Mameyito	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	20	10	0.34	0.17
Pentaphylacaceae	Flor de tila	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	5	2	0.02	0.01
<b>Total</b>			<b>765</b>	<b>379</b>	<b>505.14</b>	<b>250.40</b>

### Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo, se determinó el número de individuos y el volumen total árbol por especie de la vegetación de bosque de pino.

**Tabla II. 21 Volumen total por especie y número de arbustos a intervenir por especie del área sujeta a cambio de uso de suelo**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos /ha	Número de individuos en la superficie del CUSTF	Volumen de biomasa x ha (m <sup>3</sup> )	Volumen en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
Ericaceae	Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	50	25	1.26	0.62
Oleaceae	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	5	2	0.03	0.01
Ericaceae	Pino ocote	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	35	17	0.43	0.21
Fagaceae	Encino de hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	60	30	1.06	0.53
Fagaceae	Encino amarillo	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	10	5	0.05	0.03
Fagaceae	Encino blanco	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	45	22	2.65	1.31
Styracaceae	Mameyito	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	15	7	0.23	0.11
Pentaphylacaceae	Flor de tila	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	5	2	0.027	0.013
<b>Total</b>			<b>225</b>	<b>112</b>	<b>5.73</b>	<b>2.84</b>



### Estrato herbáceo

Para el caso del estrato herbáceo, en la Tabla II.22, se muestra el número de individuos que serán afectados y la biomasa a ser removida con motivo de la realización del proyecto.

**Tabla II. 22 Biomasa total por especie y número de herbáceas a intervenir por especie del área sujeta a cambio de uso de suelo**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos /ha	Número de individuos en la superficie del CUSTF	Biomasa x ha (m <sup>3</sup> )	Biomasa del área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Ageratina	15000	7436	537.97	266.67
Lamiaceae	<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia	75000	37178	1202.26	595.96
Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trébol de cuatro hojas	35000	17350	143.32	71.04
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	20000	9914	691.63	342.84
Lamiaceae	<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia	40000	19828	163.79	81.19
Lamiaceae	<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil	10000	4957	127.44	63.17
<b>Total</b>			<b>195,000</b>	<b>96,662</b>	<b>2,866.41</b>	<b>1,420.88</b>

En la Tabla II.23, se muestra un resumen de los volúmenes obtenidos, en cuanto al número de individuos y al volumen total árbol de madera para los estratos arbóreo y arbustivo, y la biomasa y número de individuos para el estrato herbáceo.

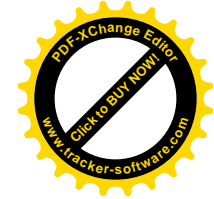
**Tabla II. 23 Volumen por tipo de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Tipo de vegetación	Estrato	No. de individuos/área sujeta a cambio de uso de suelo	Volumen en el área sujeta a cambio de uso de suelo
Bosque de encino	Arbóreo	379	250.40 m <sup>3</sup> v.t.a.
	Arbustivo	112	2.84 m <sup>3</sup> v.t.a.
	Herbáceo	114,036	1,420.88 m <sup>3</sup> de biomasa

**Cabe mencionar, que el uso final que tendrá la vegetación removida maderable y no maderable será para fines de autoconsumo.**

## **II.2.8 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO**

La fracción XXVI del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable describe los recursos biológicos forestales, dentro de los que comprende las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial independientemente en base a sí son comercializables o no.



No es fácil realizar una valoración de los recursos biológicos que se afectan como consecuencia del cambio de uso del suelo; aunque generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración de económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad.

Hablar de una estimación económica de los recursos forestales es darle valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por este recurso ambiental, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo. El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él.

Una correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría también, en la evaluación de proyectos de desarrollo, incorporar opciones significativas, con menor costo ambiental y social, así como corregir los procesos productivos ineficientes o escalas inadecuadas.

En este sentido, los recursos biológicos forestales de la región representan cierta utilidad para los habitantes de las comunidades que habitan los alrededores del Proyecto, ya que las especies vegetales representan indudablemente un valor económico. En este sentido, para calcular la estimación económica de los recursos biológicos forestales para el área sujeta a cambio de uso de suelo, se tomarán en cuenta los valores obtenidos de las estimaciones realizadas para los diferentes servicios que se verán afectados en el proyecto.

En los siguientes apartados se muestran los resultados de las estimaciones de valor de los servicios ambientales que serían afectados.

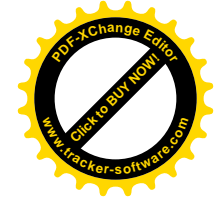
### **II.2.8.1 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES MADERABLES**

La estimación económica de los recursos forestales se realizó para toda la flora en sus distintos estratos.

Para conocer los precios de estos productos, se consultó el reporte trimestral de precios de productos forestales maderables julio-septiembre 2017, publicado por la CONAFOR y SEMARNAT, así como del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2016, resultando lo señalado en la siguiente Tabla.

**Tabla II. 24 Precio local de productos forestales maderables.**

Uso principal	\$/m <sup>3</sup>	Observaciones
Madera en pie de pino	\$854.83	Precio en pesos de madera en pie de pino, libre a bordo obtenido en predios del centro del país.
Madera en escuadría otras latifoliadas	\$740.55	Precio en pesos por metro cúbico de otras latifoliadas para escuadría
Carbón encino	\$495.61	Precio en pesos por metro cúbico para encino.
Carbón otras latifoliadas	\$742.58	Precio en pesos por metro cúbico para otras latifoliadas
Leña de pino	\$240.13	Precio en pesos por metro cúbico para pino



Uso principal	\$/m <sup>3</sup>	Observaciones
Leña de encino	\$332.87	Precio en pesos por metro cúbico para encino
Leña otras latifoliadas	\$398.77	Precio en pesos por metro cúbico para otras latifoliadas

En la siguiente Tabla se muestra la estimación económica de los recursos forestales maderables del estrato arbóreo en el área sujeta a cambio de uso de suelo, de acuerdo con el uso que tendrá en el mercado.

**Tabla II. 25 Estimación económica de los recursos forestales maderables del estrato arbóreo**

Nombre científico	Nombre común	Volumen en el área sujeta a CUSTF (m <sup>3</sup> RTA)	Uso en el mercado	Precio/m <sup>3</sup> RTA (pesos)	Precio total (pesos)
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	2.7570	Carbón otras latifoliadas	\$742.58	\$2,047.31
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	0.2011	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$80.21
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	0.0130	Madera escuadría otras latifoliadas	\$740.55	\$9.66
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	217.1841	Madera en pie de pino	\$854.83	\$185,655.44
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	4.0883	Carbón de encino	\$495.61	\$2,026.20
<i>Quercus magnoliaefolia</i> Née	Encino amarillo	2.4836	Carbón de encino	\$495.61	\$1,230.90
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	23.4899	Carbón de encino	\$495.61	\$11,641.81
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	0.1678	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$66.92
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.0116	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$4.63
<b>TOTAL</b>					<b>\$202,763.08</b>

Para el estrato arbustivo, debido a que se trata de bajo volumen, se consideró el uso de leña de acuerdo con la siguiente Tabla.

**Tabla II. 26 Estimación económica de los recursos forestales del estrato arbustivo**

Nombre científico	Nombre común	Volumen en el área sujeta a CUSTF (m <sup>3</sup> RTA)	Uso en el mercado	Precio/M <sup>3</sup> RTA (pesos)	Precio total (pesos)
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	0.6223	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$248.15
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	0.013	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$5.18
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	0.2146	Leña de pino	\$240.13	\$51.53
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	0.5277	Leña de encino	\$332.87	\$175.66





Nombre científico	Nombre común	Volumen en el área sujeta a CUSTF (m <sup>3</sup> RTA)	Uso en el mercado	Precio/M <sup>3</sup> RTA (pesos)	Precio total (pesos)
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	Encino amarillo	0.0267	Leña de encino	\$332.87	\$8.89
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	1.3113	Leña de encino	\$ 332.87	\$436.49
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	0.1123	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$44.78
<i>Terntroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.0134	Leña otras latifoliadas	\$398.77	\$5.34
<b>Total</b>					<b>\$976.03</b>

Para el estrato herbáceo, se consideró el volumen de biomasa, para lo cual se le está dando un precio estimado de \$23.00 por metro cúbico, como si se produjera composta.

**Tabla II. 27 Estimación económica de los recursos forestales del estrato herbáceo**

Nombre científico	Nombre común	Volumen de biomasa del área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )	Uso	Precio estimado/ m <sup>3</sup> (pesos)	Precio total (pesos)
<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	266.6708	Composta	\$ 23.00	\$6,133.43
<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia	595.9593	Composta	\$ 23.00	\$13,707.06
<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trébol de cuatro hojas	71.0436	Composta	\$ 23.00	\$1,634.00
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	342.8425	Composta	\$ 23.00	\$7,885.38
<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia	81.1927	Composta	\$ 23.00	\$1,867.43
<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil	63.1700	Composta	\$ 23.00	\$1,452.91
<b>Total</b>					<b>\$32,680.21</b>

De acuerdo con las tres tablas anteriores, el valor económico global que se tendría por la venta total de los recursos forestales sería de **\$236,419.32 (Doscientos treinta y seis mil cuatrocientos diecinueve pesos 32/100 M.N).**

Cabe aclarar que este monto se obtendría en el caso de que se comercializaran dichos recursos forestales maderables. Sin embargo, no se realizará dicha comercialización, ya que estos productos serán para autoconsumo.

## II.2.9 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación del Proyecto contempla la ocupación de los tres ranchos y las respectivas viviendas tipo campestre por sus habitantes. Durante la operación y mantenimiento se requiere la presencia



de aproximadamente **12 empleados** permanentes que realizan acciones de vigilancia, mantenimiento y servicios a los inmuebles.

Las actividades referentes al mantenimiento general son periódicas y se realizan a las obras civiles e infraestructura, con objeto de mantener en óptimas condiciones de operación. También se da mantenimiento continuo a los caminos de acceso para conservarlos en condiciones óptimas para la circulación de vehículos y para la conducción de aguas pluviales en las canaletas.

El mantenimiento se realiza en las siguientes áreas:

**Mantenimiento de Interiores:** lavado de blancos, cortinas y limpieza general de interiores.

**Mantenimiento de Exteriores:** pintura y aplicación de impermeabilizantes.

**Mantenimiento de áreas verdes:** Se cuenta con un programa permanente de mantenimiento de las áreas verdes en las que se incluyen las zonas ajardinadas y las zonas que conservaron la vegetación natural. Se implementará un programa para el control de plagas y enfermedades con la finalidad de detectar oportunamente cualquier problema y atenderlo. Se realizarán acciones de vigilancia forestal, prevención, control y combate de plagas y enfermedades forestales, así como de incendios forestales.

**Mantenimiento y funcionamiento de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual.** Periódicamente se tendrá la visita del personal calificado, para que realice el mantenimiento preventivo y de las recomendaciones que permitan el funcionamiento óptimo de las mismas.

## II.2.10 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

No se contempla la etapa de abandono del sitio por referirse el Proyecto a la construcción de una casa habitación, la cual se considera como una obra de carácter permanente con el debido mantenimiento periódico de todas sus instalaciones.

## II.2.11 PROGRAMA DE TRABAJO

En la siguiente tabla se presenta el programa de trabajo para el suministro de servicios, el cual tendrá una duración de 16 meses.

**Tabla II. 28 Calendario de trabajo para el suministro de servicios del Proyecto**

Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Reacondicionamiento y construcción de caminos																
Trazo																
Desmonte																
Despalme																
Cortes																



Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nivelaciones																
Excavaciones y rellenos																
Sistema eléctrico																
Sistema hidrosanitario																
Sistema de agua potable																

El tiempo de construcción de cada una de las viviendas variará entre uno y cinco años, el inicio de construcción de cada vivienda aún no está definido.

En la siguiente Tabla, se presenta el programa de trabajo para el cambio de uso de suelo para la realización de las obras del Proyecto. Para iniciar con los trabajos de remoción de vegetación, es requisito indispensable contar con la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales otorgado por la SEMARNAT.

**Tabla II. 29 Programa de actividades para la ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales**

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ubicación y delimitación de los predios del cambio de uso de suelo en terrenos forestales																
Capacitación de los trabajadores a través platicas de difusión																
Marqueo de los árboles a remover																
Derribo del arbolado																
Desrame y troceo																
Extracción de material derribado, producto de la vegetación removida.																
Implementación del Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna																
Implementación del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal																
Establecimiento de las obras de conservación de suelos y agua																
Informes de los trabajos del cambio de uso de suelo																



## II.2.12 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

### II.2.12.1 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto, la generación de agua residual será únicamente por la estancia de los trabajadores, se instalarán sanitarios portátiles y su mantenimiento estará a cargo de una empresa externa autorizada.

Para la etapa de operación del Proyecto se estima que cada casa habitada tendrá una generación de agua residual de aproximadamente de 0.8 m<sup>3</sup>/día, para su manejo se instalarán plantas de tratamiento en cada uno de los ranchos.

### II.2.12.2 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Tanto para la preparación del sitio como para la construcción del Proyecto, las emisiones a la atmósfera que se generan son las que provienen del escape de vehículos y maquinaria que utilizan gasolina o diesel como combustible.

Para el caso de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, se vigilará que las emisiones de aquellos utilizados para la construcción se apeguen a los niveles máximos permisibles estipulados en la NOM-041-SEMARNAT-2006, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2007, mediante las verificaciones realizadas en sitios autorizados, así como a la NOM-045-SEMARNAT-2006, publicada en el diario Oficial de la Federación, el 13 de septiembre de 2007, y que determina los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

Esta norma menciona en el párrafo segundo de su apartado de objetivo y campo de aplicación, lo siguiente: “se excluye de la aplicación de la presente norma la maquinaria equipada con motores diesel utilizada en las industrias de la construcción, minera y de actividades agrícolas”, sin embargo, durante la ejecución de las obras se vigilara que la maquinaria utilizada se encuentre en condiciones adecuadas y cuente con el mantenimiento debido para respetar los niveles máximos permisibles de opacidad de humo.

Las emisiones de ruido durante la ejecución del Proyecto son las producidas por la maquinaria y equipo de construcción, estas emisiones son poco significativas ya que serán temporales e intermitentes. Se vigilará durante la construcción, que los niveles de estas emisiones se ajusten a lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Una vez terminada la etapa de construcción solo se emitirá a la atmósfera el ruido provocado por el tránsito de los vehículos particulares.



## II.2.13 RESIDUOS

### II.2.13.1 RESIDUOS SÓLIDOS

Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto, se generarán residuos sólidos no peligrosos, los cuales se pueden agrupar de la siguiente forma: residuos sólidos tipo urbano, residuos de excavaciones y despalme, residuos vegetales, residuos reutilizables y residuos reciclables. En la siguiente tabla se presenta el tipo de residuos que se generarán y el manejo que se dará a cada uno de ellos.

**Tabla II. 30 Manejo de los residuos sólidos**

Residuo	Manejo del residuo
Suelo orgánico	El suelo orgánico es la capa superficial donde se encuentra las raíces y el humus, el cual se almacenará y reutilizará en las acciones de jardinería.
Material producto de la excavación	Se reutilizará como material de relleno en las áreas donde se requiera.
Residuos inorgánicos como madera, papel de costales de cemento y cal	Se pueden reusar durante la construcción, en su mayoría será recolectado y dispuesto en sitios autorizados
Residuos metálicos como varilla, lámina, clavo, alambre	Se almacenarán temporalmente y posteriormente podrán ser reutilizados o vendidos.
Residuos sólidos domésticos	Constituidos por los residuos de alimentos y envases de los trabajadores, los cuáles se dispondrán en depósitos de residuos orgánicos e inorgánicos, los cuáles serán recolectados y dispuestos en sitios autorizados

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se colocarán contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos urbanos tipo domésticos, por medio de contenedores metálicos de 200 lts que serán ubicados en la zona de construcción y serán depositados en el tiradero del H. Ayuntamiento de Valle de Bravo

Durante la operación del Proyecto los volúmenes de residuos sólidos que serán generados por persona 2 kg/día, si se consideran 14 personas por rancho se tendrá un volumen de 28 kg/día por vivienda.

### II.2.13.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Como residuos sólidos peligrosos se consideran los aceites que accidentalmente pueden ser derramados por la maquinaria y vehículos utilizados durante la construcción, los envases y estopas impregnadas con esmaltes, solventes, pinturas y grasas, así como acumuladores y baterías inservibles.

Para el manejo en general de los residuos sólidos peligrosos, se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la manera de cómo deben colectarse, separarse y disponerse.



Para el manejo de los aceites se consideran como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes: utilizar únicamente vehículos y maquinas en buen estado, verificar durante la ejecución de la obra el mantenimiento de estos y evitar realizar este mantenimiento dentro del área considerada para el derecho de vía de las líneas y fuera del predio de la subestación.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro del área de construcción se procederá al retiro del material vegetal y/o suelo contaminado, para lo que será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenarán los sitios con el tipo suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada con el aceite derramado, como todos los demás residuos sólidos peligrosos, se almacenarán temporalmente para disponerlos de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.





### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO**

#### **III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES**

El Proyecto que de acuerdo con su naturaleza, objetivos y territorialidad es de competencia federal, por su ubicación se ubicada al interior del Área Natural Protegida (ANP) categorizada como Área de Protección de Recursos Naturales denominada “Zona Protectora Forestal de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” en el Estado de México.

##### **III.1.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

**TITULO PRIMERO**  
**Disposiciones Generales**  
**CAPITULO I**  
**Normas Preliminares**

**ARTÍCULO 1o.-** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I.-** Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- III.-** La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- V.-** El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- VI.-** La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

El Proyecto estará sujeto a la normatividad ambiental, leyes, reglamentos y demás instrumentos regulatorios aplicables que integran el marco legal, deberá existir compatibilidad entre las actividades a desarrollarse y la normatividad aplicable a fin de aplicar las medidas de mitigación que compensen los impactos ambientales ocasionados al ecosistema.

**CAPÍTULO II**  
**Distribución de Competencias y Coordinación**

**ARTÍCULO 5o.-** Son facultades de la Federación:

- X.-** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

El Proyecto cumple con lo anterior, toda vez que se presenta el presente estudio del Documento Técnico Unificado y el correspondiente Cambio de Uso de Suelo Forestal como un proyecto integral.

**SECCION V**  
**Evaluación del Impacto Ambiental**

**ARTÍCULO 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que



puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
- XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

El Proyecto cumple con lo señalado al presentar el presente DTU, a efectuarse al interior de un área natural protegida de competencia federal.

**ARTÍCULO 30.-** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

El Proyecto cumple con lo antes señalado al presentar el estudio del DTU, en el cual se han identificado los impactos ambientales ocasionados por las actividades a desarrollarse y presentar las medidas de prevención y/o mitigación correspondientes.

## SECCIÓN II

### Tipos y Características de las Áreas Naturales Protegidas

**ARTÍCULO 46.-** Se consideran áreas naturales protegidas:

- VI.- Áreas de protección de recursos naturales.

**ARTÍCULO 53.-** Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal, siempre que dichas áreas no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de esta Ley.

Se consideran dentro de esta categoría las reservas y zonas forestales, las zonas de protección de ríos, lagos, lagunas, manantiales y demás cuerpos considerados aguas nacionales, particularmente cuando éstos se destinen al abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones.

En las áreas de protección de recursos naturales sólo podrán realizarse actividades relacionadas con la preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en ellas comprendidos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica, de conformidad con lo que disponga el decreto que las establezca, el programa de manejo respectivo y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

El Proyecto cumple con la anterior disposición, ya que se desarrollará bajo un marco de sustentabilidad, que no pondrá en riesgo la continuidad del ecosistema toda vez que se cumplirá con las disposiciones jurídicas ambientales en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.



### III.1.2 REGLAMENTO DE LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

#### CAPÍTULO II DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

**Artículo 50.-** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

S) Obras en Áreas Naturales Protegidas:

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

El Proyecto cumple con lo antes señalado al presentar el estudio del DTU, que incluye la información y estudios requeridos para la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental, para tramitar su correspondiente autorización.

### III.1.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

#### CAPITULO II.

##### De la Terminología empleada en esta Ley

**ARTICULO 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

**V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal:** La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

**XLIX. Vegetación forestal:** El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

El Proyecto se desarrollará en terrenos con uso de suelo forestal e implica la remoción parcial o total de la vegetación, por lo que:

#### Sección 1.

##### De las Atribuciones de la Federación

**XXVIII.** Definir y aplicar las regulaciones del uso del suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales.

**XXIX.** Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.

Estas fracciones vinculan al Proyecto ya que enumeran que la federación dictará las regulaciones del uso de suelo forestal y que tiene la atribución de manifestar las autorizaciones de cambio de uso de suelo forestal.

#### CAPITULO III.

##### Del Sector Público Federal Forestal

#### Sección 1.

##### De las Atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia Forestal

**ARTICULO 16.** La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

**XX.** Expedir, por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales;



## **CAPITULO IV.**

### **De la Coordinación Institucional**

**ARTICULO 24.** La Federación, a través de la Secretaría y de la Comisión, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito territorial de su competencia asuman las siguientes funciones:

**VIII.** Autorizar el cambio de uso del suelo de los terrenos de uso forestal;

**XI.** Evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades forestales a que se refiere el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente.

## **CAPITULO I.**

### **De las Autorizaciones para el Aprovechamiento de los Recursos Forestales**

**ARTICULO 58.** Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

**I.** Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.

## **CAPITULO III.**

### **Del Manejo Forestal Sustentable y Corresponsable**

#### **Sección 1.**

#### **De los Servicios Técnicos Forestales**

**ARTICULO 108.** Los servicios técnicos forestales comprenden las siguientes actividades:

**IX.** Elaborar los estudios técnicos justificativos de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Para tal finalidad se presenta el estudio del DTU, por lo que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones pertinentes en materia de impacto ambiental y en materia forestal.

## **TITULO QUINTO**

### **DE LAS MEDIDAS DE CONSERVACION FORESTAL**

#### **CAPITULO I.**

#### **Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales**

**ARTICULO 117.** La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.



Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Para tal caso, se presenta este estudio integrado DTU con la información requerida, en donde se establece que no se comprometerá la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. El Proyecto no corresponde a un terreno que presente indicios de incendios al menos en los últimos veinte años.

### III.1.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

#### CAPÍTULO SEGUNDO

##### Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

**Artículo 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.

En el presente estudio DTU se presenta la información requerida para solicitar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

**Artículo 122.** La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

- I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
- IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y
- V. Realizada la visita técnica, la Secretaría dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere



el primer párrafo del artículo 117 de la Ley, determinará el monto de la compensación ambiental correspondiente de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento y notificará al interesado requiriéndole para que realice el depósito respectivo ante el Fondo. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo.

**Artículo 123.** La Secretaría, a través de sus unidades administrativas competentes, expedirá la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley, por el monto económico de la compensación ambiental determinado de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento.

La autorización será negada en caso de que el interesado no acredite haber realizado el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación del requerimiento señalado en la fracción V del artículo anterior.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría, a través de sus unidades administrativas competentes, expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, ésta se entenderá concedida.

**Artículo 124.** El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 118 de la Ley, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente:

- I. Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y
- II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo. Estas actividades serán realizadas por la Comisión.

En su momento el promovente realizará el depósito por la cantidad fijada por la autoridad a la instancia correspondiente.

**Artículo 126.** La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.

La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

El promovente se ajustará a lo establecido por la SEMARNAT.





**Artículo 127.** Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo trámite administrativo, conforme con las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.

Derivado de lo anterior es que se presenta el DTU.

### III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento de política ambiental que busca aportar elementos necesarios para definir criterios y políticas que den sustento técnico a la toma de decisiones y apoyen a la planificación del desarrollo de una región. Además, tiene entre sus objetivos el incluir los usos de suelo y las actividades productivas con la finalidad de lograr la protección al ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como soporte y guía a la regulación del uso de suelo.

Para el desarrollo del presente estudio se consultaron y consideraron los siguientes planes y programas en materia de ordenamiento ecológico, Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco y el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Mariposa Monarca en el Territorio del Estado de México, estos describen los usos predominantes de la región y los usos en la sección donde se ubicará el Proyecto.

**Tabla III. 1 Ordenamientos ecológicos aplicables al Proyecto**

Nombre	Proyecto
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.	Se ubica en la Región XV Valle de Bravo UGA Fo-5-229 Política de Conservación
Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco.	Se ubica en las UGAs Fo <sub>3</sub> 89, Fo <sub>3</sub> 110 y Ag <sub>2</sub> 98 Política de Restauración, Conservación, Aprovechamiento y Protección, respectivamente
Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca en el Territorio del Estado de México.	Se ubica en las UGAs; U 72-3, U 73-1, U 73-3, U 73-6, U 73-10, U 73-11 y U 78-4 Política de Protección

#### III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO

La actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de México (POEEM) se publicó en la Gaceta del Gobierno el 27 de Mayo de 2009. El POETEM es un instrumento de política ambiental que busca aportar elementos necesarios para definir criterios y políticas que den sustento técnico a la toma de decisiones y apoyen a la planificación del desarrollo de una región. Además, tiene entre sus objetivos el inducir los usos del suelo y las actividades productivas con la finalidad de lograr la protección al ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, como soporte y guía a la regulación del uso del suelo. Bajo este contexto se publica el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM), en donde se resalta la importancia de la entidad debido a que cuenta con importante biodiversidad,



encontrándose a 10 especies que destacan como endémicas, además es cabecera de la cuenca del Panuco, Balsas y Lerma lo que le confiere importancia respecto al número de cuerpos de agua y su relación con el ciclo hidrológico.

Entre la problemática que experimenta el Estado está la disponibilidad y vulnerabilidad de los recursos naturales que se ha visto amenazada debido al crecimiento poblacional, y a su cercanía con la Ciudad de México. Por lo que la creación del programa de ordenamiento ecológico se orienta al fomento del crecimiento económico y social de los recursos de la región, a elevar el nivel de vida de sus habitantes y al aprovechamiento racional de sus recursos naturales.

Los criterios empleados para la determinación de las políticas ambientales aplicables en el territorio estatal incluyen: tipo de suelo (textura, profundidad), pendiente, precipitación anual, cobertura vegetal, procesos erosivos y usos de suelo actual y potencial, a continuación, se describe cada una de las políticas.

**Tabla III. 2 Descripción de las políticas ambientales establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México**

Política	Descripción
Protección	Promueve la permanencia de ecosistemas nativos, que debido a sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad en la unidad ambiental hacen imprescindible su preservación y cuidado extremo, con el objeto de salvaguardar su diversidad. Estas áreas son susceptibles de incorporarse al sistema de áreas naturales protegidas en el ámbito municipal, estatal o federal. En esos casos, las actividades productivas solo podrán desarrollarse mediante programa de conservación y manejo en atención a los intereses de la comunidad. El 26.55% de la superficie estatal presenta política de protección, donde el criterio más importante es la biodiversidad.
Conservación	Esta política se aplica en aquellas regiones en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de actividades humanas o factores naturales, se permitirá, con restricciones, la instalación de infraestructura agrícola, pecuaria, hidroagrícola, abastecimiento urbano o turística que garantice el beneficio ambiental y social de la región, previo cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental. La superficie normada por esta política corresponde al 35.16% del territorio Estatal, en ella se incluye la zona de vegetación arbolada de baja densidad.
Restauración	Cuando las alteraciones al equilibrio ecológico en una unidad ambiental son muy severas, se hace necesaria la ejecución de acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Mediante esta política se promueve la aplicación de programas y actividades encaminadas a la recuperación de los ecosistemas, promoviendo o no el cambio de uso de suelo. En estos casos se permitirán actividades productivas de acuerdo con la factibilidad ambiental con restricciones moderadas. El 6.33% de territorio estatal se rige bajo esta política, identificándose los procesos de degradación más significativos en las zonas urbanas.
Aprovechamiento	Cuando la unidad ambiental presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplaran recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función y la capacidad de carga de los ecosistemas y promoviendo la permanencia o cambio del uso de suelo actual. Esta política cubre el 31.96% del territorio y refleja el uso adecuado del suelo.



El Proyecto se localiza en la Región XV, denominada como “Valle de Bravo”, dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Fo-5-229, como se puede observar en la siguiente figura.



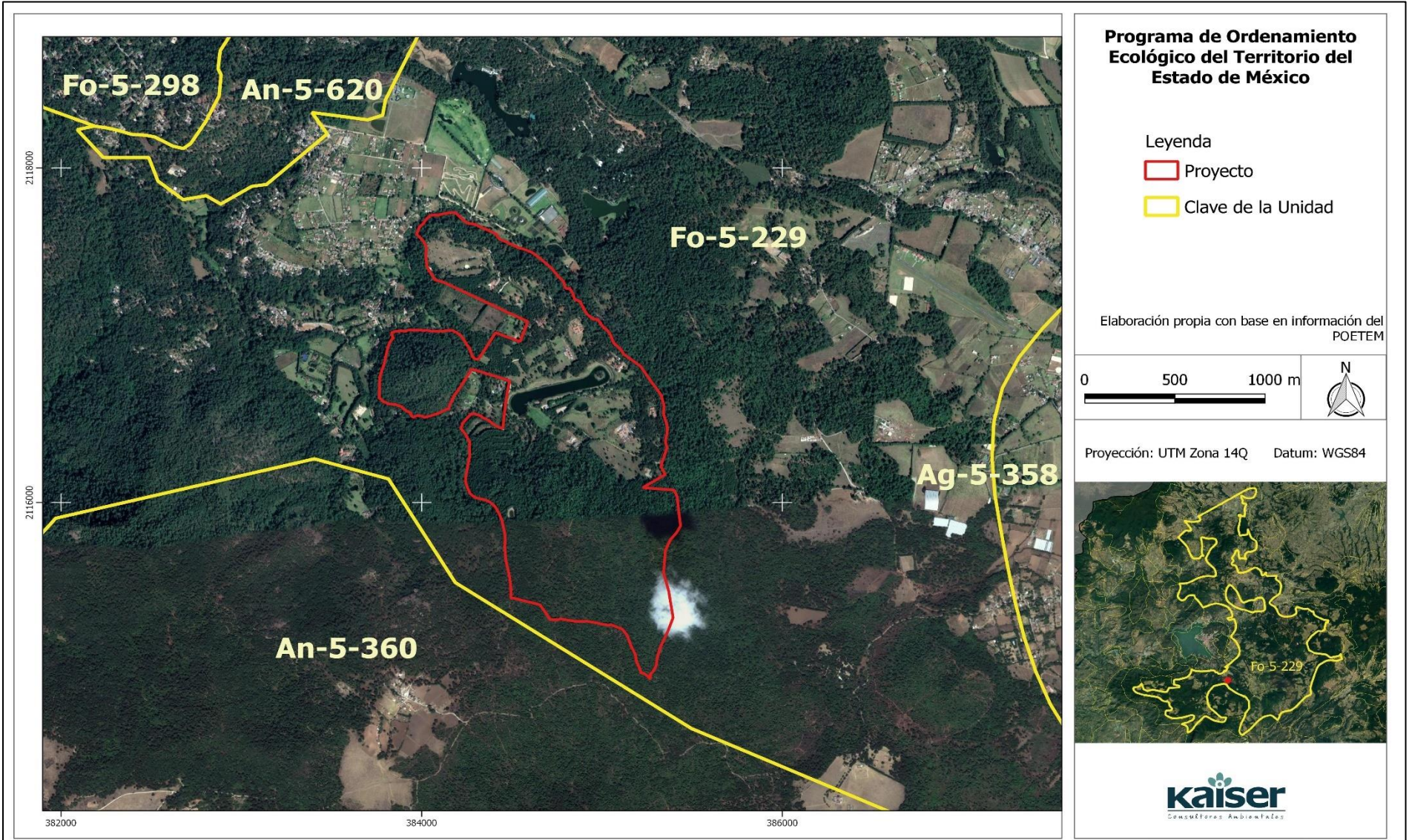


Figura III. 1 Ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México





La UGA Fo-5-229, presenta un uso predominante forestal, con una fragilidad ambiental clasificada como máxima y con una política ambiental de conservación. En la siguiente tabla se presenta el listado de los criterios aplicables.

**Tabla III. 3 Características de la UGA Fo-5-229**

Política	Rector	No. de criterios aplicables
Conservación	Forestal	143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 142, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 167, 177, 178, 185, 196, 201, 202, 203, 204 y 205.

En la siguiente tabla se analiza la vinculación de la Proyecto con los lineamientos aplicables a la UGA Fo-5-229.

**Tabla III. 4 Vinculación de la Proyecto con los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México**

Lineamiento	Vinculación con el Proyecto
143. En las zonas de uso agrícola y pecuario de transición a forestal se impulsarán las prácticas de reforestación con especies nativas y asociadas a frutales.	Se realizarán prácticas de reforestación con especies nativas y asociadas a frutales.
144. Para evitar la erosión, la pérdida de especies vegetales con estatus y los hábitats de fauna silvestre, es necesario mantener la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al 9%, cuya profundidad de suelo es menor de 10 cm y la pedregosidad mayor al 35%	El Proyecto se desarrollará en algunas zonas con pendiente mayor a 9%, la profundidad del suelo es mayor de 10 cm con una pedregosidad menor de 35%. Se contemplan las medidas necesarias para evitar la erosión.
145. En áreas que presenten suelos delgados o con afloramientos de roca madre, no podrá realizarse ningún tipo de aprovechamiento, ya que la pérdida de la cobertura vegetal en este tipo de terrenos favorecería los procesos erosivos	En la superficie donde se realizarán los trabajos del Proyecto no presentan suelos delgados ni afloramientos rocosos.
146. Las acciones de restauración son requisito en cualquier tipo de aprovechamiento forestal, no podrá haber otro.	El Proyecto no contempla hacer aprovechamiento forestal. Sin embargo, implementará acciones de restauración y reforestación del bosque en una superficie de 3.3 ha, con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal.
147. La reforestación deberá realizarse exclusivamente con especies nativas, tratando de conservar la diversidad con la que se contaba originalmente	La reforestación se hará únicamente con especies nativas con la finalidad de conservar la diversidad original.
148. La reforestación se podrá realizar por medio de semillas o plántulas obtenidas de un vivero.	Las semillas o plántulas con las que se realizará la reforestación se obtendrán de viveros establecidos.
149. Se realizarán prácticas de reforestación con vegetación de galería y otras especies locales, en las márgenes de los arroyos y demás corrientes de agua, así como en las zonas colindantes con las cárcavas y barrancas, con la finalidad de controlar la erosión y disminuir el azolvamiento.	El Proyecto considera las acciones de restauración de 3.3 ha del bosque, utilizando especies nativas, dando prioridad a los terrenos con baja densidad de arbolado o el áreas colindantes a las cárcavas o barrancos.
150. En áreas forestales, la introducción de especies exóticas deberá estar regulada con base en un Programa de Conservación y Manejo autorizado por la autoridad federal correspondiente.	El Proyecto no considera realizar la reforestación con especies exóticas.
151. Los taludes en caminos deberán estabilizarse y reforestarse con especies nativas.	Los taludes se estabilizarán y reforestarán con especies nativas.
152. Veda temporal y parcial respecto a las especies forestales establecidas en el decreto respectivo.	El Proyecto se enfocará a la conservación del bosque.



Lineamiento	Vinculación con el Proyecto
153. Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa competente.	El presente DTU del Proyecto se presenta para obtener la autorización pertinente para realizar el cambio de uso de suelo, que implica la remoción de vegetación en terrenos forestales. Sin embargo, se implementará acciones de restauración y reforestación del bosque en una superficie de 3.3 del bosque, utilizando especies nativas, dando prioridad a los terrenos con baja densidad de arbolado.
154. Invariablemente, los aprovechamientos forestales deberán observar el reglamento vigente en la materia.	El Proyecto no contempla realizar aprovechamiento forestal.
155. El Programa de Manejo Forestal deberá garantizar la conservación de áreas con alto valor para la protección de servicios ambientales, principalmente las que se localizan en las cabeceras de las cuencas y la permanencia de corredores faunísticos.	En el Proyecto autorizado (Mesa de Gallos) se implementó un <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> en donde se aplicaron acciones para la conservación del bosque y los servicios ambientales, mismo que regirá el presente Proyecto.
142. En terrenos con pendiente mayor al 15%, se promoverá el uso forestal.	Algunas áreas de la Proyecto se desarrollarán en terrenos con pendientes mayores al 15%, teniendo en consideración las acciones correspondientes para asegurar la construcción de viviendas, la acondicionamiento y construcción de caminos.
157. En el caso de las zonas boscosas, el aprovechamiento de especies maderables deberá regularse a través de un dictamen técnico emitido por la autoridad correspondiente, que esté sustentado en un inventario forestal, en un estudio dasonómico y en capacitación a los ejidatarios y pequeños propietarios que sean dueños de los rodales a explotar.	La Proyecto no considera realizar aprovechamiento forestal.
158. En todos los aprovechamientos forestales de manutención (no comerciales), se propiciará el uso integral de los recursos, a través de prácticas de ecodesarrollo que favorezcan la silvicultura y los usos múltiples, con la creación de viveros y criaderos de diversas especies de plantas y animales, para favorecer la protección de los bosques y generar ingresos a la población.	Este lineamiento no aplica al Proyecto debido a que no se contempla realizar aprovechamiento forestal.
159. Las cortas de saneamiento deberán realizarse en la época del año que no coincida con los períodos de eclosión de organismos defoliadores, barrenadores y/o descortezadores.	El Proyecto se regirá por el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> que establece las acciones de saneamiento, calendarización y monitoreo para prevenir la propagación de plagas.
160. Para prevenir problemas de erosión, cuando se realicen las cortas de saneamiento en sitios con pendientes mayores al 30%, el total obtenido será descortezado y enterrado en el área.	El producto de las cortas con pendientes mayores a 30%, será descortezado y enterrado en el área.
161. En caso de que el material resultante de la corta se desrame y se abandone en la zona, éste será trozado en fracciones pequeñas y mezclado con el terreno para facilitar su descomposición y eliminar la posibilidad de incendios.	El Proyecto se regirá por el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> , que establece las acciones de saneamiento, entre las que se incluye que los volúmenes de material generado serán trozados en fracciones pequeñas y mezclado con el terreno para facilitar su descomposición y eliminar la posibilidad de incendios.
162. No se permite la eliminación del sotobosque y el aprovechamiento de elementos del bosque para uso medicinal, alimenticio, ornamental y/o construcción de tipo rural, queda restringido únicamente al uso local y doméstico.	El Proyecto no considera la eliminación del sotobosque y tampoco el aprovechamiento uso medicinal, alimenticio, ornamental y/o construcción de tipo rural.





Lineamiento	Vinculación con el Proyecto
163. Los aprovechamientos forestales de cada uno de los rodales seleccionados, deberán realizarse en los períodos posteriores a la fructificación y dispersión de semillas de las especies presentes.	El Proyecto no considera realizar aprovechamiento forestal.
164. Las cortas o matarrasa podrán realizarse en forma de transectos o de manchones, respetando la superficie máxima de una hectárea, se atenderá a lo establecido por la utilidad federal o estatal responsable.	Se tomará en cuenta la recomendación cuando se realice la poda y tala de arbolado que se pretende retirar. En caso de ser necesario, se realizará el retiro de tocones, como medida compensatoria se construirán montículos de residuos vegetales o rocas que sirvan como refugio de la fauna local.
165. Los tocones encontrados en las áreas seleccionadas para la explotación forestal no podrán ser removidos o eliminados, en especial aquellos que contengan nidos o madrigueras, independientemente del tratamiento silvícola de que se trate.	Este lineamiento no es aplicable al Proyecto ya que no se considera la instalación de jardines botánicos, ni unidades de producción de fauna.
170. Los jardines botánicos, viveros y unidades de producción de fauna podrán incorporar actividades de ecoturismo.	Este lineamiento no aplica debido a que la Proyecto no considera la instalación de viveros municipales.
171. Promover la instalación de viveros municipales de especies regionales de importancia.	
172. Se podrá establecer viveros o invernaderos para producción de plantas para fines comerciales, a los cuales se les requerirá una evaluación en materia de impacto ambiental.	
173. Se deberá crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal y las propias de la región.	En el Proyecto autorizado se concibió la construcción y operación de cinco módulos de invernaderos. Cada módulo tendría un área de 300 m <sup>2</sup> que en total sumarían 1,500m <sup>2</sup> cubiertos.
174. Se prohíbe la extracción, captura y comercialización de las especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-1994 y, en caso de aprovechamiento, deberá contar con la autorización y/o Programa de Conservación y Manejo correspondiente.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
175. Se deberá sujetar la opinión de la CEPANAF y/o SEMARNAT para acciones de vedas, aprovechamiento, posesión, comercialización, colecta, importación, redoblamiento y propagación de flora y fauna silvestre en el Territorio del Estado de México.	Este lineamiento no aplica, el Proyecto no considera el aprovechamiento, posesión, comercialización, colecta, importación, redoblamiento y propagación de flora y fauna silvestre en el Territorio del Estado de México.
167. Los proyectos extensivos para engorda deberán comprar sus crías a las unidades existentes que cuenten con la garantía de sanidad.	La Proyecto no contempla la adquisición y/o engorda de crías.
177. Las unidades que actualmente sean de ciclo completo (incubación y engorda) deberán comercializar las crías preferentemente en las unidades localizadas dentro de la localidad.	
178. Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la comunidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio estatal, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.	El Proyecto contempla la implementación del Programa de restauración y Reforestación, el cual incluye medidas para garantizar la sobrevivencia de las especies que se encuentran catalogadas en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.
185. Durante los trabajos de exploración y explotación minera, se deberán disponer adecuadamente los residuos sólidos generados.	Este lineamiento no aplica ya que el Proyecto no considera la explotación minera.
196. Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.	Debido a las condiciones que presenta el área de la Proyecto no se planeó la construcción de nuevos cuerpos de captación de agua de lluvia, se hará uso del agua recolectada en las zonas destinadas para tal fin del Proyecto autorizado en la MIA-P Mesa de Gallos, que consiste en 12 cuerpos de agua artificial tipo



Lineamiento	Vinculación con el Proyecto
	cisterna con capacidad de 80 m <sup>3</sup> cada uno. Además, dentro del la superficie del Proyecto autorizado se cuenta con un embalse artificial que funciona como reservorio para la captación de agua pluvial (capacidad de 120,000 m <sup>3</sup> ).
201. Se establecerá una franja de amortiguamiento en las riveras de los ríos. Esta área tendrá una amplitud mínima de 20 metros y será ocupada por vegetación arbórea.	El Proyecto no contiene ríos en sus inmediaciones.
202. No deberán ubicarse los tiraderos para la disposición de desechos sólidos en barrancas próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos.	El Proyecto no considera la implementación de tiraderos ni rellenos sanitarios.
203. Se prohíbe la disposición de residuos sólidos y líquidos fuera de los sitios destinados para tal efecto.	
204. Se permite la disposición adecuada de residuos sólidos y líquidos, mediante el manejo previsto en el manifiesto de impacto ambiental y cumpliendo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 o demás normatividad aplicable.	
205. Se prohíbe en zonas con política de protección la ubicación de rellenos sanitarios.	

### III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA SUBCUENCA VALLE DE BRAVO-AMANALCO

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco (POESVBA) fue ampliado y modificado por decretado mediante publicación el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el 21 de Mayo de 2015.

La finalidad del POESVBA es establecer el uso adecuado de los recursos naturales, a fin de mejorar las condiciones ambientales y productivas de la región. Así como vincular las formas de aprovechamiento a criterios de sustentabilidad, destinar más espacios a la protección y conservación, sin frenar el desarrollo económico y social y finalmente fomentar en la población la cultura ambiental. Se delimitaron 111 Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), como resultado de la integración de diagnósticos social, económico y natural.

Se establecen tres políticas ambientales que buscan fomentar de manera equilibrada espacios para la promoción del desarrollo social y económico, así como espacios para la conservación de recursos naturales vitales en la prestación de servicios ambientales de la subcuenca.

**Tabla III. 5 Descripción de las políticas ambientales**

Política	Descripción
Protección	Se aplica en las unidades cuando se presentan características de biodiversidad o prestación de servicios ambientales relevantes que hacen imprescindible su cuidado extremo, se mantienen sin cambio de uso de suelo, para el caso de la cuenca corresponde a las áreas naturales protegidas bajo decreto.
Conservación	Esta política es aplicada a las unidades donde se privilegia el mantenimiento de la función natural del ecosistema, con restricciones en el cambio de uso de suelo.
Restauración	Se considera en las unidades que requieren revertir los procesos de degradación para recuperar la calidad ambiental.

Política	Descripción
Aprovechamiento	Esta política se establece en aquellas unidades cuya condición es apta para el desarrollo sustentable de actividades productivas, de servicios y socialmente útiles.

El Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Amanalco-Valle de Bravo establece los siguientes usos de suelo predominantes: Forestal (FO), Agricultura (AG), Área Natural Protegida (ANP), Flora y fauna (Ff), Infraestructura (If) y Pecuario (Pe). Los usos del suelo se clasifican como:

- Uso predominante: en su determinación se considerarán las características naturales de la unidad ecológica y la dominancia del uso actual.
- Uso compatible: no se opone al principal y concuerda con la potencialidad, productividad y protección del suelo y demás recursos naturales conexos.
- Uso condicionado: es aquel que presenta algún grado de incompatibilidad con el uso predominante y ciertos riesgos ambientales controlables.
- Uso incompatible: es aquel que no es compatible con el predominante, ni con los propósitos del ordenamiento ecológico.

El Proyecto se ubica en tres Unidades de Gestión Ambiental, las cuales se enlistan a continuación.

**Tabla III. 6 Unidades de gestión en donde se ubica el Proyecto**

UGA	Política	Usos del suelo propuesto			
		Predominante	Compatible	Condicionado	Incompatible
Fo 3 89	Restauración	Forestal	Flora- fauna y corredor natural	-	Todos los demás
Fo 3 110	Conservación	Forestal	Flora- fauna	Minería	Todos los demás
Ag 2 98	Aprovechamiento	Agricultura	-	Asentamientos Humanos	Todos los demás

Los criterios aplicables para cada UGA se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla III. 7 Criterios aplicables para cada una de las UGAS que abarca el Proyecto**

UGA	Criterios aplicables
Fo 3 89	FF 1, FF 3, FF 5, FF 6, FF 7, FF 8, FF 9, FF 10, FF 11, FF 12, FF 13, FF 14, FF 15, FF 16, FF 17, FF 18, FF 19, FF 20, FF 21, FO 19, FO 20, FO 21, FO 23, FO 24, FO 25, FO 26. FO 27, FO 28, FO 29, FO 30, FO 31, FO 32, FO 33, FO 34, FO 35, FO 36. FO 37, FO 38, FO 39, FO 40, FO 41, FO 42, FO 43, FO 44, FO 45, FO46, FO 47, FO 48, MAE 18, MAE 19, MAE 20, MAE 24, MAE 25, MAE 26, MAE 27, MAE 28, MAE 29, MAE 30, MAE 31, MAE 32, MAE 33
Fo 3 110	EI 51, FF1, FF3, FF5, FF6, FF7, FF 8, FF 9, FF 10, FF 11, FF 12, FF 13, FF 14, FF 15, FF 16, FF 17, FF 18, FF 19, FF 20, FF 21, FO 1, FO 2, FO 4, FO 5, FO 6, FO 7, FO 8, FO 19, FO 20, FO 21, FO 23, FO 24, FO 25, FO 26, FO 27, FO 28, FO 29, FO 30, FO 31, FO 32, FO 33, FO 34, FO 35, FO 36, FO 37, FO 38, FO 39, FO 40, FO 41, FO 42, FO 43, FO 44, FO 45, FO 46, FO 47 y FO 48, MAE 1, MAE 18, MAE 19, MAE 20, MAE 24, MAE 25, MAE 26, MAE 27, MAE 28, MAE 29, MAE 30, MAE 31, MAE 32, MAE 33, MI 2, MI 3.



Ag 2 98	Ag 1, Ag 2, Ag 3, Ag 4, Ag 5, Ag 6, Ag 7, Ag 8, Ag 9, Ag 10, Ag 11, Ag 12, Ag 13, Ag 14, Ag 15, Ag 16, Ag 17, Ag 18, Ag 19, Ag 20, Ag 21, Ag 22, Ag 23, Ag 24, Ag 25, Ag 26, Ag 27, Ag 28, Ag 29, Ag 30, Ag 31, Ag 32, Ag 33, Ag 34, Ag 35, Ag 35, Ag 36, Ag 37, Ag 38, Ag 38, Ag 39, Ag 40, Ag 41, Ag 42, Ag 43, Ag 100, Ag 101, Ag 102, Ag 103, Ah 104, Ag 105, Ag 106, Ag 107, Ag 108, Ag 109, Ag 110, Ag 111, Ag 112, Ag 113, Ag 114, Ag115, Ag 116, Ag 117, Ag 118, Ag 119, Ag 120, Ag 121, Ag 122, Ag 123, Ag 124, Ag 125, Ag 126, Ag 127, Ag 128, AH 1, AH 3, AH 4, AH 6, AH 7, AH 8
---------	---

En la siguiente figura se presenta de manera esquemática la ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco.



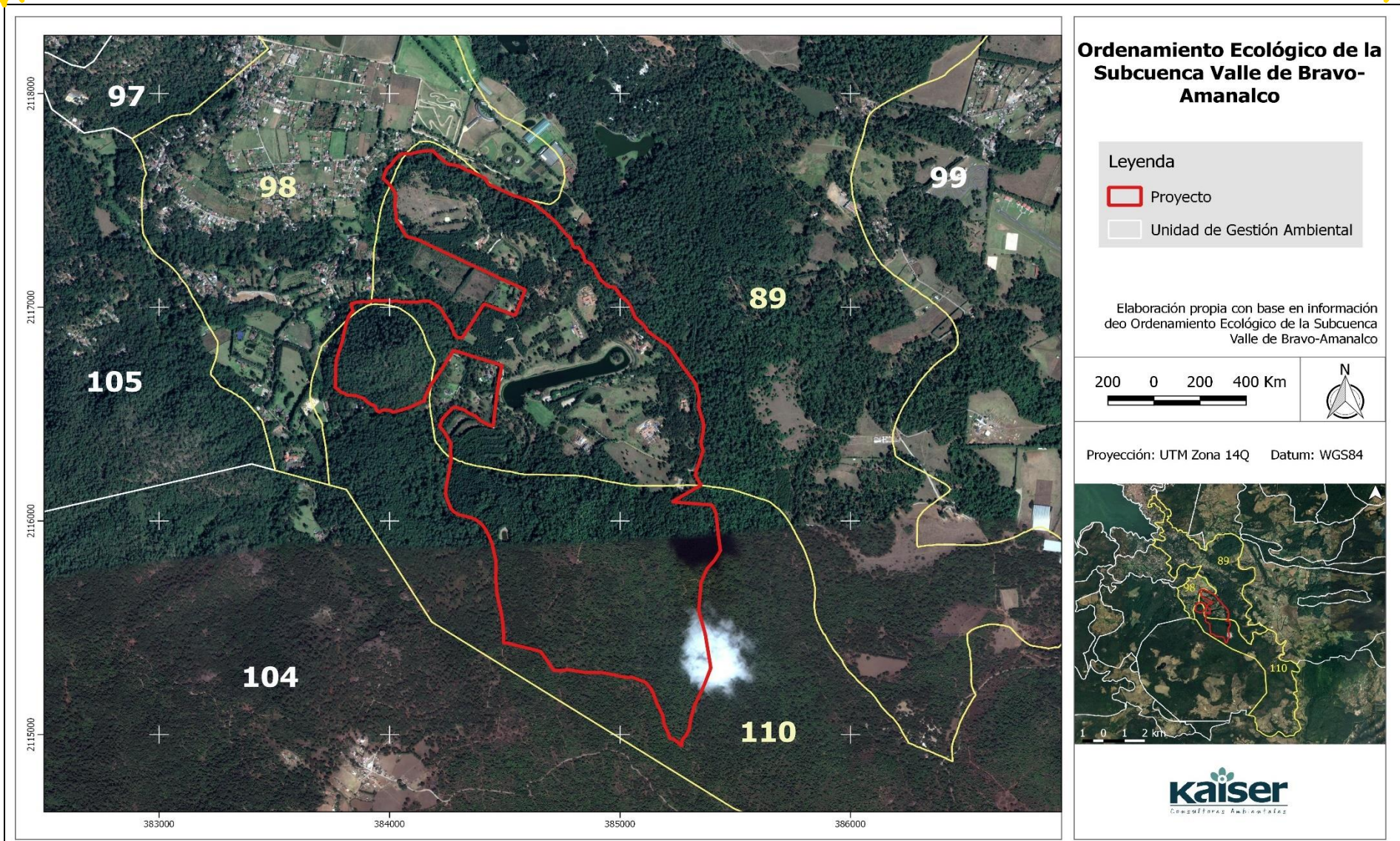


Figura III. 2 Ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco



**Tabla III. 8 Vinculación del Proyecto con los criterios lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco**

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
<b>Forestal (Fo)</b>	
FO 1 Se podrán llevar a cabo aprovechamientos forestales comerciales que garanticen el mantenimiento de la estructura y función del bosque.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 2 Las unidades de producción forestal deberán contar con un PROGRAMA DE MANEJO autorizado por SEMARNAT a través de la evaluación de impacto ambiental correspondiente.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 4 Los programas de manejo deberán especificar los métodos de corte, los periodos de rotación y las superficies destinadas a aprovechamiento, conservación, restauración y protección.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 5 El aprovechamiento de especies maderables y las cuotas de extracción deberán regularse a través de un programa de manejo forestal, sustentado en estudios dasonómicos, inventarios forestales y capacitación a los ejidatarios y pequeños propietarios.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 6 Es obligatorio presentar medidas que mitiguen los impactos generados por el aprovechamiento.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales. Antes bien, se implementará acciones de restauración y reforestación del bosque en una superficie de 3.3 del bosque con el fin de aumentar la cobertura vegetal.
FO 7 Solamente se permite el aprovechamiento fitosanitario del bosque, en concordancia con el Plan de Manejo.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 8 Las áreas de aprovechamiento contiguas a áreas protegidas deberán establecer medidas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.	El Proyecto implementará un <i>Reglamento General</i> , el cual incluya las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.
FO 19 Los aprovechamientos forestales deberán garantizar la permanencia de corredores faunísticos.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 20. Se deberán crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	El Proyecto implementará un <i>Programa de Manejo Forestal y Restauración</i> , que garantice la conservación del bosque por medio de la propagación de especies nativas.
FO 21 En la creación de viveros se deberán utilizar semillas extraídas del bosque que se pretende restaurar o reforestar.	
FO 23. Los aprovechamientos forestales deberán estar acompañados de un Programa de Reforestación con especies nativas.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales. Antes bien, implementará acciones de restauración y reforestación del bosque en una superficie de 3.3 de 3.3 del bosque con el fin de aumentar la cobertura vegetal.
FO 24. Todo aprovechamiento forestal deberá contar con un Plan de Prevención de Incendios Forestales.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.



Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
FO 25. Será obligación de propietarios y poseedores de terrenos forestales la apertura de guardarrayas, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	El Proyecto implementará un <i>Plan de Prevención de Incendios Forestales</i> , que incluya la apertura de guardarrayas, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.
FO 26. Se prohíbe la explotación y/o extracción de resinas de especies bajo protección especial, de acuerdo con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-1994.	El Proyecto no considera la explotación y/o extracción de resinas de especies bajo protección especial, de acuerdo con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-1994.
FO 27 Se prohíbe el cambio de uso del suelo	El Proyecto implica necesariamente un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, sin embargo, compensará la pérdida de la superficie mediante acciones de recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración. Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
FO 28 Se prohíbe el cambio de uso del suelo o la remoción total o parcial de la vegetación de terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.	
FO 29 Se prohíbe la conversión de tierras agrícolas a aprovechamientos forestales.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 30. Se alentará la conversión de terrenos agrícolas y ganaderos hacia usos forestales.	El Proyecto no considera realizar aprovechamiento forestal, por el contrario, se registrará bajo el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> que incluye acciones de conservación de bosque y la implementación de corredores biológicos.
FO 31. Se promoverá el establecimiento de cortinas rompe vientos para la protección de renuevos.	El Proyecto implementará un <i>Plan de Prevención de Incendios Forestales</i> , el cual contempla acciones para garantizar la sobrevivencia de renuevos que incluye el uso de cortinas rompe vientos.
FO 32. En las áreas de tala, los residuos vegetales deberán permanecer en el sitio en una proporción que no represente un riesgo por acumulación de combustible.	De acuerdo con el <i>Plan de Prevención de Incendios Forestales</i> que se implementará se incluyen acciones para el manejo adecuado de residuos vegetales.
FO 33. Se dará preferencia a la reacondicionamiento de terracerías existentes, nunca a la nueva construcción de terracerías.	El Proyecto adecuará los caminos y veredas para proporcionar servicios. Además, servirá como cortafuegos la acondicionamiento de caminos representa una superficie de 2,557 m <sup>2</sup> .
FO 34. En áreas con pendientes mayores a 8% se deberá conservar o, en su caso restaurar la vegetación del sotobosque.	Algunas de las áreas de la Proyecto se desarrollarán en terrenos con pendientes mayores al 8%, se realizará banqueo del área necesaria para la construcción de viviendas, acondicionamiento y construcción de caminos. La Proyecto se registrará por el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> que plantea como medida compensatoria la reforestación 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
	Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
FO 35. En los aclareos se evitará el corte de raíz, se recomienda dejar los tocones en pie.	La Proyecto se regirá bajo el <i>Programa de Manejo Forestal y Restauración</i> que incluirá lineamientos para el aclareo, en donde se prohibirá el corte de raíces y tocones.
FO 36. En áreas sujetas a restauración, con erosión severa se recomienda la utilización comercial de <i>Cassuarina</i> sp. Con un primer aclareo a los 10 años y un segundo aclareo total de la población a los 20 años, previo a la introducción de especies maderables nativas.	La Proyecto se regirá bajo el <i>Programa de Manejo Forestal y Restauración</i> que contempla las acciones específicas para áreas con problemas de erosión.
FO 37. Las autoridades deberán promover campañas periódicas de reforestación.	No aplica ya que el Proyecto es de carácter particular.
FO 38. Se preferirá la regeneración natural del bosque a la reforestación.	La Proyecto se regirá bajo el <i>Programa de Manejo Forestal y Restauración</i> en el cual se contemplan acciones que permitirían la regeneración natural del bosque.
FO 39. Se promoverá el enriquecimiento de acahuales con especies maderables y no maderables con valor de uso y comercial.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 40. Los aprovechamientos forestales, y la apertura de caminos forestales deberán evitar la Proyecto u obstrucción de corrientes de agua superficiales y subterráneas.	Los caminos que se acondicionarán y construirán en el Proyecto no obstruirán las corrientes de aguas superficiales.
FO 41. En las áreas de aprovechamiento forestal se deberán monitorear las cualidades fisicoquímicas de los cuerpos de agua.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 42. Los monitoreos de cuerpos de agua subterráneos y superficiales estarán dirigidos a la prevención de la acumulación de nitratos y nitritos.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FO 43. Se deberá preservar o restaurar la vegetación contigua a los cuerpos de agua, estableciendo una franja protectora no menor de 20 metros entre los cuerpos de agua, cauces permanentes y las zonas de aprovechamiento forestal.	El Proyecto considera preservar la vegetación contigua a los cuerpos de agua existentes.
FO 44. El manejo, aplicación, control, almacenamiento y disposición final de desechos de pesticidas y fertilizantes, deberá seguir los criterios de la NOM-001-SEMARNAT-1996 (o la actualizada) y las consideraciones del Catálogo Oficial de Plaguicidas vigente.	El Proyecto contempla cumplir con los criterios de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, referente al manejo, aplicación, control, almacenamiento y disposición final de desechos de pesticidas y fertilizantes.
FO 45. Se prohíbe la aplicación de herbicidas.	No aplica ya que el Proyecto no contempla utilizar pesticidas.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
FO 46. El uso de plaguicidas se hará conforme a lo establecido al Diario Oficial de la Federación del 3 de enero de 1991.	
FO 47. Se prohíbe el uso de maquinaria pesada.	Se empleará maquinaria ligera y media en los procesos constructivos del Proyecto, en el caso de requerirse maquinaria pesada, solo transitará por las veredas existentes.
FO 48. Se deberá de garantizar la no infiltración de residuos contaminantes (combustibles, aceites, insecticidas, etc.) al subsuelo.	El manejo de residuos se hará conforme a lo establecido en la normatividad correspondiente, con la finalidad de evitar cualquier tipo de contaminación.
<b>Flora y fauna (FF)</b>	
FF 1. Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre las áreas de protección y aprovechamiento; a partir del límite del área de protección, con un ancho mínimo de 200 m.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar aprovechamientos forestales.
FF 3. Se prohíbe el aprovechamiento de leña para uso doméstico.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de leña para uso doméstico
FF 5. Se permite el aprovechamiento de flora y fauna silvestre con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de la flora y fauna silvestre
FF 6 Se prohíbe la tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua o riparia, sin contar previamente con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua.
FF 7 Se promoverá el uso de técnicas tradicionales en el aprovechamiento de los recursos naturales	De acuerdo con el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> que se implementará, se considera la implementación de corredores biológicos, con la finalidad de garantizar la conservación del bosque mesófilo y mantener sus servicios ambientales.
FF 8 Se prohíbe la Proyecto de las áreas de ovoposición de aves.	
FF 9 En las construcciones, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar cuente con un análisis realizado por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debido en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.	En el Proyecto la mayor parte de la vegetación herbórea permanecerá intacta. Además, se contará con un <i>Reglamento de Construcción</i> para los tres nuevos ranchos, el cual especificará que se dejaran en pie los árboles con mayor desarrollo.
FF 10 Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre.
FF 11 Se permite establecer viveros e invernaderos.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el establecimiento de viveros e invernaderos.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
FF 12 Solo se permite el comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	No aplica ya que el Proyecto no contempla el comercio de fauna silvestre.
FF 13 Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, repoblación o recreación.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento de flora y fauna.
FF 14 Se promoverá el cultivo de especies de aves, anfibios y reptiles.	No aplica ya que la Proyecto no contempla el aprovechamiento de flora y fauna.
FF 15 Se prohíbe la introducción de especies exóticas.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas.
FF 16 Se promoverá la erradicación de ( <i>Casuarina equisetifolia</i> y <i>Eucaliptus ssp.</i> ) y el restablecimiento de la flora nativa.	El Proyecto promoverá la erradicación de <i>Casuarina equisetifolia</i> y <i>Eucaliptus ssp.</i> y el restablecimiento de flora nativa.
FF 17 En las áreas ajardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación esté suprimida.	El Proyecto empleará plantas nativas en las áreas ajardinadas.
FF 18 Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al 8% y con una profundidad del suelo menor de 10 cm y en zonas con pedregosidad mayor al 35%.	El Proyecto se desarrollará en algunas zonas con pendiente mayor al 8%, con la profundidad del suelo mayor a 10 cm con una pedregosidad menor de 35%.
FF 19 En las áreas sujetas a manejo y aprovechamiento forestal queda estrictamente prohibida la tala durante el periodo de migración de la mariposa monarca ( <i>Danaus plexippus</i> ).	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento forestal.
FF 20 El aprovechamiento de plantas medicinales estará restringido al uso doméstico.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento de plantas medicinales.
FF 21. Se prohíbe la quema de la vegetación	No aplica ya que el Proyecto no contempla la quema de vegetación.
Manejo de ecosistemas (MAE)	
MAE 1. Se prohíbe el cambio de uso del suelo	El Proyecto implica necesariamente un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, sin embargo, compensará la pérdida de la superficie mediante acciones de recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
	Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
MAE 18. En las áreas urbanizadas, los espacios abiertos conservarán la cubierta correspondiente al estrato arbóreo, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar así lo permita, para lo cual se deberá de contar con un análisis por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debiendo en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.	El Proyecto una vez urbanizada, promoverá la conservación de la cubierta vegetal.
MAE 19. Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal de ríos y cuerpos de agua con especies como <i>Taxodium mucronatum</i> , <i>fraxinus uhdei</i> , <i>Alnus acuminata</i> sp., <i>Salix bonpandiana</i> y <i>Hacer negundo</i> var. <i>Mexicanum</i> .	El Proyecto contempla conservar la vegetación que existe en las inmediaciones de los escurrimientos, ríos o cuerpos de agua que se encuentren dentro del predio.
MAE 20. Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.	El Proyecto promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.
MAE 24. En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitan con restricciones las actividades de desmonte, que tengan como finalidad la de colocar instalaciones cuyo objetivo sea la seguridad nacional que garantice la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.	En las zonas donde se construirán las viviendas son claros y al igual que en el Proyecto autorizado, la Proyecto se regirá por el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> que plantea como medida compensatoria la recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración. Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
MAE 25. En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitan con restricciones las actividades de despalme, con la finalidad de colocar instalaciones cuyo objetivo sea la seguridad nacional que garantice la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.	
MAE 26. Se promoverá la reforestación con flora nativa.	El Proyecto contempla promover la reforestación de la flora nativa, en especial con especies de <i>Abies religiosa</i> , <i>Cederla dugesii</i> S. Wats, <i>Juniperus deppeana</i> Steud, <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>Shaw</i> , <i>P. Martinezii</i> Larsen, <i>Populus simaroa</i> , <i>P. Tremuloides</i> Michx. Y <i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sanw.
MAE 27. Se promoverá la restauración preferentemente con especies como: <i>Abies religiosa</i> , <i>Cederla dugesii</i> S. Wats, <i>Juniperus deppeana</i> Steud, <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>Shaw</i> , <i>P. Martinezii</i> Larsen, <i>Populus simaroa</i> , <i>P. Tremuloides</i> Michx. Y <i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sanw.	

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
MAE 28. En la restauración de bancos de préstamo de arena o material pétreo, la reforestación deberá llevarse a cabo con especies arbóreas y arbustivas nativas.	No aplica ya que en el predio del Proyecto no existen bancos de préstamo de arena o material pétreo.
MAE 29. En la restauración, la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1,000 árboles por hectárea.	El <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> , se contemplan acciones que garanticen la densidad mínima de 1,000 árboles por hectárea.
MAE 30. En la restauración, se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	El <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> planteará acciones de monitoreo con la finalidad de garantizar la sobrevivencia de los ejemplares sembrados y/o su reposición.
MAE 31. Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración y/o aprovechamiento sustentable, permitiéndose el desarrollo y aprovechamiento de los pastizales o zonas agrícolas, con la finalidad de contar con un desarrollo de planeación sustentable enfocado en la protección de área natural protegida.	Dentro del <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> , se planearon acciones para la recuperación de áreas perturbadas del bosque mesófilo.
MAE 32. Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.	No aplica ya que en el predio del Proyecto no existen sitios arqueológicos.
MAE 33. Los proyectos por desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.	En el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> se garantizará la conservación del bosque mesófilo (contribuyendo a la conservación de corredores faunísticos).
Equipamiento e Infraestructura (If)	
El 51. En zonas arqueológicas solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación y rescate de la zona arqueológica.	No aplica ya que en el predio del Proyecto no existen sitios arqueológicos.
Agrícola (Ag)	
Ag 1 El área de cultivo deberá estar separada de ríos y cuerpos de agua por una zona de amortiguamiento de 20 m de ancho.	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 2 El área de cultivo deberá estar separada de las áreas naturales protegidas por una franja de amortiguamiento de 20 m de ancho.	
Ag 3 Para la agricultura se recomiendan suelos sin pendientes o con pendientes moderadas (2 al 8 %), no susceptibles a la erosión	
Ag 4 Se practicará la rotación de cultivos para mejorar las características físicas del suelo incluyendo cultivos de cobertera (alfalfa).	
Ag 5 Durante la práctica de rotación de cultivos, se deberá incluir por lo menos una leguminosa al año, con el fin de mejorar las condiciones de fertilidad del suelo.	
Ag 6 Se recomienda la implementación de sistemas agrosilvopastoriles.	



Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Ag 7 No se permite la agricultura cuando la erosión sea superior a 1.8 ton/ha/año en suelos profundos, bien drenados y permeables.	
Ag 8 No se permite la agricultura cuando la erosión sea a 0.4 ton/ha/año en suelos poco profundos y de permeabilidad reducida.	
Ag 9 En lugares con una precipitación superior a los 600 mm anuales o con eventos torrenciales de lluvia y con un alto potencial de escorrentía, las parcelas agrícolas deberán estar provistas de una cubierta vegetal permanente o bien recubiertas con los esquilmos agrícolas	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 10 En laderas y pendientes se deberán establecer mosaicos vegetacionales, en los que se combinen áreas forestales y plantaciones multiespecíficas.	En las laderas y pendientes se respetará la vegetación nativa arbórea.
Ag 11 En pendientes suaves (del 2 al 8 %) se recomienda para reducir la escorrentía superficial, la utilización de canales de desvío y surcado en contorno.	Las escorrentías superficiales serán conducidas a cuerpos de captación pluvial en la zona del Proyecto autorizado, los cuales a su vez suministrarán agua potable.
Ag 12 En suelos en restauración y con pendientes del 15 al 40% se deberán establecer praderas o pastos nativos con el propósito de reducir los escurrimientos.	La Proyecto por medio del <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> considera acciones para restaurar las pendientes con cobertura vegetal.
Ag 13 En suelos con alto potencial de escorrentía se recomienda establecer praderas naturales o pastizales de gramíneas que cubran el suelo y modifiquen el escurrimiento. La cobertura deberá ser del 75 al 100% del área total.	
Ag 14 En suelos con pendientes superiores al 40% se recomienda la construcción de terrazas de formación sucesiva y presas filtrantes, así como la introducción de surcado en contorno con el fin de lograr la retención y protección del suelo y mejorar el aprovechamiento del fertilizante y del agua de lluvia.	La Proyecto por medio del <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> considera acciones para la restaurar las pendientes con cobertura vegetal.
Ag 15 En terrenos con manejo de terrazas se recomienda la siembra de frutales, magueyes y nopales en los bordes de las terrazas con el fin de estabilizarlas, diversificar la producción de la parcela y proveer una fuente extra de ingresos monetarios y para el autoconsumo.	Dentro del Proyecto arquitectónico de las viviendas se contempla el desarrollo de terrazas para la siembra de frutales, magueyes y nopales en los bordes de estas con el fin de estabilizarlas.
Ag 16 En sitios donde el viento sea el principal factor erosivo, se recomienda el establecimiento de cortinas rompe vientos (a cada 3 o 4 kilómetros), los cuales deberán tener una orientación transversal a la dirección de los vientos dominantes.	La Proyecto por medio del <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> incluye acciones para la construcción de cortinas rompe vientos.
Ag 17 Las labores de preparación del terreno, como la siembra y la cosecha, se deberán evitar durante los meses de vientos fuertes, correspondientes a febrero y marzo.	
Ag 18 Para brindar protección a suelos someros de la erosión se deberá evitar el uso del arado.	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 19 Las aguas con alto contenido de sales no deben usarse para el riego de aquellos suelos con bajo poder de infiltración o con drenaje deficiente.	En el Proyecto, las acciones de riego se realizarán con el agua pluvial almacenada en los cuerpos de captación construidos en el anterior proyecto autorizado de la MIA-P Mesa de Gallos.
Ag 20 Cuando los valores de salinidad del suelo rebasen una concentración de 8-16 mmohms/cm. Se recomienda llevar a cabo lavados de suelo con apoyo de un drenaje eficiente.	
Ag 21 Es necesario reducir la conductividad eléctrica de los 30 cm superiores del suelo a 10 mohms para poder obtener cosechas tolerantes a las sales	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Ag 22 Se recomienda cultivos tolerantes a la salinidad. (Alfalfa, cebada, remolacha azucarera, algodón, etc.)	El Proyecto cumplirá con la normatividad ambiental referente al manejo de plaguicidas.
Ag 23 Para lograr una distribución uniforme del agua en suelos salinos se recomienda el sistema de riego por inundación o por melgas.	
Ag 24 En suelos que presenten concentraciones de sodio entre 10 y 60% se recomienda la aplicación de mejoradores como: yeso, azufre, ácido sulfúrico, sulfato de hierro, etc.	
Ag 25 Se deberán utilizar solo los plaguicidas autorizados por la CICOPLAFFEST.	
Ag 26 Se deberá asegurar que se cumpla con el tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicida y el periodo de la cosecha.	
Ag 27 Se deberá evitar el uso de plaguicidas con baja movilidad en el ambiente, para evitar la contaminación de los mantos freáticos.	
Ag 28 Se deberán realizar estudios de destino ambiental para determinar la toxicidad para el ser humano, por la exposición a plaguicida que permanece después de la aplicación.	El Proyecto se regirá por el <i>Reglamento General del Proyecto</i> donde se especificará el manejo integral de los residuos líquidos y sólidos, con lo que se evita que los envases de plaguicidas o sobrantes tengan contacto con los cuerpos de agua.
Ag 29 Se deberá evitar el contacto directo de los equipos de aplicación, envases de plaguicidas o sobrantes, en arroyos, canales, ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua.	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 30 Se deberá evitar la aplicación de plaguicidas en campos irrigados, en donde el agua pueda llegar a arroyos, canales u otros cuerpos de agua.	En el área del Proyecto no se usarán plaguicidas organoclorados.
Ag 31 Se prohíbe el uso de plaguicidas organoclorados	El Proyecto cumplirá con la normatividad ambiental referente al manejo de plaguicidas.
Ag 32 El uso de plaguicidas de uso restringido estará supeditado a la autorización del Gobierno Federal.	Dentro del área del Proyecto no se empleará DDT.
Ag 33 Se prohíbe el uso de DDT.	Dentro del área del Proyecto no se empleará BHC.
Ag 34 Se prohíbe el uso de BHC.	El Proyecto cumplirá con la normatividad ambiental referente al manejo de plaguicidas.
Ag 35 Cuando la aplicación de plaguicidas se realice por vía aérea, se deberán utilizar únicamente equipos y aviones registrados ante la Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal autorizados por la Dirección General de Aeronáutica Civil.	
Ag 36 Se promoverá el uso del control biológico.	Si fuera conveniente se anexaría al <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> , el uso de control biológico.
Ag 37 En la utilización de parasitoides o depredadores para el control biológico, se deberá asegurar que estos, estén 100% libres de hiperparásitos.	
Ag 38 Para mantener controladas las poblaciones de plagas se recomienda llevar a cabo rotaciones de cultivos.	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 39 Se promoverá el control integrado de plagas y enfermedades	Si fuera conveniente se anexaría al <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> , el uso de control biológico.
Ag 40 Se promoverá el empleo de asociaciones de cultivos en tierras de temporal para evitar la proliferación de plagas	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 41 Se promoverán los cultivos orgánicos	
Ag 42 Se deberá impulsar el uso del control legal, que consiste en el establecimiento de cuarentenas.	

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Ag 43 Se prohíbe el uso de maquinaria pesada	Se empleará maquinaria ligera y media en los procesos constructivos del Proyecto, en el caso de requerirse maquinaria pesada, solo transitará por las veredas existentes.
Ag 100 Se recomienda el cercado con plantas vivas de las parcelas con el fin de lograr el reordenamiento comunitario de los terrenos y el control del pastoreo.	No aplica ya que la Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 101 Los terrenos agrícolas en descanso deberán estar sujetos a una reforestación productiva con especies forrajeras y de otra utilidad, nativas y de rápido crecimiento, que aceleren la recuperación del suelo y que sean una fuente de alimentación para el ganado	
Ag 102 F Las técnicas de fertilización deben determinar las condiciones concretas en que se debe realizar el abonado de los diferentes cultivos.	
Ag 103 A fin de reducir el lavado de nitratos se recomienda mantener la máxima cobertura vegetal, reducir el laboreo en otoño, evitar quema de rastrojos, enterrar pajas y residuos, limitar una excesiva carga de ganado en praderas fertilizadas.	
Ag 104 En cultivos de maduración retardada y cultivos perennes se recomienda la aplicación de nutrientes de efecto lento y prolongado tales como el nitrato de amonio y fosfatos solubles al ácido.	No aplica ya que la Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 105 En cultivos de crecimiento rápido y maduración temprana se recomienda el uso de fertilizantes nítricos y superfosfatos de rápida acción y fácilmente solubles.	
Ag 106 Se recomienda el uso de fosfatos solubles al agua para cultivo de leguminosas.	
Ag 107 Cultivos como tabaco y papa se recomienda fertilizarlos con nitrógeno de amonio.	No aplica ya que la Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 108 Se recomienda la aplicación de fosfatos solubles al ácido durante la presiembra de leguminosas perennes de raíces profundas como la alfalfa.	
Ag 109 Para el caso de pasturas se recomienda la aplicación de nitrógeno nítrico y fosfato soluble al agua.	
Ag 110 Se promoverá la utilización de colecciones de cultivos y animales, la diversidad de cultivos en campos individuales	
Ag 111 Se promoverá la rotación y la agricultura migrante, el uso de las diferentes zonas climáticas y el intercambio de sistemas	No aplica ya que la Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 112 Se deberá mantener un alto índice de humus en el suelo	No aplica ya que la Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 113 Se deberá conservar la textura y la estructura del suelo cultivado	No aplica ya que la Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 114 Se deberán establecer rotaciones plurianuales de diferentes cultivos	Por medio del <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> , se considerará la fertilización orgánico-mineral.
Ag 115 Las deficiencias de nutrimentos en el suelo se deberán complementar con fertilización orgánico-mineral.	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 116 En la práctica de abonos verdes, la planta (leguminosa) que será incorporada al terreno deberá estar en la época más propicia de su desarrollo vegetativo (generalmente floración), con el fin de obtener la mayor cantidad de nutrientes y humedad en el suelo	El Proyecto promoverá el uso de suelos orgánicos.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Ag 118 Cuando se utilice estiércol animal en la producción de frutas y hortalizas este sólo debe ser aplicado cuando se asegure que se han minimizado los riesgos de contaminación de este por microorganismos patógenos.	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 119 Cuando se incorporen desechos biológicos al terreno de cultivo se les deberá aplicar tratamientos, para que estos no representen un riesgo de contaminación al producto.	
Ag 120 El estiércol que se utilice como fertilizante deberá provenir de animales sanos y ser sometido a la práctica de producción de composta para la eliminación de bacterias patógenas, huevos y esporas.	
Ag 121 Se promoverá el uso de compostas	El Proyecto contempla el desarrollo del uso de composta.
Ag 122 Los materiales que pueden ser utilizados para la fabricación de compostas son: plantas, hojas de árboles, paja, aserrín, desperdicios vegetales, hierba seca, caña de maíz, sobrantes de comida, materia animal, plumas de aves de corral, harina de hueso y harina de pescado	
Ag 123 Se recomienda el uso de abonos orgánicos, abonos verdes (legumbres), como fuentes de nitrógeno	
Ag 124 Se recomienda el uso de paja, rastrojo y aserrín como fuentes de nitrógeno	No aplica ya que el Proyecto no pretende desarrollar actividades de agricultura.
Ag 125 Está prohibida la movilización, propagación, liberación y consumo de transgénicos.	
Ag 126 Se deberán utilizar semillas de variedades no transgénicas, que sean resistentes a enfermedades.	
Ag 127 Se recomienda para las zonas áridas que sean de temporal, que la producción se oriente a especies de importancia comercial, como variedades de maguey, variedades de nopal, variedades de mezquite, candelilla, jolote y palma.	
Ag 128 En las zonas áridas se recomienda la explotación de especies de plantas comestibles por medio de viveros.	
<b>Asentamientos Humanos (AH)</b>	
AH 1 EL número y densidad de población en esta unidad, deberá ser definida a partir de un plan director de desarrollo urbano que evalué la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales a ecosistemas, la tecnología aplicable en la manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos, así como el equipamiento necesario	El Proyecto se regirá bajo lo establecido en el Plan de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo.
AH 3 Cuando la mancha urbana alcance una población superior a 15,000 habitantes, se promoverá la realización de un plan director de desarrollo urbano.	
AH 4 No se permite construir establos y corrales dentro del área urbana.	No aplica ya que el Proyecto no pretende construir establos ni corrales.
AH 6 Se recomienda que, en los asentamientos rurales, los residuos de forrajes y desechos de alimentos humanos sean empleados para la producción de composta.	El Proyecto contempla el desarrollo del uso de composta.
AH 7 Se deberá considerar la reubicación de los asentamientos humanos contiguos al cuerpo de agua en función de un estudio de riesgo	El desarrollo de las viviendas se localizará fuera del área de influencia de los cuerpos de agua superficiales artificiales. Sin embargo, se contará con sistemas de desfogue en caso de temporadas extraordinarias, donde la captación de agua pluvial sea mayor a la esperada.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
AH 8 Solo se permite asentamientos humanos de baja densidad.	El Proyecto desarrollará tres viviendas que se suman a los 14 ranchos autorizados. La superficie requerida para las nuevas obras asciende a 4,957 m <sup>2</sup> , lo que equivale al 0.22% de la propiedad.



### III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN MARIPOSA MONARCA EN EL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca (POERMM), fue publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México el día 26 de Diciembre de 2007. El POERMM es un programa regional elaborado con información técnica a escala 1:250,000, la región está integrada por 93 unidades de gestión ambiental en los 11 Municipios del Estado de México y 16 de Michoacán.

El POERMM es considerado un instrumento de apoyo en la planeación territorial, balanceando las actividades productivas con la conservación de la naturaleza, basándose en la potencialidad del territorio, la demanda y el uso actual de los recursos naturales, orientando así el desarrollo regional a partir de la participación de la sociedad. En la siguiente tabla se describen las políticas ambientales que se aplican.

**Tabla III. 9 Políticas ambientales del POERMM**

Política	Descripción
Protección	Se aplica a las áreas naturales que son susceptibles desintegrarse al Sistema de Áreas Naturales Protegidas federal o estatal, o que ya forman parte de él (como es el caso de las áreas naturales protegidas estatales y federales). Con esta política se busca proteger los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas, principalmente endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción.
Conservación	Esta política está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales, cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante, pero que no necesariamente deben incluirse en algún sistema de áreas naturales protegidas federal o estatal. Estas pueden ser paisajes, pulmones verdes, áreas de amortiguamiento o riesgos naturales antrópicos, área de recarga de acuíferos, cuerpos de agua intraurbanos, árboles o rocas singulares, etc.
Restauración	Se aplica a aquellas áreas que deberán sujetarse a programas específicos de recuperación de los recursos naturales. Estas son las áreas que presentan procesos acelerados de deterioro ambiental, como suelos muy erosionados cuyo potencial productivo (para agropecuario o forestales) es nulo o extremadamente pobre. Esta política implica la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras no productivas o al mejoramiento de ecosistemas con fines de aprovechamiento, protección o conservación.
Aprovechamiento sustentable	Se aplicará a aquellas áreas en donde se tienen características adecuadas para un uso óptimo de los recursos naturales y/o el desarrollo agropecuario o forestal. En esas áreas será emitido la explotación y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente al ambiente.





Con base a las definiciones anteriores, los criterios básicos que ayudaron a identificar las políticas más adecuadas para el territorio de la Región de la Mariposa Monarca fueron el uso actual de suelo, la aptitud del territorio y las áreas de atención primaria. Los dos primeros temas para las políticas de aprovechamiento.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico se encuentra conformado por 49 unidades de gestión ambiental y comprende ocho tipos de usos del suelo predominante, distribuyéndose de la siguiente manera: Áreas Naturales Protegidas 6.21%, Forestal 4.63%, Provisión de Bienes y Servicios Ambientales (PBSA) 25.29%, Agrícola de Temporal 45.79%, Agricultura de Riego 8.25%, Pecuario 7.51%, Cuerpos de agua 1.84% y Asentamientos Humanos 0.48%.

En este sentido, el POERMM contempla 84 UGAs, definiéndose para estos 10 lineamientos ecológicos para la determinación de las políticas ambientales aplicables en el territorio estatal.

El Proyecto se ubica en siete Unidades de Gestión Ambiental, las cuales se enlistan a continuación.

**Tabla III. 10 UGAs en donde se ubica el Proyecto**

UGA	Política	Uso	Criterios
U 73-1	Protección	PBSA*	L1, L8
U 73-2	Protección	Áreas Naturales Protegidas	L1, L8
U 73-3	Protección	PSBA	L1, L6, L8
U 73-6	Protección	PSBA	L1, L7, L8
U 73-10	Protección	PSBA	L1, L8
U 73-11	Protección	PSBA	L1, L7, L8
U 78-4	Protección	Agrícola temporal	L4, L6, L8

\*PBSA: Provisión de Bienes y Servicios Ambientales

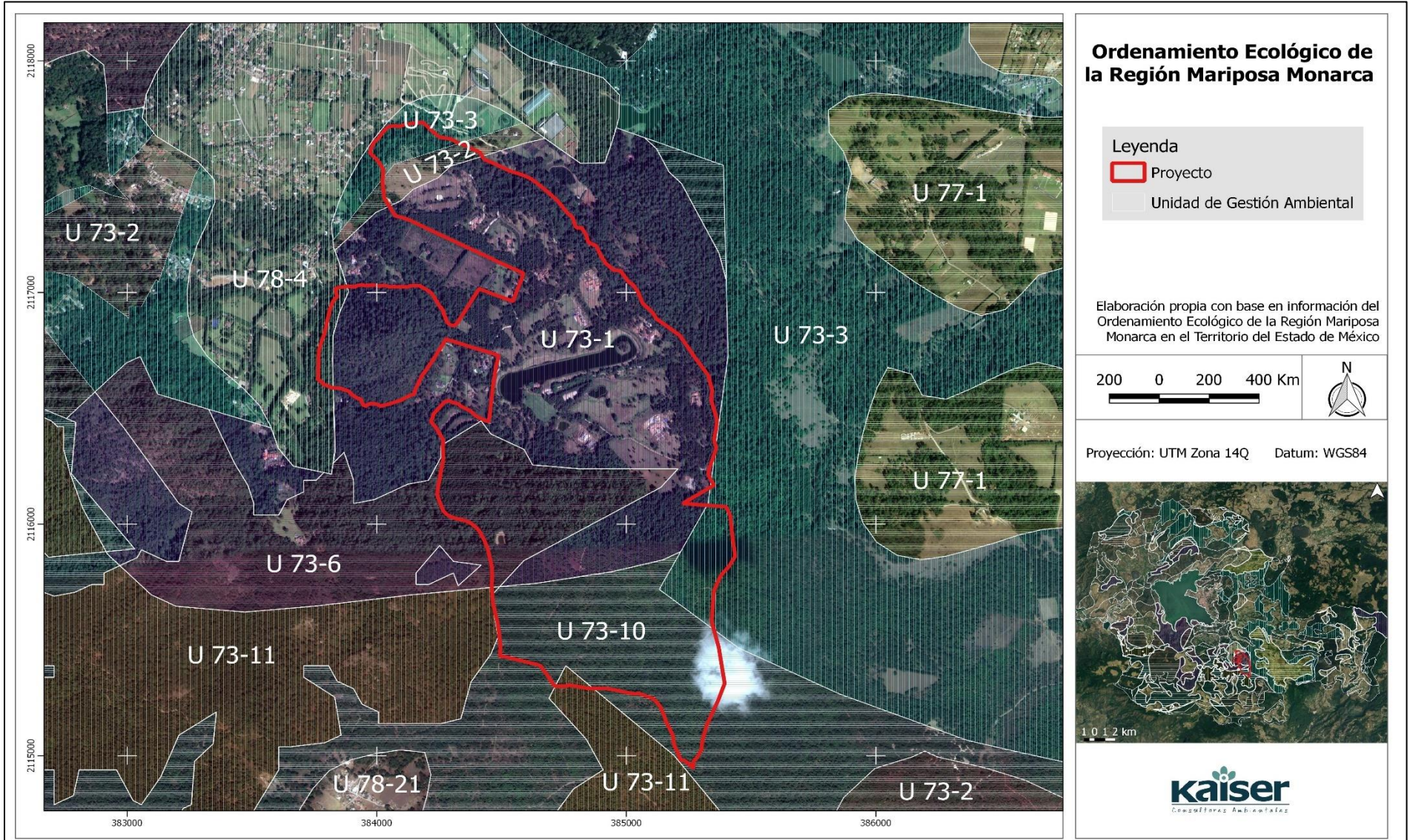


Figura III. 3 Ubicación del Proyecto dentro del Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca



**Tabla III. 11 Vinculación del Proyecto con el POERMM**

Lineamiento Ecológico	Objetivo específico	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
L1. Fortalecer y consolidar los usos del suelo actuales, en las áreas que no presentan conflictos ambientales	Mantener el aprovechamiento forestal productivo	El uso del suelo podrá ser forestal productivo	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento forestal.
	Mantener el uso agropecuario	El uso del suelo podrá ser agropecuario.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento agropecuario.
	Mantener el uso para bienes y servicios ambientales	El uso del suelo podrá ser para bienes y servicios ambientales	El Proyecto no contempla el establecimiento de uso agroforestal o pecuario. Mediante el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> se plantearán acciones para la recuperación de áreas perturbadas del bosque mesófilo y la conservación de los servicios ambientales del ecosistema mediante la recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura. Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
L4. Promover activamente el cambio de uso del suelo, hacia los usos de mayor aptitud en las áreas que presentan conflictos altos y muy altos	12. Modificar el uso agrícola al forestal con provisión de bienes y servicios ambientales	El uso del suelo deberá ser para la provisión de bienes y servicios ambientales.	La Proyecto mediante el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> incluye actividades encaminadas al aumento de cobertura vegetal para promover la función productiva del suelo con la la recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal. Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
	13. Modificar el uso agrícola al agroforestal.	El uso del suelo deberá ser agroforestal.	
	14. Modificar el uso pecuario al agroforestal	El uso del suelo deberá ser agroforestal.	
	15. Modificar el uso pecuario al forestal, con provisión de bienes y servicios ambientales	El uso del suelo deberá ser forestal productivo, con provisión de bienes y servicios ambientales.	
L6. Incrementar la calidad ambiental de las áreas que han sufrido procesos moderados, fuertes y extremos de declinación de fertilidad y materia orgánica, erosión, o pérdida de función productiva.	18. Aumentar la fertilidad y contenido de materia orgánica	Las actividades de restauración deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieren el aumento de la fertilidad y el contenido de materia orgánica.	La Proyecto mediante el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> incluye actividades encaminadas al aumento de cobertura vegetal para promover la función productiva del suelo con la la recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal. Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
	19. Disminuir la erosión hídrica con deformación del terreno que incluye las cárcavas, canales y movimientos de remoción en masa.	Las actividades de restauración deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieren la disminución de la erosión hídrica con deformación del terreno (incluye las cárcavas y movimientos de remoción en masa)	
	20. disminuir la erosión hídrica con pérdida de suelo que incluye la laminar y el lavado superficial.	Las actividades de restauración deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieren disminuir la erosión hídrica con pérdida de suelo.	

Lineamiento Ecológico	Objetivo específico	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
	21. disminuir la pérdida de la función productiva y tierras sin uso.	Las actividades de restauración deberán ubicarse prioritariamente en aquellas áreas que requieren disminuir la pérdida de función productiva.	
L7. Mantener los asentamientos humanos en sus zonas urbanas y urbanizables, así como fuera de las áreas con amenaza de deslizamientos.	22. Controlar y mantener el crecimiento de los asentamientos humanos en las superficies previstas en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, ya sean las zonas urbanas o urbanizables.	Los asentamientos humanos deberán ubicarse en las zonas urbanas y urbanizables, de acuerdo con sus Planes Municipales de Desarrollo Urbano.	La Proyecto se localiza fuera del área urbana del Municipio de Valle de Bravo. Así mismo, las áreas en donde se establecerán las viviendas se ubicarán fuera de zonas con amenazas de deslizamiento.
	23. Evitar el establecimiento de asentamientos humanos en las áreas catalogadas con un nivel de amenaza moderado, alto y muy alto.	Los asentamientos humanos deberán ubicarse fuera de las áreas con amenaza de deslizamiento o en caso necesario deberán incluir medidas de prevención y control. Estas disposiciones deben incluirse en los nuevos Programas y/o Planes Municipales de Desarrollo Urbano, así como las actualizaciones.	
	24. Disminuir el grado de rezago social en zonas con niveles de marginación "muy alto" y "alto".	Se deberá poner énfasis en aquellos Municipios con niveles de marginación muy alto y alto.	
L8. Mantener la calidad de las áreas prioritarias para la provisión de bienes y servicios ambientales.	25. Mantener la calidad de las Áreas Naturales Protegidas decretadas	Las actividades de protección y conservación deberán orientarse principalmente en las áreas naturales protegidas.	Mediante el <i>Programa de Manejo Forestal y Reforestación</i> implementado durante el Proyecto autorizado y que seguirá vigente en la presente Proyecto, se plantearon acciones para la recuperación de áreas perturbadas del bosque mesófilo y la conservación de los servicios ambientales del ecosistema mediante la recuperación de superficie forestal de 3.3 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal. Adicionalmente, el Promovente se encuentra en trámites para registrar 48.65 ha de Zona Forestal A, como área voluntaria de conservación ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
	26. Mantener la calidad de las áreas prioritarias para la provisión de bienes y servicios ambientales, que no cuentan con un decreto (107,180 ha)	Las actividades de protección y conservación deberán orientarse preferentemente en las áreas para la provisión de bienes y servicios ambientales.	



### **III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

#### **III.3.1 ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES “ZONA PROTECTORA FORESTAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS VALLE DE BRAVO, MALACATEPEC, TILOSTOC Y TEMASCALTEPEC”**

El Proyecto se encuentra ubicado al interior del área natural protegida (ANP) categorizada como Área de Protección de Recursos Naturales denominada “Zona protectora forestal de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” en el Estado de México, cuyo acuerdo para su recategorización fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de Junio de 2005.

Originalmente el decreto fue publicado en el Diario Oficial el 15 de Noviembre de 1941 con la finalidad de brindar protección al servicio ambiental en este caso estratégico que significaba la utilización de la cueca en la generación de energía hidroeléctrica, asegurado la integridad de la propia infraestructura de generación, así como las obras conexas que habían sido establecidas en la década de los ‘30’s. El sistema de generación hidroeléctrica que le dio origen en la actualidad se ha convertido en el Sistema Cutzamala, que dota de agua potable a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

La zona protectora forestal formada por los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, se ubica en el Eje Volcánico Transversal, dentro de la región operativa VIII “Valle de Bravo”, con cabecera en el mismo Municipio, abarca la porción noroeste de la Región XI “Ixtapan de la Sal”.

En esta ANP destaca la diversidad de la flora y fauna, lo que se debe al rango de altitud que existe en la zona (970 a 3,500 msnm), cuyas características permiten la presencia de selva baja caducifolia, relictos de selvas medianas caducifolias, matorral subtropical, bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña o de niebla ubicado en las partes altas y húmedas y, relictos xerófilos que habitan en suelos pobres y delicados. Algunas de las especies más destacadas de la zona se encuentran catalogadas en riesgo (puma, onza, ocelote, tigrillo, gato montés, mariposa monarca). La mariposa monarca reviste interés en la región, ya que dentro de la ANP se encuentran sitios de hibernación, Piedra Herrada y San Antonio en Municipio de Temascaltepec, el Cerro de las Palomas en el Municipio de Amanalco.

El estado de conservación que guardan los recursos naturales de la ANP se puede afirmar que los ecosistemas se encuentran mayormente perturbados en la cercanía de Valle de Bravo y en la parte alta de la cuenca. Los problemas devienen en el desorden ecológico que provoca el deterioro del hábitat. Así mismo, la escasa participación de la población imposibilita el desarrollo de las actividades productiva, por ello es necesario involucrar a la población en las actividades del manejo sustentable del área natural protegida.





**Figura III. 4 Área de Protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec”**



### III.3.2 PARQUE ESTATAL “SANTUARIO DEL AGUA VALLE DE BRAVO”

El Parque Estatal “Santuario del Agua Valle de Bravo” fue decretado el Parque Estatal el 12 de noviembre de 2003, mediante la publicación en el Periódico Oficial de la Gaceta del Gobierno, posee un área de 15,363 Ha. El 8 de Febrero de 2007 fue publicado en el citado periódico oficial su correspondiente Programa de Manejo, que funge como un instrumento que busca planear, guiar y controlar el aprovechamiento, protección, conservación y restauración de los recursos naturales con los que cuenta el parque, así como las actividades y acciones que se lleven a cabo en un periodo de tiempo específico.

Como objetivo principal se establece “el proteger, conservar y restaurar el parque estatal denominado Santuario del Agua Valle de Bravo, a través del establecimiento de bases de planificación, con la finalidad de dar un aprovechamiento sustentable a los recursos físicos, biológicos y humanos”.

El programa de manejo del ANP establece para su territorio una zonificación de: Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento, como resultado de un análisis integral de los diferentes datos generados en el diagnóstico efectuado.



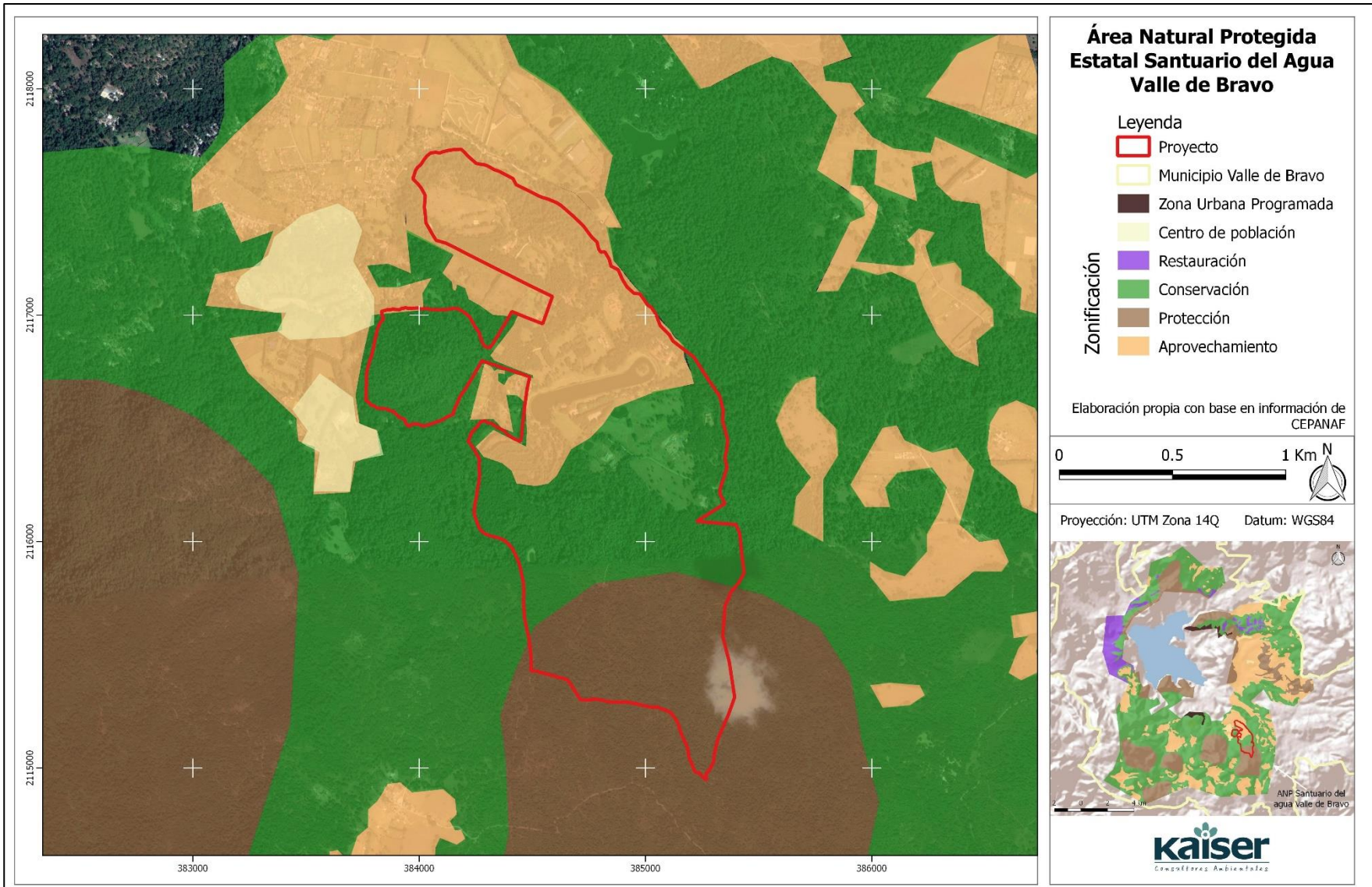


Figura III. 5 Ubicación del Proyecto en el Parque Estatal "Santuario del Agua"



El programa de manejo incluye un apartado relativo al diagnóstico ambiental de su territorio, en el que se señala que el cambio de uso del suelo es uno de los procesos de deterioro que avanza de manera no controlada y en forma acelerada, principalmente en las zonas de menor altitud (cercanas a los 1,500 msnm); la dinámica de cambios en la ocupación del suelo se refleja en su mayoría a través de la apertura de terrenos forestales para establecer parcelas agrícolas, pastizales y terrenos agrícola-habitacionales (uso mixto), ocasionando que la mancha urbana crezca de forma irregular y desordenada, y que se generen además repercusiones negativas como son: problemas de erosión, afectaciones al sistema hidrológico, pérdida de la cubierta forestal e impactos en la poblaciones de fauna.

El componente urbano también es afectado en forma importante, pues los asentamientos humanos van en aumento; de este modo, es necesario plantear una estrategia integral de sustentabilidad ambiental para promover el desarrollo ordenado de la región de Valle de Bravo, donde se enfatice la recuperación y conservación de las áreas forestales.

El Proyecto planea contribuir al crecimiento poblacional ordenado del Municipio, contemplando las medidas preventivas, de mitigación y compensatorias derivadas del cambio de uso de suelo con la finalidad de preservar los recursos naturales y evitar el deterioro del ecosistema.

### **III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que reusen en servicios al público.

NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-045-SEMARNAT-1996, referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

NOM-49-SEMARNAT-1993-, que establece máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listados de los residuos peligrosos.



NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

NOM-062-SEMARNAT-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

NOM-080-SEMARNAT-1994, referente a los niveles máximos del ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición publicado en el diario oficial de la federación del 13 de enero de 1995.

NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

### III.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

#### III.5.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano es el resultado de la planeación concurrente y coordinada que llevo a cabo el gobierno del Estado de México por conducto de la Secretaria de Desarrollo Urbano, con dependencias y organismos del sector público federal, estatal y municipal, en términos de lo dispuesto por los artículos 5.6 y 5.24 del Código Administrativo del Estado de México.

- Dentro de las estrategias del Plan de Desarrollo Urbano, se encuentra el ordenamiento territorial, para lo cual se determinaron áreas del territorio estatal donde no debe alentarse el desarrollo urbano, y en dicho sentido se hizo necesario identificar las zonas no urbanizables de la entidad, definidas como *“aquellas en las que deben impedirse estrictamente acciones de urbanización”*:
- Las Áreas Naturales Protegidas se consideran, de manera prioritaria, como áreas no urbanizables, donde se mantendrá un estricto control al desarrollo urbano, el proyecto pretende la conservación del área natural protegida, y en dicho sentido desarrollará las viviendas fuera de dicha área.
- Se preservarán, también en forma prioritaria, los Santuarios del Agua y Forestales.

Las zonas de impulso al desarrollo forestal fuera de las áreas naturales decretadas también deben ser preservadas; se localizan en la parte suroeste del estado, en la cual destacan los Municipios de Zacualpan, Valle de Bravo, Tejupilco, Temascaltepec, Coatepec Harinas y Sultepec, entre otros.

Así mismo se definieron 6 sistemas urbano-regionales que, para efectos de desarrollo urbano, se dividió el territorio estatal, los cuales responden a características físicas y urbanas homogéneas. El caso que nos ocupa corresponde al **Sistema Urbano Regional Valle de Bravo**, que entre sus líneas estratégicas destaca el consolidar el desarrollo turístico de Valle de Bravo, mediante la ampliación y el mejoramiento de su infraestructura y equipamiento urbanos.

Por otro lado, entre las líneas de la estrategia de ordenamiento urbano, destaca la elevación de la competitividad de los centros de población, significando esto la capacidad para atraer inversiones que generen empleo e ingresos para sus habitantes, así como para brindar a las empresas ya





establecidas oportunidades para ampliar sus capacidades de producción y generación de valor agregado. Para lograr esto se propone prever los usos del suelo, así como infraestructura, equipamientos y servicios necesarios para el desarrollo de actividades productivas (agropecuarias, industriales, comerciales, turísticas y de servicios). Además de contribuir a la detonación de actividades turísticas en centros de población con atractivos potenciales y a la consolidación de los destinos turísticos de la entidad, promoviendo la construcción y ampliación de la infraestructura complementaria.

Otra línea estratégica que sobresale es el crecimiento urbano sustentable, en donde menciona que una expansión ordenada de las actividades económicas y de las zonas urbanas en general, debe complementarse con la conservación de los recursos naturales que las rodean. Para lo que se plantea reforzar los criterios ambientales, como la protección, conservación, restauración y el aprovechamiento, en los procesos de planeación urbana, así como considerar dentro de las estrategias para impulsar el desarrollo económico regional y local, alternativas para promover el desarrollo forestal, ecoturístico y agroindustrial que se traduzcan en fuentes de ingreso para la población a través de proyectos compatibles con el desarrollo sustentable.

Finalmente, entre las estrategias sectoriales está la preservación y conservación del entorno ambiental y, la modernización y ampliación de los sistemas de infraestructura y equipamiento de agua y saneamiento. Esta última busca, en relación con el abastecimiento de agua, promover la conservación y forestación de las zonas de recarga de los mantos subterráneos y la realización de obras para favorecer la infiltración. En el caso de la primera se busca disminuir y restaurar los desequilibrios ecológicos, así como mantener y restablecer las áreas naturales protegidas evitando el aprovechamiento irracional de los recursos naturales. Esta estrategia desglosa líneas de acción como promover proyectos de ecología productiva (piscicultura, viveros comerciales y ecoturismo), cuyo desarrollo haga factible la preservación y recuperación del patrimonio ecológico, así como consolidar los denominados Santuarios del Agua y Forestales, que son espacios territoriales cuya zonificación reconozca los usos actuales y potenciales para posibilitar un adecuado desarrollo social y económico de las comunidades locales.

Los usos de suelo del Proyecto acorde al Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México es bosque. De la misma manera, el Proyecto planea contribuir al crecimiento poblacional ordenado del Municipio, contemplando las medidas preventivas, de mitigación y compensatorias derivadas del cambio de uso de suelo con la finalidad de preservar los recursos naturales y evitar el deterioro del ecosistema.

### **III.5.2 PLAN DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE VALLE DE BRAVO**

La actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo (PMDUVB) se publicó el 26 de Marzo del 2016 y realizó con los siguientes objetivos:

- Consolidar al Municipio de Valle de Bravo como un centro turístico-residencial campestre de corte regional, y por otro, como un centro regional de servicios educativos y administrativos.
- Definir y delimitar las áreas urbanas de las áreas naturales protegidas, el aprovechamiento sustentable y racional de estas, para conservación y preservación de estas.
- Proponer la estructura y normatividad urbana natural en usos y destinos, que permita el ordenamiento urbano con un sentido ambiental en su entorno y permita el bienestar social.



- Contribuir al impulso económico del centro de población y del Municipio (áreas verdes) mediante la definición de normas claras que promuevan y fomenten el desarrollo económico y social del área de estudio.
- Definir características y dar normatividad a las zonas aptas y no aptas al desarrollo urbano.
- Detectar las alteraciones al medio físico (aire, agua y suelo), e incorporar medidas que garanticen su aprovechamiento racional y sustentable, su mitigación y control.
- Dotar de elementos técnicos y de validez jurídica a las autoridades municipales, para garantizar la ordenación y regulación del desarrollo urbano en el Municipio.

El Municipio Valle de Bravo presenta un área total de 42,195 has, de las cuales el uso de suelo predominante es el forestal, con 24,810.86 hectáreas que representaba el 64.27%, le sigue el uso agrícola con 9,865.19 hectáreas que comprendía el 21.19% del total del área municipal, en tercer lugar se encuentran los pastizales con 3,118.21 hectáreas constituyendo el 6.21% del Municipio, en cuarto lugar se presenta el área urbana con 2,544.59 hectáreas que implicaba el 3.93% de la superficie municipal y por último se tiene los cuerpos de agua con una extensión de 1,852.36 hectáreas que significaba el 4.4% del total del territorio municipal.

La clasificación de los usos de suelo que establece el PMDUVB se encuentra en tres grandes rubros: usos de suelo en área urbana, urbanizable y no urbanizable.

El área urbana es la superficie en las que actualmente se tiene uso del suelo habitacional, de comercio y servicios, equipamientos y vialidad.

Las áreas urbanizables son zonas destinadas al futuro crecimiento de Valle de Bravo, con una superficie mínima de 100 has, las cuales representan el 0.2% de la superficie total del territorio municipal, y presentan algunas de las siguientes características:

- Presenten el menor costo de dotación de infraestructura básica: agua, drenaje, electricidad, vialidad.
- No sean zonas de alto valor ambiental o paisajístico.
- Aquellas cuya condición es apta para el desarrollo sustentable de actividades productivas, de servicios y socialmente útiles.
- Sean terrenos de propiedad privada o terrenos de propiedad ejidal donde haya sido concluida o se tenga un avance importante en la certificación de derechos agrarios.
- Se encuentren inmediatas a las áreas urbanas actuales y que no se encuentren sobre zonas de riesgo que puedan afectar a la población.

El resto del territorio municipal se clasifica como áreas no urbanizables, que se distinguen de las áreas urbanizables por no contar con infraestructura urbana y destinarse a actividades prioritariamente forestales y agropecuarias. Se establecen como áreas no urbanizables aquellas que presentan alguna de las siguientes características:

- Una topografía accidentada.
- Suelos agrícolas o pastizales.



- Bosques
- Áreas con alto valor ambiental o paisajístico, Áreas Naturales Protegidas (ANP) con restricción absoluta para el desarrollo urbano, o áreas de recarga acuífera.
- Problemas como condiciones geológicas inadecuadas, fallas, cavernas o bien inundables.
- Restricciones por colindancia o cercanía a líneas de conducción eléctrica, carreteras, vialidades primarias, ríos, arroyos, manantiales, canales y cuerpos de agua en general.

Los usos de suelo que constituye cada tipo de área se observan en la siguiente tabla:

**Tabla III. 12 Uso de Suelo acorde al Plan de Desarrollo Urbano Municipal**

Área	Usos de suelo
En áreas urbanas y urbanizables	Habitacional
	Centro urbano
	Corredor urbano
	Zona de desarrollo turístico
	Equipamiento urbano
	Industria pequeña no contaminante
	Polígono de actuación especial
	Zona de aprovechamiento controlado agrícola o forestal
Áreas no urbanizables	Zona forestal
	Agrícola
	Parque público
	Área natural protegida
	Pastizal
	Cuerpo de agua
	Zona arqueológica
	Manantial
Zona de riesgo	

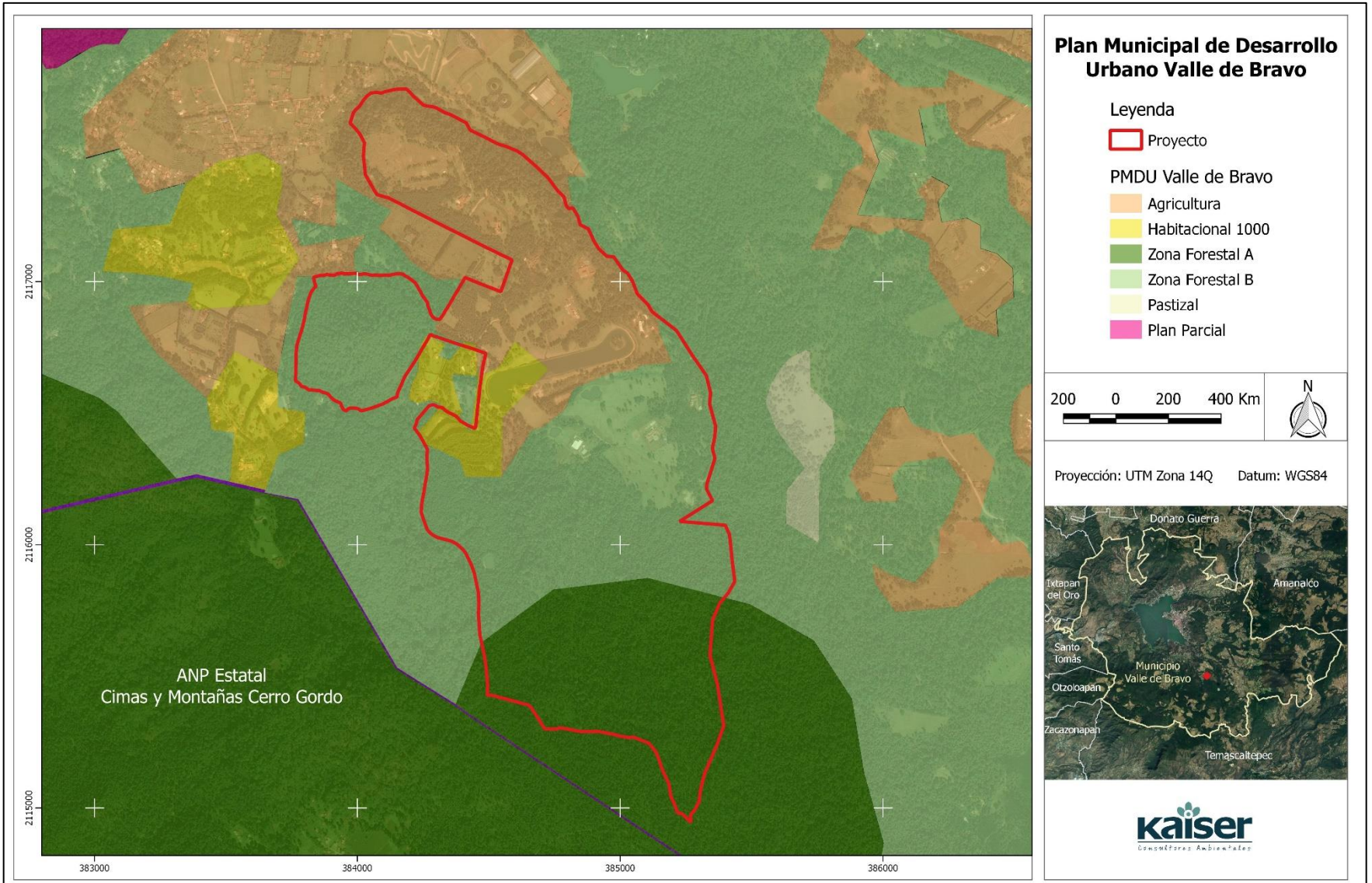
Las restricciones del Plan de Desarrollo Urbano Municipal, así como actividades se describen a continuación

- Zonas en las que las variables señaladas arriba presentan parámetros relativamente menores: pendientes menores, densidad boscosa media o baja y menor valor ambiental o paisajístico.
- En la ZFB se permite una densidad de una vivienda por cada 5,000 m<sup>2</sup> de terreno neto, debiendo dejarse por lo menos 99% de la superficie del terreno sin construir.
- Las construcciones tendrán un máximo de dos niveles y 7.5 metros de altura máxima. El aprovechamiento habitacional deberá respetar las normas ambientales señaladas para los usos urbanos y urbanizables.

La Proyecto se ubica en una zona no urbanizable, en una zona forestal B, la superficie construida ocupará un área de 4,957 m<sup>2</sup>, que representa el 0.22% de la misma.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de la Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo.





**Figura III. 6 Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo**



## **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

### **IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO**

El Municipio de Valle de Bravo se localiza en el poniente del Estado de México, sus coordenadas geográficas son 99°57'34" y 100°15'54" de longitud Oeste y 19°04'37" y 19°17'28" de latitud Norte. La cabecera municipal alcanza 1,830 metros sobre el nivel del mar. El Municipio colinda la Norte con Donato Guerra; al Sur con el Municipio de Temascaltepec; al Este con los Municipios de Amanalco y Temascaltepec; al Oeste con los Municipios de Ixtapan del Oro, Santo Tomás de los Plátanos y Oztoloapan.

El Proyecto se sitúa a 5.6 km al sureste de la cabecera municipal de Valle de Bravo. Los terrenos colindantes al predio presentan actividades agrícolas y zona habitacional, cuentan con servicios públicos (electricidad, dotación de agua potable, alumbrado eléctrico, servicio de telefonía e internet).

La microcuenca hidrológica y los parteaguas se aplican en estudio DTU que se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has, en toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por manantiales, los cuales existen en toda la cuenca (oriente, centro y sur), en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura.

La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego, donde se ubica el Proyecto y abarca una superficie de 3,751.00 ha.

Así mismo, pertenece al acuífero No. 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, que tiene una superficie aproximada de 2,144 km<sup>2</sup>. Pertenece al esquema administrativo del Organismo de Cuenca Balsas, 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 la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México" (CONAGUA, 2007).

### **IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)**

El Sistema Ambiental (SA) es el espacio geográfico en donde se desarrolla un proyecto o actividad, que pudiera tener efectos sobre los diferentes componentes ambientales que lo conforman (aire, agua, suelo, geomorfología, vegetación, fauna, etc.), ya sea de forma directa o indirecta, en el corto, mediano y largo plazo.

El primer criterio considerado para delimitar el Sistema Ambiental, consistió en utilizar los límites de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), establecidos en el Ordenamiento Ecológico del Estado de México y el Ordenamiento de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco; no obstante, dada la amplitud de las unidades de gestión ambiental, se procedió a analizar los usos del suelo establecidos por el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo (PDUMVB) y





adicionalmente y toda vez que cada unidad de gestión ambiental incluía varias cuencas, se consideró el utilizar el criterio de cuenca para la delimitación del Sistema Ambiental o Área de Influencia.

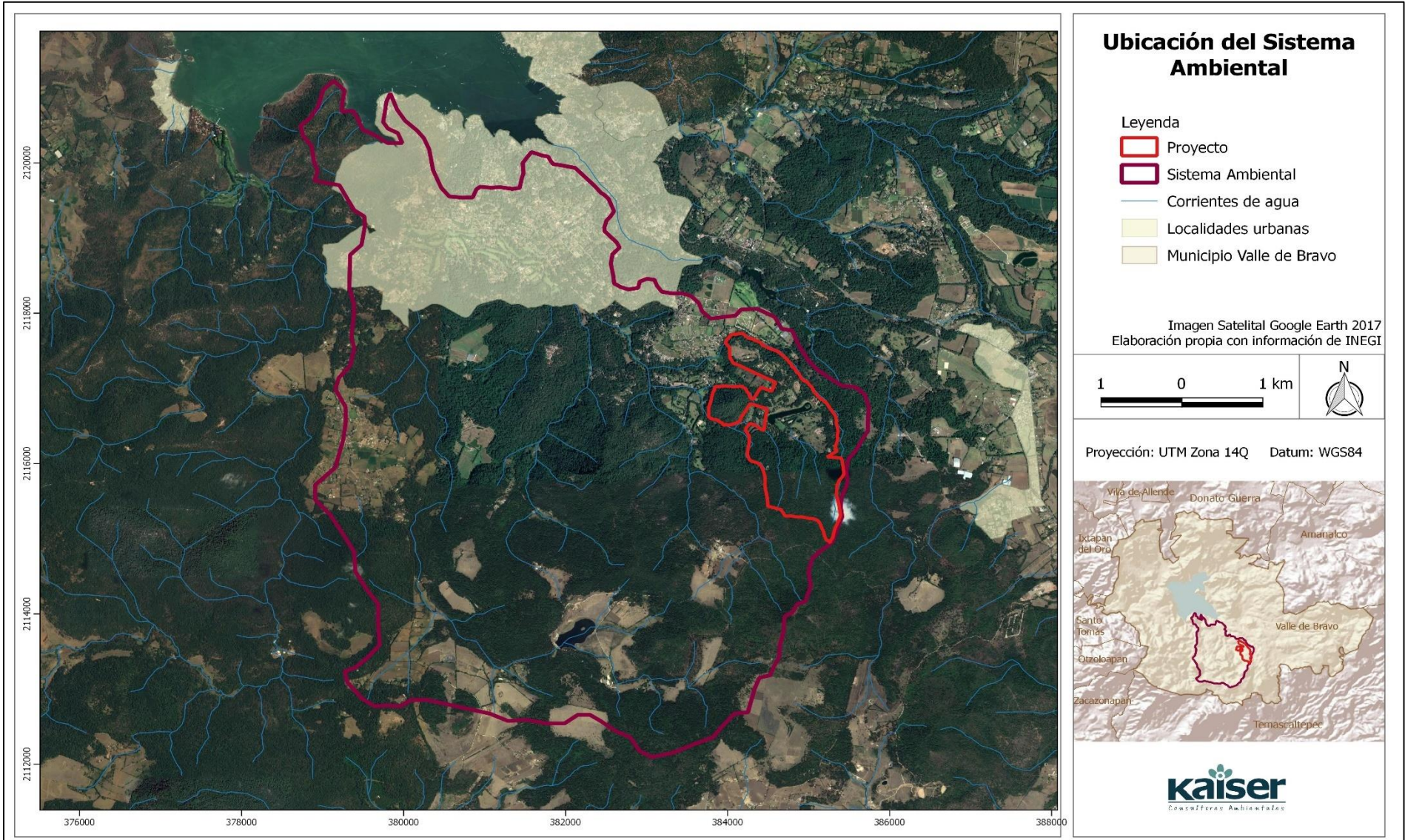
Las cuencas hidrográficas y sus subunidades (subcuenca, microcuenca) constituyen desde la perspectiva ambiental típica y habitualmente un marco geográfico adecuado para establecer los impactos ambientales de un proyecto, debido a que constituyen unidades funcionales, pues la superficie de los terrenos que conforman las cuencas y sus subunidades, están ligadas por la dinámica hidrológica que se da en ellas.

El SA se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has. La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego.

Para fines prácticos, se utilizaron los límites de la Cuenca del Arroyo San Diego, en donde se ubica el Área del Proyecto para delimitar el Sistema Ambiental, la cual registra una superficie de 3,751.00 hectáreas. El Área del Proyecto, como ya se ha señalado abarca una superficie del orden de las 221.01.01 hectáreas.

Por su parte, la caracterización del medio físico se realiza a través del análisis documental y análisis cartográfico elaborado principalmente por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los aspectos del medio biótico se realizan a través de una exhaustiva revisión bibliográfica, que se ve complementada y verificada con los trabajos de campo particularmente en el Área del Proyecto.

Los aspectos del medio socioeconómico se abordaron a nivel municipal para lo cual se utilizó la información censal de INEGI y otras instituciones como en el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO). En la siguiente figura se presenta la delimitación y ubicación del Sistema Ambiental y el Área del Proyecto.



**Figura IV. 1 Delimitación del Sistema Ambiental**





## IV.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO

### IV.2.1.1 CLIMA

El SA presenta un clima templado, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior al 5%; es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano. El tipo de clima es: C(w2) (w)b(i)g según la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García.

La temperatura media anual se encuentra en el rango ubicado entre los 12°C y los 18°C; la temperatura del mes más frío se encuentra entre -3°C y 18°C y; la temperatura del mes más caliente en 22°C. La precipitación pluvial en el mes más seco es menor de 40 mm, mientras que la del mes más lluvioso se encuentra por arriba de los 200 mm.; con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

#### IV.2.1.1.1 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

De acuerdo con los datos del Servicio Meteorológico Nacional, en la estación meteorológica 00015130, presa Valle de Bravo, se tiene un registro de temperatura promedio anual de 24.8 °C, con una mínima promedio de 13.0 °C y una máxima promedio de 24.6°C. La precipitación anual registrada es de 886.5 mm. El porcentaje de lluvia invernal menor del 5% de la anual, verano fresco y largo, y con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5°C (Isoterma). El mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

La temperatura máxima durante el año se presenta en los meses de marzo, abril y mayo, y la mínima se presenta en el mes de diciembre y enero. El periodo de lluvias se presenta de junio a septiembre. El promedio de días lluviosos al año es de 103, por lo que la media de días despejados es de 202 y el resto de los días del período anual son nublados.

**Tabla IV. 1 Registro de temperatura y precipitación**

Mes	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitación (mm)
Enero	5.3	21.8	17
Febrero	6	23.4	7
Marzo	7.5	25.4	7
Abril	9.4	27	16
Mayo	11.5	27	68
Junio	12.7	24.3	191
Julio	12.1	22.8	232
Agosto	12	22.8	220
Septiembre	12.1	22.6	200
Octubre	10.4	23.1	102
Noviembre	8.1	22.8	23
Diciembre	6.3	22.1	9
Anual	9.4	23.8	1092

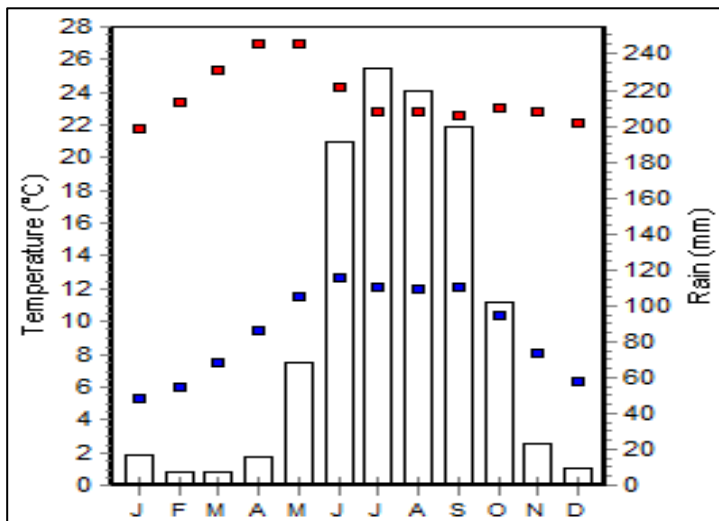


Figura IV. 2 Climograma

Las heladas se inician a mediados de diciembre y se prolongan hasta febrero, con una frecuencia menor del 20%. La frecuencia anual de granizadas es de 2 a 4%, presentándose principalmente en los meses de abril a noviembre, al igual que las tempestades eléctricas.

Se tienen registro de que existe un déficit hídrico en las primeras 23 semanas del año y en las últimas 13 (época de secas), donde la evaporación excede a la precipitación por 10 mm semanales en promedio. Debe mencionarse que la humedad relativa absoluta reportada en la región es de 45%.

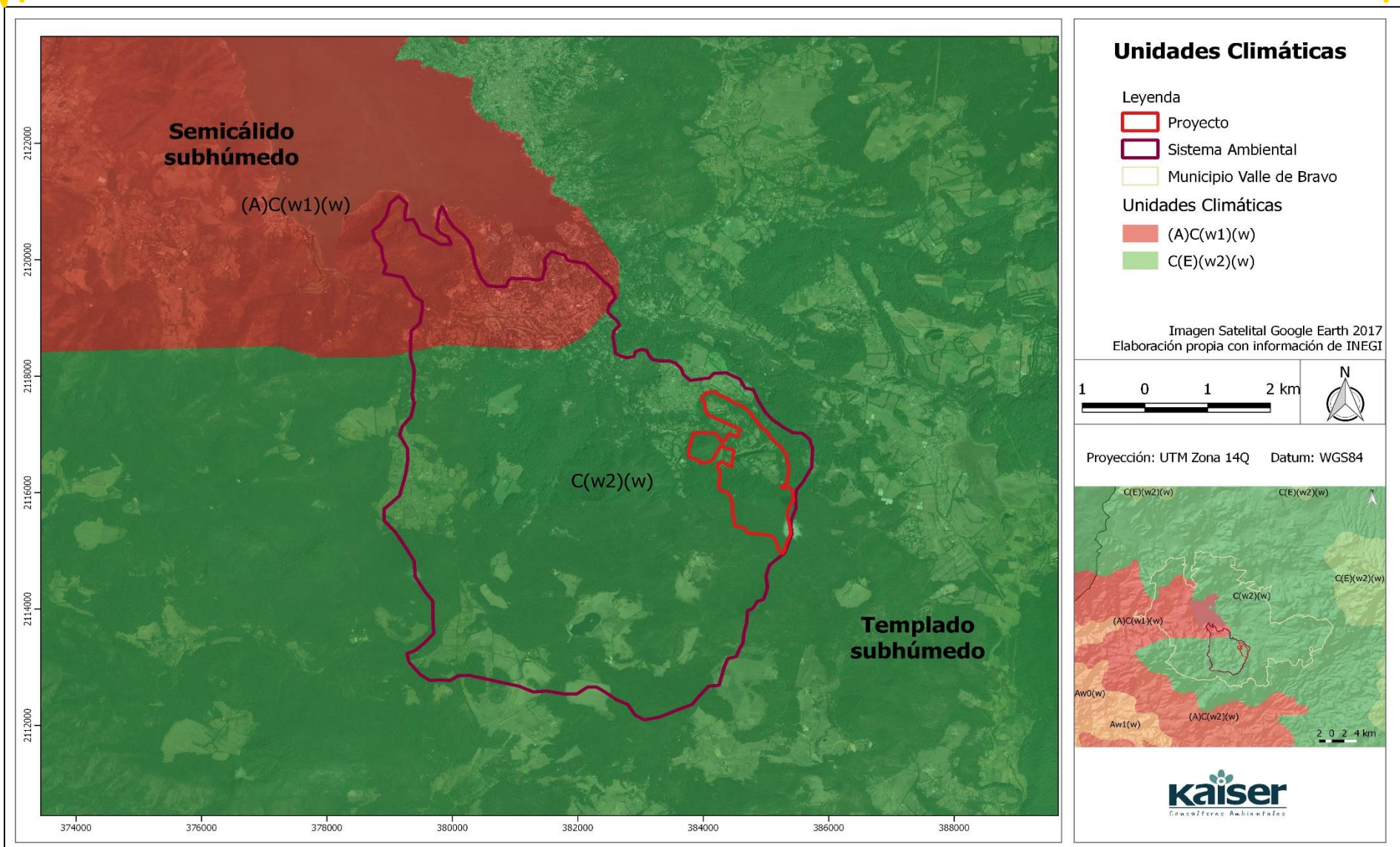


Figura IV. 3 Clima





#### *IV.2.1.1.2 AIRE*

En el SA no se realiza el monitoreo de la calidad del aire, sin embargo, se presupone que presenta una buena calidad, debido a que no existen zonas industriales importantes, la calidad del aire se ve disminuida durante los incendios forestales que se llegan a registrar. Otras fuentes de emisiones a la atmósfera son los vehículos que transitan por la carretera, caminos y terracerías.

De acuerdo al monitoreo climático del Municipio de Valle de Bravo, la velocidad imperante es en dirección nornoroeste y noreste con una velocidad promedio >5 km/h.

#### *IV.2.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA*

El SA se localiza en la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico y en la Subprovincia de Mil Cumbres que es el Sistema de topofomas más importante, presenta lomeríos de Colinas redondeadas y mesetas de basalto.

En el Área de la Proyecto se registran distintos tipos de rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas), principalmente basálticas y andesíticas de permeabilidad media a alta del Cenozoico Superior Volcánico (Mioceno a Reciente) y rocas metamórficas (esquistos, cuarcitas y gneis) de permeabilidad baja de rocas del Mesozoico, Paleozoico y Precámbrico.

El SA se localiza en una zona de lomeríos y colinas ligeramente diseccionada. Entre las elevaciones más importantes están el Cerro Gordo con alturas por arriba de los 2,500 msnm, el Cerro El Capulín al Sur y el Cerro San Agustín al Este.

En el Área del Proyecto las altitudes varían entre los 1,900 y los 2,500 msnm; las zonas más elevadas se registran al Sur y constituyen parte de la ladera del Cerro San Agustín, de Sur a Norte se registran dos barrancas con pendientes pronunciadas por donde escurren los arroyos intermitentes. En la zona Norte, se encuentran las áreas más planas con pendientes entre el 0 y 10%.

En el SA se registran dos fracturas, siendo la de mayor cercanía, la ubicada al oeste aproximadamente a 3 km del Área del Proyecto, misma que tiene una dirección Noreste-Suroeste. Dentro del Área del Proyecto no se tiene evidencia o registros de fallas o fracturas

#### *IV.2.1.1.4 EDAFOLOGÍA*

De acuerdo con la clasificación de INEGI, en el SA predomina el suelo de tipo Andosol húmico (Th) con textura media. El suelo tipo Andosol húmico es un suelo formado a partir de materiales ricos en vidrio volcánico y que comúnmente presenta un horizonte superficial oscuro. Las propiedades húmicas se refieren a suelos con alto contenido de carbono orgánico en la superficie del suelo. El material tiene al menos 1.4% de carbono orgánico en los primeros 100 cm de suelo superficial. Estos suelos presentan en su fracción arcillosa una elevada proporción de material coloidal amorfo, el cual es el responsable de la fijación de fósforo y debido a su baja disponibilidad los rendimientos en distintos cultivos como el del maíz son bajos. Por ser suelos sueltos son muy susceptibles a la erosión, por lo que se debe mantener una cubierta vegetal permanente para evitar procesos erosivos en los mismos.

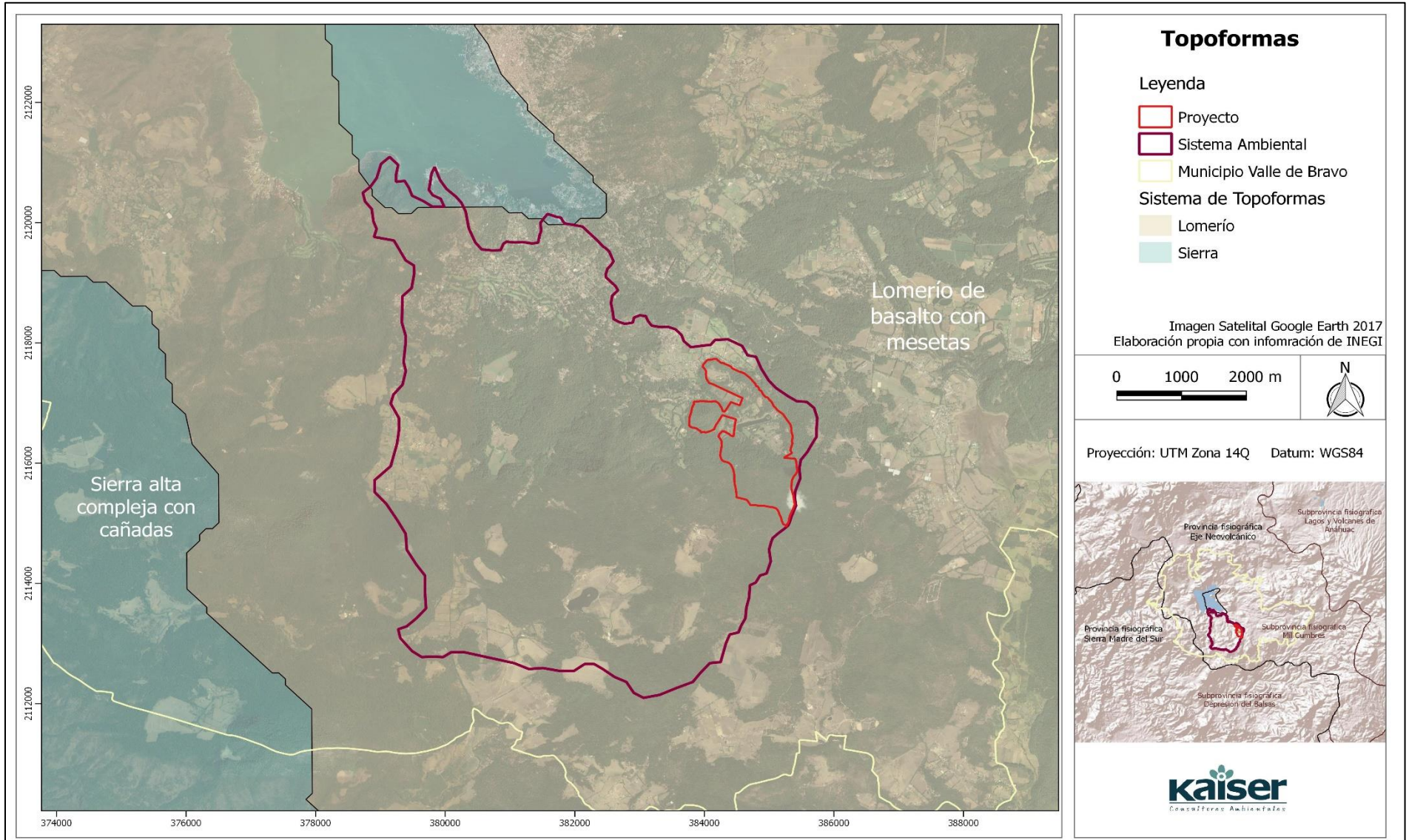


Figura IV. 4 Topoformas, Geología y geomorfología



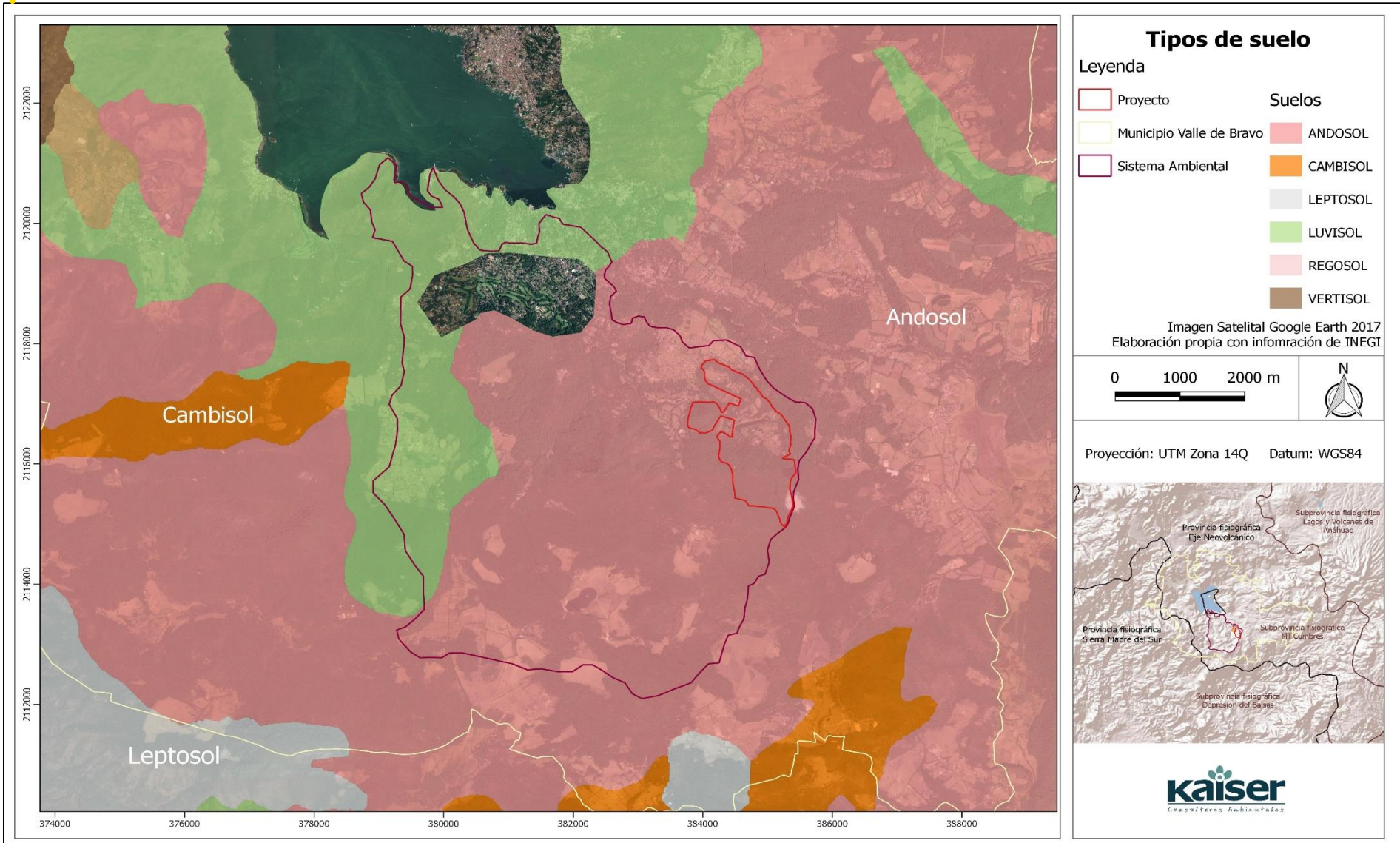


Figura IV. 5 Edafología

#### IV.2.1.1.6 SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A SISMICIDAD

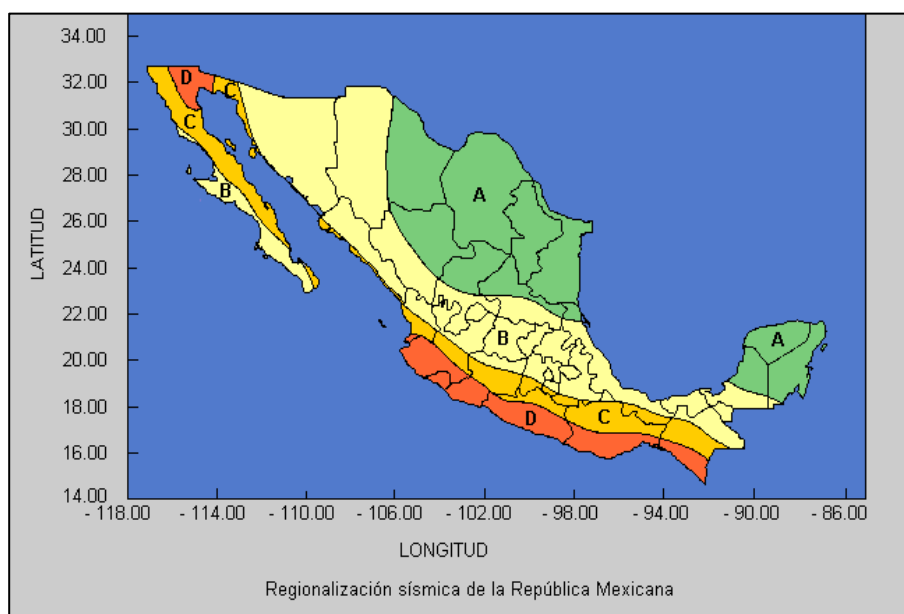
La vulnerabilidad sísmica se podría considerar como una expresión que relaciona las consecuencias probables de un movimiento de tierra sobre una construcción, una obra de ingeniería o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad sísmica que podría generarlas. Para fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas, las cuales fueron descritas de acuerdo a los catálogos de sismos ocurridos desde inicios de siglo pasado (Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, 2000).

**Tabla IV. 2 Zonas Sísmicas de la República Mexicana**

Zona	Descripción
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectados por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional

El SA se localiza, de acuerdo a la regionalización sísmica, en una Zona C, es decir, se encuentra en una zona donde se reportan sismos no tan frecuentes.



**Figura IV. 6 Mapa de sismicidad de la República Mexicana**

Fuente: Regiones sísmicas en México, <http://www.jimenezvivo.com/web/archivos/4739>

#### IV.2.1.1.7 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

El SA se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has, en toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por



manantiales, los cuales existen en toda la cuenca (oriente, centro y sur), en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura.

La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego, donde se ubica el SA y abarca una superficie de 3,751.00 ha.

El SA se ubica en el acuífero No. 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, tiene una superficie aproximada de 2, 144 km<sup>2</sup> (CONAGUA, 2007). Pertenece al esquema administrativo del Organismo de Cuenca Balsas, 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 la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México” (CONAGUA, 2007).

En el SA no existe cuerpos de agua permanentes, el cuerpo de agua más cercano y donde desembocan los arroyos intermitentes es el Lago Valle de Bravo, el cual está aproximadamente a 3,600 m del Área del Proyecto.

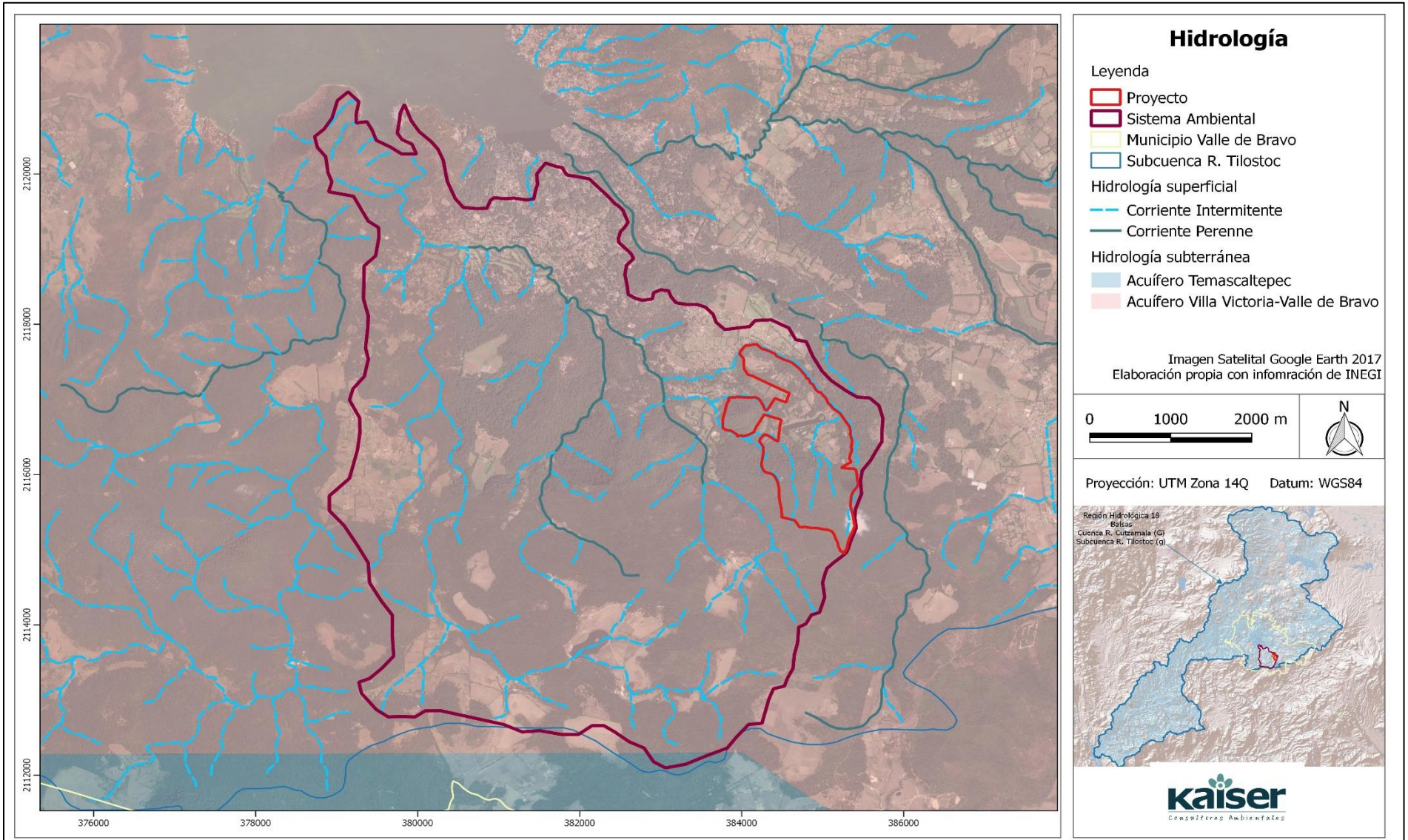
En la parte este del predio se construyó un vaso de captación de 61,707 m<sup>2</sup> con una capacidad de almacenamiento del orden de 120,000 m<sup>3</sup>, así como la instalación de doce cuerpos de agua de 80 m<sup>3</sup> cada uno de ellos y repartidos en los trece ranchos autorizados, estas obras fueron autorizadas mediante el oficio DFMARNAT/3929/2013 expedido en Toluca, México el 29 de octubre de 2013 por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de México.

En el Municipio de Valle de Bravo se registran un total de 335 manantiales que aportan un volumen de 52'815,862.08 m<sup>3</sup> anuales, con un gasto de 1,674.78 litros por segundo. Los manantiales del Municipio Valle de Bravo y Amanalco representan una importante aportación a la Presa Valle de Bravo, el 29.5 % de su capacidad total y consecuentemente beneficia al Sistema Cutzamala, que abastece de agua potable a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

**Tabla IV. 3 Manantiales que aportan a la Presa de Valle de Bravo**

Municipio	Número	m <sup>3</sup>	L/s
Valle de Bravo	335	52'815,862.08	1,674.78
Amanalco	432	63'441,601.92	2,011.72





**Figura IV. 7 Hidrología superficial y subterránea**



## IV.2.2 MEDIO BIÓTICO

### IV.2.2.1 USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN

#### IV.2.2.1.1 COBERTURA

De acuerdo con la serie V de uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2013) la cobertura más abundante en el SA corresponde a bosque de pino, la cual cubre el 67.16% del área. La agricultura de temporal anual representa el 7.86% del área y se localiza principalmente en las áreas de menor pendiente, la agricultura de temporal anual y permanente representa el 0.33%. El 6.12% del área corresponde a asentamientos humanos y está representado por la cabecera municipal de Valle de Bravo, Tabla VI.4.

**Tabla IV. 4 Usos de suelo y vegetación del Sistema Ambiental**

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Área (m <sup>2</sup> )	% de área respecto al SA
Bosque de Pino	14,636.88	146'368,674.43	67.16
Cuerpos de Agua	1,831.62	18'316,202.57	9.53
Asentamiento Urbano	1,167.73	11'677,271.81	6.12
Agricultura de temporal anual	1,510.74	15'107,361.77	7.86
Agricultura de temporal anual y permanente	63.043	630,433.97	0.33
Total	19,219.00	192'190,034.54	100.00

Fuente: Serie V, INEGI (2013)

En el SA predomina el bosque de pino - encino, el cual se distribuye entre la cota de 2,400 a 2,800 msnm. Predominan los bosques de pino, con una mayor diversidad de *Pinus sp*, el oyamel está presente hasta los 2,400 msnm, como elemento aislado. Debajo de la cota 2,800 msnm cada vez hay mayor presencia de encinos, que vuelven a ser bosques de pino - encino, que son dominantes entre los 2,000 a 2,400 msnm: Entre las especies presentes están *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, pero también *P. oocarpa* entremezclado con *Quercus laurina*, *Quercus crassipes*, *Q. crassifolia*, *Q. rugosa*, además de *Arbutus xalapensis*, *Alnus firmifolia* y *Alnus jorullensis*; más abajo.

En áreas más húmedas también se registra el bosque mesófilo de montaña con presencia de *Cercocarpus sp.*, *Clethra mexicana*, *Syntax ramirezi*, *Ternstroemia pringleii* y otras, además abundantes helechos, epifitas, musgos y líquenes, pteridofitas y fanerógamas, principalmente de las familias Piperaceae, Bromeliaceae y Orchidaceae. Este tipo de vegetación se distribuye de forma dispersa y aislada, por lo que no es factible por lo que no fue representado en el plano de usos del suelo y vegetación Serie V escala 1:250,000.

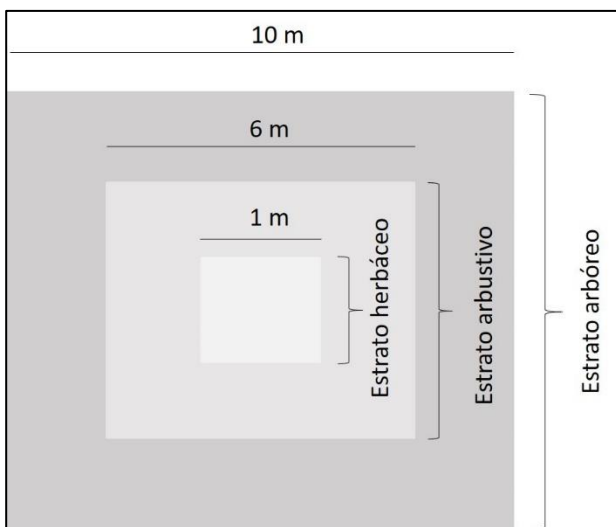
#### IV.2.2.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE LA PROYECTO

Los métodos con área definida son la principal herramienta para describir la vegetación de una zona, permiten la descripción de los atributos estructurales de las comunidades y facilitan la interpretación de las características de la vegetación. Por medio de este tipo de estudios se pueden hacer descripciones y una modelación detallada de la diversidad biológica, la importancia ecológica de cada especie, entre otras. Además, permite realizar comparaciones directas con otros trabajos e incluso extrapolar la información obtenida a ambientes más grandes (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para fines de los estudios de vegetación de la Proyecto, la ubicación de las parcelas fue determinada para representar las principales zonas ecológicas, con la finalidad de obtener las características de la vegetación. De igual forma, los puntos cumplieron con representar las diferencias ambientales de la zona. Con estas variables se escogieron aleatoriamente 18 las parcelas o unidades de muestreo (UM), su ubicación se detalla posteriormente.

Las parcelas fueron delimitadas temporalmente y distribuidas de manera aleatoria dentro del área del Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental (SA). En caso de no tener acceso al punto planeado, el muestreo se realizó en el área más cercana que poseyera equivalencias en las condiciones ecológicas. El centro del muestreo se estableció una vez alcanzado el valor mínimo de error del geoposicionador portátil ( $\pm 3$  m).

Cada parcela estuvo constituida por tres cuadrados concéntricos de 10 m, 6 m y 1 m de lado, respectivamente, como se muestra en la Figura VI.1, en los que se evalúa a los individuos de los tres estratos verticales (arbóreo, arbustivo y herbáceo respectivamente). Los estratos se definieron en función del tamaño y forma de crecimiento de las plantas. Los criterios de inclusión fueron la altura y el diámetro a la altura de pecho (DAP). a 1.30 m. Sólo se midieron las partes y los ejemplares con vida.



**Figura IV. 8 Esquema de las parcelas de muestreo**

En cada parcela se definieron tres subunidades correspondientes a cada estrato de la vegetación.

El estrato arbóreo se muestreó en el círculo de 5 m de radio. Dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor de 10 cm ( $DAP \geq 10$  cm). Los datos capturados para cada individuo presente se describen como: nombre común, altura total, diámetro del tallo mayor y de los tallos secundarios a la altura del pecho (DAP) y cobertura de la copa, según lo esquematiza la siguiente Figura.



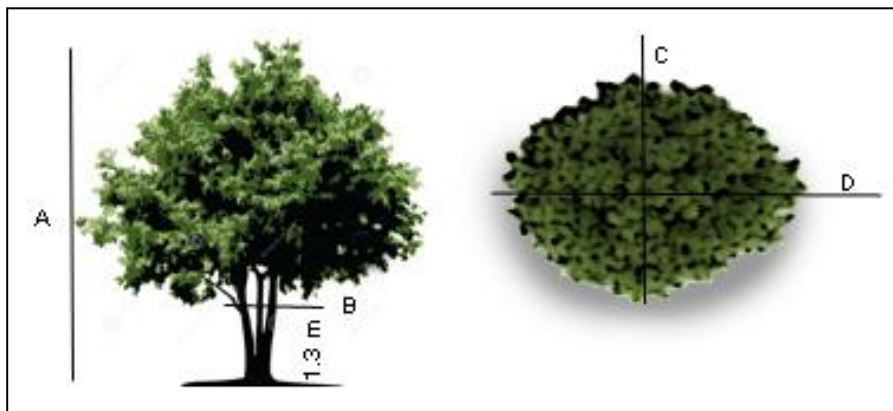


Figura IV. 9 Detalles de las mediciones realizadas, A) altura total, B) diámetro de altura del pecho (DAP) con policaullescencia, C) diámetro menor de la copa y D) diámetro mayor de la copa

El estrato arbustivo se muestreó en el círculo de 3 m de radio. Dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) menor de 10 cm ( $DAP \geq 10$  cm) y con altura mayor o igual a 1.30 m. En esta subunidad se tomaron datos de la especie, nombre común, altura total, diámetro del tallo mayor y de los tallos secundarios a la altura del pecho (DAP) y cobertura de la copa.

Finalmente, el estrato herbáceo se muestreó en el círculo a 50 cm de radio, en el centro de la parcela. Dentro de esta área se incluyeron a todos los individuos herbáceos y plántulas de otras especies. Se registraron los datos generales por especie, nombre común, altura promedio, abundancia de individuos (# inds.) y cobertura en porcentaje del total del área.

#### IV.2.2.1.3 INTENSIDAD Y UBICACIÓN DEL MUESTREO

En total se realizaron 18 parcelas, de las cuales 9 se ubicaron en el Área del Proyecto (AP) y 9 en el Sistema Ambiental (SA) con la finalidad de tener referencias de la vegetación que crece fuera del polígono del AP, la ubicación de las parcelas se describe en la Tabla IV.5.

Tabla IV. 5 Ubicación de las parcelas

Identificación	Área de Proyecto	X	Y
CC-AP-1	AP	384027	2116803
CC-AP-2	AP	383915	2116734
CC-AP-3	AP	383868	2116614
CC-AP-4	AP	384037	2116611
CC-AP-5	AP	384119	2116671
CC-AP-6	AP	384026	2116931
CC-AP-7	AP	384204	2116861
CC-AP-8	AP	384783	2116198
CC-AP-9	AP	384905	2116191
CC-SA-10	SA	385544	2116328
CC-SA-11	SA	385542	2116620
CC-SA-12	SA	385205	2116999
CC-SA-13	SA	383201	2115366
CC-SA-14	SA	383016	2115468

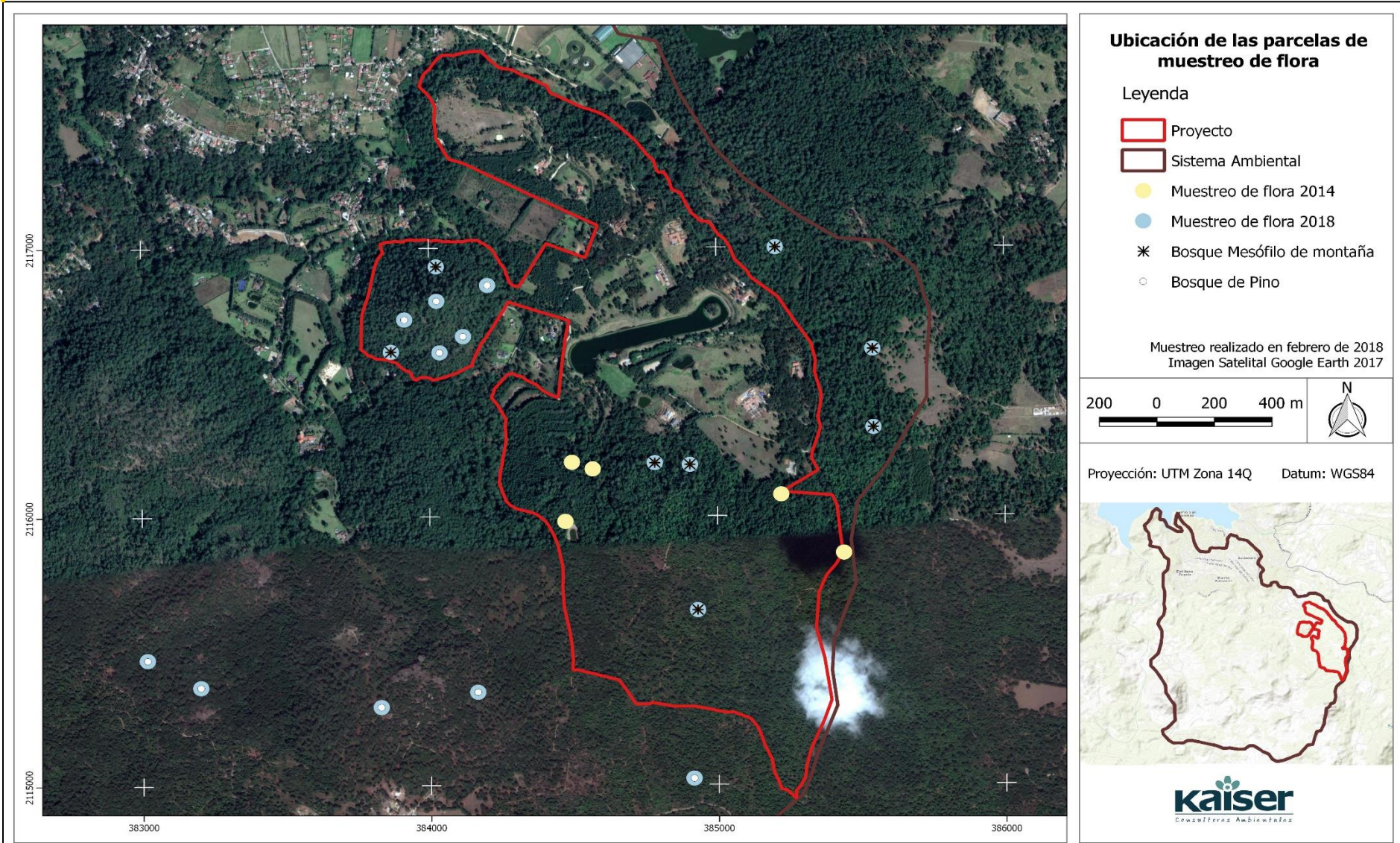


Identificación	Área de Proyecto	X	Y
CC-SA-15	SA	383828	2115292
CC-SA-16	SA	384164	2115347
CC-SA-17	SA	384914	2115023
CC-SA-18	SA	384930	2114250

Donde: AP: Área del Proyecto y SA: Sistema Ambiental

En la Figura IV.10, se muestra la representación gráfica de los puntos de muestreo del muestreo realizado en el desarrollo del Proyecto autorizado y la presente Proyecto.





**Figura IV. 10 Puntos de muestreo en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental**



#### IV.2.2.1.4 ANÁLISIS DE DATOS

##### Análisis estructural

Los datos recabados de las plantas en cada parcela fueron utilizados para conocer los atributos estructurales básicos de la comunidad. Las variables calculadas fueron:

La densidad: Número de individuos por unidad de área

$$D = ind/a$$

$D$  = densidad

$ind$  = número de individuos

$a$  = área

El área basal: La superficie ( $m^2$ ) que ocupa la sección transversal de los tallos de las plantas, suponiendo que el tronco o fuste de la planta es cilíndrico.

$$AB = \frac{d}{2} \pi$$

$AB$  = área basal

$d$  = diámetro a la altura del pecho (1.3 m) o diámetro en la base (DAB)

$\pi$  = 3.14159

En caso de individuos policaulescentes se hicieron los cálculos de todos los tallos como si fueran individuos independientes. Posteriormente se sumaron las áreas basales.

La cobertura: superficie ( $m^2$ ) que ocupa la proyección perpendicular al suelo del follaje de las plantas.

$$COB = \left( \frac{DM}{2} * \frac{dm}{2} \right) \pi$$

$COB$  = cobertura

$DM$  = diámetro mayor

$Dm$  = diámetro menor

Además de calcular los atributos básicos de la comunidad vegetal se obtuvieron otros descriptores:

- Para el estrato herbáceo se calculó el número de especies o riqueza (S), la altura promedio por especie (Hm), el número de individuos (ind.), el porcentaje de cobertura y el número total de especies.
- Para el estrato arbustivo se estimó el número de individuos (Abun.), la densidad por hectárea ( $ind\ ha^{-1}$ ), el área basal del sitio ( $m^2$ ), el área basal por hectárea ( $m^2ha^{-1}$ ), la altura promedio (Hm) y el número total de especies (S).
- Finalmente, en el estrato arbóreo se cuantificó el número de individuos (Abun.), la densidad por hectárea ( $ind\ ha^{-1}$ ), el área basal del sitio ( $m^2$ ), el área basal por hectárea ( $m^2ha^{-1}$ ), la cobertura del sitio ( $m^2$ ), la cobertura por hectárea ( $m^2ha^{-1}$ ) y el porcentaje de cobertura del sitio, la altura promedio (Hm), el intervalo de altura y el número total de especies (S).





### Índice de Valor de Importancia Relativa (VIR) – general para la zona de estudio

La evaluación de la gravedad de los efectos producidos en la vegetación por la Proyecto del medio ambiente puede ser evaluada sabiendo cuál es el papel que cada especie tiene dentro de la zona de estudio. Existen distintos análisis que se han propuesto para dilucidar estas características, algunos basados en la abundancia, otros en la biomasa, o en la frecuencia de aparición de las distintas especies en las parcelas. Sin embargo, los índices que sintetizan los distintos atributos de la comunidad permiten generar observaciones más integrales. Uno de los índices más utilizados por su simplicidad y capacidad de generalización es el Valor de Importancia Relativa (VIR).

El VIR se calcula utilizando dos o tres atributos, uno de frecuencia, uno de dominancia y uno de abundancia. Para esto en los estratos arbustivo y arbóreo, se estimó el número de individuos, la densidad por hectárea, el área basal del sitio, el área basal por hectárea, la altura promedio y el número total de especies. Estos valores se analizaron para estimar las siguientes variables: abundancia relativa ( $Dr$ ), frecuencia relativa ( $Fr$ ), área basal relativa ( $ABr$ ) y obtener el índice de Valor de Importancia Relativa (VIR) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

El estrato bajo o herbáceo se analizó con los datos por sitio de muestreo. El análisis consistió en cuantificar el número de especies, la altura promedio por especie, el número de plantas, la cobertura o porcentaje de cobertura y el número total de especies. El VIR por especie de estos estratos se obtuvo con la densidad relativa, la frecuencia y la cobertura relativa.

La densidad relativa se obtuvo mediante la fórmula:

$$Dr = \frac{n}{N} 100$$

Donde:

$Dr$  = densidad relativa de la especie  $i$  con respecto a la densidad total

$n$  = el número de individuos de la especie  $i$

$N$  = el número total de individuos

La dominancia relativa se mide en función del área basal, que se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera:

$$ABr = \frac{ABi}{\sum AB} 100$$

Dónde:

$ABr$  = Dominancia relativa de la especie  $i$

$ABi$  = Sumatoria de las áreas basales de la especie  $i$

$\sum AB$  = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la muestra

La frecuencia relativa de las especies mide su dispersión dentro la comunidad vegetal.

$$Fr = \frac{Fi}{\sum F} 100$$



Donde:

$Fr$  = Frecuencia relativa de la especie  $i$

$Fi$  = Número de cuadrantes donde la especie  $i$  ocurre

$\Sigma F$  = Sumatoria total de ocurrencias de todas las especies en todos los cuadrantes

Finalmente, el índice de Valor de Importancia Relativa (VIR) se calcula con la siguiente fórmula (Matteuci y Colma, 1982).

$$VIR = \frac{ABr + Dr + Fr}{3}$$

Donde:

$Dr$  = la densidad relativa

$ABr$  = el área basal relativa

$Fr$  = la frecuencia relativa

$VIR$  = Valor de importancia relativa

### **Índice de Valor de Importancia Relativa (VIR) - por sitio, definición de asociaciones**

A partir de las mediciones de cada unidad de muestreo se calculó el índice de valor de importancia relativa para cada parcela. Para los estratos arbóreo y arbustivo se utilizó el área basal relativa como atributo de dominancia y la abundancia relativa por especie.

$$VIR_p = \frac{ABr + Dr}{2}$$

En el estrato herbáceo se utilizaron los valores relativos de abundancia y cobertura (como atributo de dominancia).

$$VIR_H = \frac{COBr + Dr}{2}$$

$COBr$ , es la cobertura de la copa relativa

La cobertura relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las coberturas de una especie en particular, respecto a la sumatoria de las coberturas de todas las especies de la misma comunidad o parcela. Se calcula de la siguiente manera:

$$COBr = \frac{COBi}{\Sigma COB} 100$$

Donde:

$COBr$  = Cobertura relativa

$COBi$  = Cobertura de la especie  $i$

$\Sigma COB$  = Cobertura total de todas las especies

Para calcular el VIR de las especies al interior de las parcelas no se utilizó la frecuencia relativa, ya que este atributo no es biológicamente significativo en muestras con menos de 30 subdivisiones.



### Índice de Diversidad de Shannon y Simpson

Con el fin de conocer la diversidad de las especies se obtuvieron los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson y el inverso de Simpson.

**Índice de Shannon-Wiener-** Es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica. Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad a través de conocer el número de especies presentes y su abundancia relativa. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

- $H'$  = índice de Shannon
- $pi$  = abundancia relativa
- $ln$  = Logaritmo natural

**Índice de Simpson:** Este índice mide la dominancia de las especies en la muestra, es uno de los más utilizados y toma en cuenta un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. Este índice refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Se calcula mediante la siguiente fórmula

$$D = \sum pi^2$$

Donde:

- $D$  = índice de Simpson
- $pi$  = número de individuos en la  $i$ ésima especie relativo

A mayores valores del índice de Simpson (directo calculado de manera directa) la diversidad disminuye, calcular el inverso y el complementario del Índice son una herramienta más intuitiva para comparar la diversidad de una comunidad, estas fórmulas se presentan a continuación.

### Inverso de Simpson

$$InvD = 1 / (\sum pi^2)$$

Donde:

- Inv D = Inverso de Simpson
- $pi$  = número de individuos en la  $i$ ésima especie relativo

**Índice de equidad de Shannon:** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes por lo que no hay una especie que domine en la comunidad.



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

Donde:

$$H'_{\max} = \log^2(S).$$

H' = índice de Shannon

#### IV.2.2.1.5 ASOCIACIONES VEGETALES

Con los datos dasométricos obtenidos en campo de cada estrato, se calcularon los atributos estructurales básicos de la comunidad vegetal. A partir de éstos se calculó el Valor de Importancia Relativo (VIR) por especie y estrato de cada sitio. Los valores de VIR de cada especie fueron utilizados para hacer un análisis de agrupamiento que permitió identificar comunidades por su similitud florística y estructural. Con la clasificación se pudieron reconocer 2 grupos principales con una distancia de corte de 2.2, tal como se esquematiza en la próxima Figura.

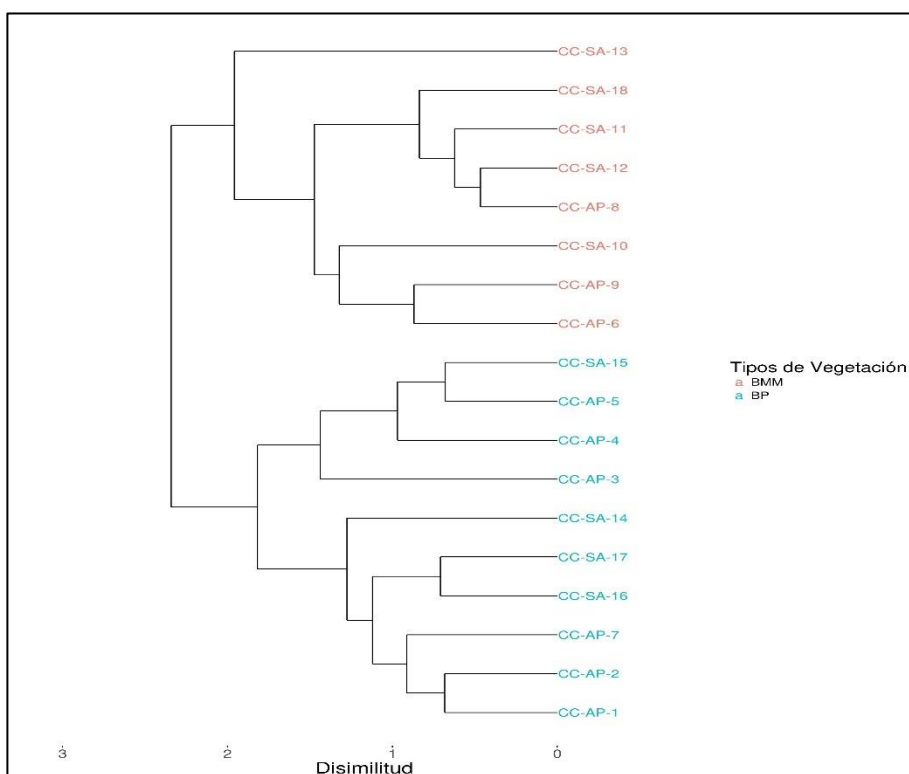


Figura IV. 11 Clasificación de los tipos de vegetación encontrados en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental de acuerdo con la estructura y composición. Valle de Bravo

De acuerdo con la estructura y composición de estos grupos se asignó el equivalente más próximo con la clasificación de la Serie V de INEGI, y se agruparon los sitios en 2 tipos de vegetación:

- BP: Bosque de Pino.
- BMM: Bosque Mesófilo de Montaña.

El grupo más grande, con 10 parcelas fue la vegetación de Bosque de Pino, seguido del Bosque Mesófilo de Montaña con 8 parcelas. A continuación, se describirán las características de cada uno.



## Bosque de Pino

El Bosque de Pino (BP) fue el tipo de vegetación mejor representado en la zona de estudio, ya que estuvo conformado por 10 parcelas. Las especies dominantes de la asociación de Bosque de Pino son; *Pinus pseudostrabus*, *Quercus scytophylla*, *Pteridium aquilinum* y *Dendropanax arboreus*. López-Pérez, J. et. al., en 2011 reportan para la región de Avándaro, perteneciente a la misma región hidrológica comunidades vegetales con una composición semejante a la que clasificaran como Bosques Mixtos de Pino-Encino, sin embargo, en este caso dada la dominancia de las especies se consideró más adecuado clasificarlos como Bosque de Pino.

En cuanto a la ubicación de las parcelas, 6 se encontraron dentro del AP y 4 dentro del SA. La riqueza total fue de 40 especies, con un promedio de especies por parcela fue de 8.3 La altura promedio fue de 16.52 m en el estrato arbóreo, 2.49 m en el estrato arbustivo y 0.35 m en el estrato herbáceo; el área basal por hectárea del estrato arbóreo fue de 34.3 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>, mientras que en el arbustivo fue de 1.43 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>; la cobertura promedio por hectárea en el estrato arbóreo fue de 21802.16 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>, en el arbustivo fue de 7388.39 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>, mientras que en el estrato herbáceo fue de 2500 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>. Los detalles estructurales generales de este tipo de vegetación se encuentran en la siguiente Tabla.

**Tabla IV. 6 Resumen estructural del Bosque de Pino**

Sitio	S	Abun	Hm Arbórea	Hm Arbustiva	Hm Herbácea	AB Arbórea	AB Arbustiva	COB Arbórea	COB Arbustiva	COB Herbácea
CC-AP-1	3	11	11.51	4.03	0.34	14.15	3.39	12995	3323	500
CC-AP-2	6	23	18.79	1.86	0.66	57.12	0.23	29463	2314	3500
CC-AP-3	7	35	11.44	2.89	0.28	20.06	3.12	12417	11591	1200
CC-AP-4	11	24	9.48	2.08	0.16	20.71	1.62	14174	4932	500
CC-AP-5	5	13	20.55	2.19	0.22	42.83	0.14	26432	870.1	1600
CC-AP-7	11	19	20.71	2.44	0.3	37.9	1.22	15343	5160	1300
CC-SA-14	14	43	18.51	1.94	0.47	45.24	0.48	23548	32835	8600
CC-SA-15	6	15	18.57	2.21	0.44	33.59	0.81	28832	3348	4000
CC-SA-16	6	13	18.1	2.59	0	57.55	0.71	43947	2223	0
CC-SA-17	12	41	17.53	2.68	0.25	13.81	2.54	10871	7288	1300

Donde: S es la riqueza específica; Abun: número total de individuos dentro de la parcela; Hm: altura media de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo en m); AB: área basal de los estratos arbóreo y arbustivo (m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>); COB, cobertura de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo en m<sup>2</sup>).

Al igual que en el estudio de López-Pérez, J. et. al., 2011 se encontraron géneros propios del Bosque Mesófilo de Montaña (*Cleyera*, *Dendropanax*, *Symplocus* y *Ternstroemia*) en las parcelas de Bosque de Pino, la vegetación en la zona está formada por gradientes altitudinales, de precipitación y de humedad atmosférica y no existe un límite definido entre ambos tipos de vegetación lo que provoca que se formen mosaicos. Adicionalmente se reconoce en el área el aprovechamiento forestal como una de las actividades que históricamente han impactado la región lo que a su vez ha provocado la degradación de los ambientes lo cual se refleja con la presencia de especies consideradas malezas o asociadas a zonas de disturbio como: *Vernonia alamanii*, *Brickellia secundiflora*, *Pteridium aquilinum*, *Didymaea floribunda*, *Euphorbia graminea*, *Desmodium grahamii* y *Parathesis melanosticta*.



### Estructura por estrato del bosque

Una vez reconocida la identidad de cada tipo de vegetación se realizó un análisis a detalle para cada uno de los estratos identificados. Los resultados encontrados por estrato para el BP se presentan a continuación.

#### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo se compuso por 11 especies siendo las más importantes *Pinus pseudostrobus*, *Quercus scytophylla* y *Quercus glabrescens*, Tabla IV.7. Otras especies importantes en el estrato arbóreo fueron *Agarista mexicana*, *Quercus rugosa*, *Vernonia alamanii*, *Clethra hartwegii* y *Pinus teocote*. El estrato arbóreo presentó una altura promedio de 16.52, mientras que la altura máxima fue de *Pinus pseudostrobus* con 32.2 m, *Pinus pseudostrobus* fue la especie que presentó la mayor área basal con 26.75 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>.

#### Estrato arbustivo

El estrato arbustivo se compuso por 26 especies, destacando el *Ternstroemia lineata*, *Quercus candicans* y *Dendropanax arboreus*, Tabla IV.8. Otras especies que aparecieron en este estrato fueron *Quercus scytophylla*, *Pinus pseudostrobus*, *Rumfordia floribunda*, *Lepechinia nelsonii* y *Stevia incognita*. Este estrato presentó una altura promedio de 2.49 m. La altura máxima del estrato arbustivo correspondió a un individuo de *Pinus pseudostrobus* con una altura de 9.9 m. La especie con mayor área basal fue *Quercus candicans* con un área basal de 0.34 m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>.

#### Estrato herbáceo

El estrato herbáceo registró un total de 20 especies, las especies dominantes fueron *Pteridium aquilinum*, *Didymaea floribunda* y *Dendropanax arboreus*, *Pinus montezumae*, *Euphorbia graminea*, *Lantana velutina*, *Smilax pringlei*, *Parathesis melanosticta* y *Quercus glabrescens*, Tabla IV.9.

**Tabla IV. 7 Resumen estructural del estrato arbóreo del Bosque de Pino**

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha <sup>-1</sup>	ABm	ABr	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Pinus pseudostrobus</i>	28	280	42	19.59	32.2	2.68	26.75	0.1	78.01	1441	14414	51.48	66.11	90	39.13	57.71
<i>Quercus scytophylla</i>	10	100	20	13.48	20.32	0.5	4.98	0.05	14.52	439.9	4399	43.99	20.18	50	21.74	18.75
<i>Quercus glabrescens</i>	3	30	6	15.41	21.2	0.07	0.75	0.02	2.19	57.77	577.7	19.26	2.65	10	4.35	4.18
<i>Agarista mexicana</i>	2	20	4	6.63	9.9	0.08	0.85	0.04	2.47	33.16	331.6	16.58	1.52	10	4.35	3.61
<i>Quercus rugosa</i>	1	10	2	13.62	13.62	0.04	0.42	0.04	1.23	63.45	634.5	63.45	2.91	10	4.35	2.53
<i>Vernonia alamanii</i>	1	10	2	14.14	14.14	0.02	0.25	0.02	0.73	67.52	675.2	67.52	3.1	10	4.35	2.36
<i>Clethra hartwegii</i>	1	10	2	8.92	8.92	0.02	0.17	0.02	0.48	17.16	171.6	17.16	0.79	10	4.35	2.28
<i>Pinus teocote</i>	1	10	2	16.7	16.7	0.01	0.12	0.01	0.36	55.14	551.4	55.14	2.53	10	4.35	2.24
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	10	2	3.13	3.13	0	0.01	0	0.02	2.88	28.81	2.88	0.13	10	4.35	2.12
<i>Quercus candicans</i>	1	10	2	1.51	1.51	0	0	0	0	1.26	12.62	1.26	0.06	10	4.35	2.12
<i>Stevia incognita</i>	1	10	2	1.86	1.86	0	0	0	0	0.54	5.36	0.54	0.02	10	4.35	2.12

Donde: Ind: número total de individuos dentro de la parcela; D•ha<sup>-1</sup>: densidad de individuos por ha; Dr: densidad relativa; Hm: altura media; Hmax: altura máxima; ABt: área basal total (m<sup>2</sup>); AB•ha<sup>-1</sup> área basal total (m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>); ABm: área basal promedio (m<sup>2</sup>); ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m<sup>2</sup>), COB•ha<sup>-1</sup>, cobertura por ha, COBm cobertura media (m<sup>2</sup>), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

**Tabla IV. 8 Resumen estructural del estrato arbustivo del Bosque de Pino**

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha <sup>-1</sup>	ABm	ABr	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Ternstroemia lineata</i>	20	555.6	15.04	2.14	4.24	0.01	0.17	0	11.91	25.54	709.5	1.28	9.6	40	7.84	11.6
<i>Quercus candicans</i>	3	83.33	2.26	3.18	4.62	0.01	0.34	0	23.96	13.42	372.9	4.47	5.05	20	3.92	10.05
<i>Dendropanax arboreus</i>	11	305.6	8.27	3.33	6.83	0.01	0.17	0	12.06	20.79	577.4	1.89	7.81	20	3.92	8.08
<i>Quercus scytophylla</i>	7	194.4	5.26	2.48	3.84	0.01	0.16	0	11.09	13.58	377.1	1.94	5.1	40	7.84	8.06
<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	166.7	4.51	4.42	9.9	0.01	0.22	0	15.15	18.74	520.7	3.12	7.05	20	3.92	7.86
<i>Rumfordia floribunda</i>	12	333.3	9.02	2.08	3	0	0.06	0	4.52	11.54	320.5	0.96	4.34	20	3.92	5.82
<i>Lepechinia nelsonii</i>	14	388.9	10.53	1.78	2.39	0	0.01	0	1.01	109.6	3046	7.83	41.22	30	5.88	5.81
<i>Stevia incognita</i>	11	305.6	8.27	1.75	2.79	0	0.02	0	1.31	2.74	67.14	0.25	1.03	30	5.88	5.16
<i>Brickellia secundiflora</i>	10	277.8	7.52	1.72	2.16	0	0.01	0	0.89	3.38	93.98	0.34	1.27	30	5.88	4.67
<i>Ageratina areolaris</i>	7	194.4	5.26	2.72	4.09	0	0.04	0	2.72	12.06	334.9	1.72	4.53	30	5.88	4.62

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha <sup>-1</sup>	ABm	ABr	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Symplocos citrea</i>	5	138.9	3.67	2.02	2.58	0	0.01	0	0.58	3.17	88.14	0.63	1.19	30	5.88	3.41
<i>Vernonia alamanii</i>	5	138.9	3.67	2.82	3.41	0	0.03	0	2.03	3.64	101	0.73	1.37	20	3.92	3.24
<i>Clethra hartwegii</i>	3	83.33	2.26	3.93	4.81	0	0.04	0	2.98	7.51	208.6	2.5	2.82	20	3.92	3.05
<i>Agarista mexicana</i>	3	83.33	2.26	2.31	3.27	0	0.03	0	2.12	2.86	79.51	0.95	1.08	20	3.92	2.67
<i>Clethra mexicana</i>	1	27.78	0.75	4.84	4.84	0	0.05	0	3.38	5.1	141.7	5.1	1.92	10	1.96	2.03
<i>Ageratina sp.</i>	2	55.42	1.5	2.12	2.18	0	0.01	0	0.47	2.17	60.25	1.08	0.82	20	3.92	1.97
<i>Fuchsia thymifolia</i>	2	55.42	1.5	1.66	1.75	0	0	0	0.01	0.71	19.72	0.35	0.27	20	3.92	1.81
<i>Comarostaphylis longifolia</i>	2	55.42	1.5	2.4	3.2	0	0.02	0	1.18	2.78	77.18	1.39	1.04	10	1.96	1.55
<i>Styrax ramirezii</i>	1	27.78	0.75	4.68	4.68	0	0.02	0	1.57	2.15	59.63	2.15	0.81	10	1.96	1.43
<i>Buddleja parviflora</i>	2	55.42	1.5	1.75	1.78	0	0.01	0	0.49	0.95	26.44	0.48	0.36	10	1.96	1.32
<i>Parathesis melanosticta</i>	1	27.78	0.75	2.53	2.53	0	0.01	0	0.42	2.27	62.96	2.27	0.85	10	1.96	1.04
<i>Desmodium sp. 3</i>	1	27.78	0.75	1.75	1.75	0	0	0	0.05	0.15	4.06	0.15	0.05	10	1.96	0.92
<i>Monnina ciliolata</i>	1	27.78	0.75	1.82	1.82	0	0	0	0.04	0.45	12.49	0.45	0.17	10	1.96	0.92
<i>Fuchsia arborescens</i>	1	27.78	0.75	1.38	1.38	0	0	0	0.02	0.26	7.12	0.26	0.1	10	1.96	0.91
<i>Calliandra grandiflora</i>	1	27.78	0.75	1.34	1.34	0	0	0	0.01	0.28	7.7	0.28	0.1	10	1.96	0.91
<i>Salvia mexicana</i>	1	27.78	0.75	1.31	1.31	0	0	0	0.01	0.12	3.28	0.12	0.04	10	1.96	0.91

Donde: Ind: número total de individuos dentro de la parcela; D•ha<sup>-1</sup>: densidad de individuos por ha; Dr: densidad relativa; Hm: altura media; Hmax: altura máxima; ABt: área basal total (m<sup>2</sup>); AB•ha<sup>-1</sup>: área basal total (m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>); ABm: área basal promedio (m<sup>2</sup>); ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m<sup>2</sup>), COB•ha<sup>-1</sup>, cobertura por ha, COBm cobertura media (m<sup>2</sup>), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.



**Tabla IV. 9 Resumen estructural del estrato herbáceo del Bosque de Pino**

Especies	Ind	D • ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB • ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Pteridium aquilinum</i>	3	3000	5.42	0.53	0.85	0.37	370	0.12	16.44	33.33	11.54	11.18
<i>Didymaea floribunda</i>	9	9000	16.67	0.14	0.19	0.06	60	0.03	2.67	22.22	7.69	9.01
<i>Dendropanax arboreus</i>	4	4000	7.41	0.42	0.61	0.22	220	0.11	9.78	22.22	7.69	8.29
<i>Pinus montezumae</i>	1	1000	1.85	0.86	0.86	0.35	350	0.35	15.42	11.11	3.85	7.08
<i>Euphorbia graminea</i>	7	7000	12.96	0.41	0.41	0.05	50	0.05	2.22	11.11	3.85	6.34
<i>Lantana velutina</i>	3	3000	5.42	0.14	0.16	0.08	80	0.04	3.42	22.22	7.69	5.6
<i>Smilax pringlei</i>	3	3000	5.42	0.28	0.32	0.06	60	0.03	2.67	22.22	7.69	5.3
<i>Parathesis melanosticta</i>	1	1000	1.85	0.84	0.84	0.22	220	0.22	9.78	11.11	3.85	5.16
<i>Quercus glabrescens</i>	1	1000	1.85	0.62	0.62	0.2	200	0.2	8.89	11.11	3.85	4.86
<i>Quercus magnoliifolia</i>	5	5000	9.26	0.21	0.21	0.01	10	0.01	0.44	11.11	3.85	4.52
<i>Monnina ciliolata</i>	4	4000	7.41	0.24	0.24	0.04	40	0.04	1.78	11.11	3.85	4.34
<i>Ageratina areolaris</i>	1	1000	1.85	0.47	0.47	0.15	150	0.15	6.67	11.11	3.85	4.12
<i>Roldana sp.</i>	3	3000	5.42	0.02	0.02	0.05	50	0.05	2.22	11.11	3.85	3.87
<i>Physalis sp.</i>	3	3000	5.42	0.18	0.25	0.03	30	0.02	1.33	11.11	3.85	3.58
<i>Brickellia secundiflora</i>	1	1000	1.85	0.42	0.42	0.1	100	0.1	4.44	11.11	3.85	3.38
<i>Clethra hartwegii</i>	1	1000	1.85	0.35	0.35	0.1	100	0.1	4.44	11.11	3.85	3.38
<i>Lepechinia nelsonii</i>	1	1000	1.85	0.95	0.95	0.1	100	0.1	4.44	11.11	3.85	3.38
<i>Maianthemum flexuosum</i>	1	1000	1.85	0.4	0.4	0.03	30	0.03	1.33	11.11	3.85	2.34
<i>Quercus scytophylla</i>	1	1000	1.85	0.11	0.11	0.02	20	0.02	0.89	11.11	3.85	2.2
<i>Symplocos citrea</i>	1	1000	1.85	0.14	0.14	0.01	10	0.01	0.44	11.11	3.85	2.05

Donde: Ind: número total de individuos dentro de la parcela; D • ha<sup>-1</sup>: densidad de individuos por ha; Dr: densidad relativa; Hm: altura media; Hmax: altura máxima; ABt: área basal total (m<sup>2</sup>); AB • ha<sup>-1</sup> área basal total (m<sup>2</sup> • ha<sup>-1</sup>); ABm: área basal promedio (m<sup>2</sup>); ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m<sup>2</sup>), COB • ha<sup>-1</sup>, cobertura por ha, COBm cobertura media (m<sup>2</sup>), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

## Bosque Mesófilo de Montaña

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), fue el tipo de vegetación mejor representado en la zona de estudio, se conformado de 8 parcelas donde las especies dominantes de la asociación fueron *Styrax ramirezii*, *Clethra hartwegii* y *Pinus montezumae*.

La distribución de las parcelas entre el Área de Proyecto y el Sistema Ambiental se conformó por 3 en el AP y 5 parcelas en el SA. La riqueza total fue de 27 especies, con un promedio de especies por parcela de 7.88, la mayor riqueza de especies por parcela registrada en este tipo de vegetación fue de 11 especies. Los detalles estructurales generales de este tipo de vegetación se encuentran en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 10 Resumen estructural del Bosque Mesófilo de Montaña**

Sitio	S	Abun	Hm Arbórea	Hm Arbustiva	Hm Herbácea	AB Arbórea	AB Arbustiva	COB Arbórea	COB Arbustiva	COB Herbácea
CC-AP-6	11	26	12.6	3.43	0.14	57.52	5.3	24284	13005	200
CC-AP-8	6	12	20.89	7.91	0.27	111.3	0.79	42393	3978	3000
CC-AP-9	7	18	7.86	6.4	0.15	2.38	12.34	4628	16480	2600
CC-SA-10	6	39	11.15	6.8	0.27	35.79	1.07	31373	2204	3500
CC-SA-11	6	18	16.62	7.75	0.48	70.48	5.25	14788	9879	1200
CC-SA-12	10	34	19.63	5.3	0.16	38.72	10.41	11966	18622	1500
CC-SA-13	9	36	20.03	1.95	0.28	48.29	0.72	23553	6442	4300
CC-SA-18	8	38	8.88	3.09	0	35.68	5.63	16380	11577	0

Donde: S es la riqueza específica; Abun: número total de individuos dentro de la parcela; Hm: altura media de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo en m); AB: área basal de los estratos arbóreo y arbustivo ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ); COB, cobertura de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo en  $m^2$ ).

Las parcelas de BMM presentaron una composición florística semejante a la reportada por López-Pérez, J. et. al., 2011 con especies como *Quercus scytophylla*, *Q. laurina*, *Styrax ramirezii*, *Clethra hartwegii*, *Ternstroemia lineata* y *Dendropanax arboreus*. Al igual que en el Bosque de Pino estas áreas han sido afectadas principalmente por el aprovechamiento forestal y el desmonte para el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, lo cual se refleja en la presencia de un estrato arbustivo abundante en diferentes parcelas y la presencia de especies asociadas a los disturbios *Vernonia alamanii*, *Toxicodendron radicans*, *Brickellia secundiflora*, *Monnina ciliolata* y *Desmodium grahamii*.

### Estructura por estrato

Reconocida la identidad de cada tipo de vegetación se realizó un análisis más a detalle para cada uno de los estratos identificados. Los resultados encontrados por estrato para el BMM se presentan a continuación.

#### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo se compuso por 12 especies, *Pinus montezumae*, *Styrax ramirezii* y *Clethra hartwegii*, Tabla IV.11. Otras especies importantes en el estrato arbóreo fueron *Ternstroemia lineata*, *Clethra mexicana*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus scytophylla* y *Quercus candicans*. El estrato arbóreo

presentó una altura promedio de 14.71, mientras que la altura máxima fue de *Pinus montezumae* con 38 y el *Pinus montezumae* fue la especie con la mayor área basal ( $29.88 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

#### Estrato arbustivo

Se compuso por 15 especies, entre las cuales se encontraron *Styrax ramirezii*, *Ternstroemia lineata* y *Lepechinia nelsonii*, Tabla IV.12. Otras especies que aparecieron en este estrato fueron *Clethra hartwegii*, *Vernonia alamanii*, *Clethra mexicana*, *Rumfordia floribunda* y *Calliandra grandiflora*, la altura promedio del estrato fue de 5.33 m con una altura máxima para un individuo de *Styrax ramirezii* (11.93 m), el *Styrax ramirezii* fue la especie con mayor área basal ( $3.24 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

#### Estrato herbáceo

De acuerdo con el estudio de campo presentado en la Tabla IV.13, el estrato herbáceo obtuvo un total de 13 especies, con la dominancia de *Zeugites mexicanus*, *Desmodium grahamii* y *Saurauia serrata*. Otras especies encontradas en el estrato herbáceo fueron *Smilax moranensis*, *Toxicodendron radicans*, *Ageratina pazcuarensis*, *Ternstroemia lineata*, *Monnina ciliolata* y *Vernonia alamanii*.

**Tabla IV. 11 Resumen estructural del estrato arbóreo**

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha <sup>-1</sup>	ABm	ABr	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Pinus montezumae</i>	13	162.5	27.08	20.39	38	2.39	29.88	0.18	59.74	1129	14110	86.83	61.42	62.5	20	35.61
<i>Styrax ramirezii</i>	7	87.5	14.58	12.67	18.1	0.25	3.08	0.04	6.17	209.6	2620	29.94	11.43	62.5	20	13.58
<i>Clethra hartwegii</i>	8	100	16.67	9.05	15.41	0.1	1.27	0.01	2.54	142.1	1767	17.67	7.75	50	16	11.73
<i>Ternstroemia lineata</i>	6	75	12.5	9.31	14.39	0.54	6.67	0.09	13.51	73.61	920.1	12.27	4.01	25	8	11.34
<i>Clethra mexicana</i>	4	50	8.33	8.82	12.14	0.18	2.25	0.05	4.5	63.42	792.7	15.85	3.46	25	8	6.95
<i>Pinus pseudostrobus</i>	1	12.5	2.08	35.4	35.4	0.42	5.23	0.42	10.46	106.4	1329	106.4	5.8	12.5	4	5.51
<i>Quercus scytophylla</i>	3	37.5	6.25	12.23	13.81	0.08	1.06	0.03	2.11	58.67	734.5	19.59	3.2	12.5	4	4.12
<i>Quercus candicans</i>	2	25	4.17	8.66	12.33	0.02	0.3	0.01	0.6	23.86	298.3	11.93	1.3	12.5	4	2.92
<i>Symplocos sp.</i>	1	12.5	2.08	8.85	8.85	0.02	0.19	0.02	0.38	25.46	318.3	25.46	1.39	12.5	4	2.15
<i>Rumfordia floribunda</i>	1	12.5	2.08	1.96	1.96	0	0	0	0	0.25	3.13	0.25	0.01	12.5	4	2.03
<i>Monnina ciliolata</i>	1	12.5	2.08	1.32	1.32	0	0	0	0	0.07	0.88	0.07	0	12.5	4	2.03
<i>Smilax moranensis</i>	1	12.5	2.08	3.33	3.33	0	0	0	0	1.32	16.49	1.32	0.07	12.5	4	2.03

Donde: Ind: número total de individuos dentro de la parcela; D•ha<sup>-1</sup>: densidad de individuos por ha; Dr: densidad relativa; Hm: altura media; Hmax: altura máxima; ABt: área basal total (m<sup>2</sup>); AB•ha<sup>-1</sup> área basal total (m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>); ABm: área basal promedio (m<sup>2</sup>); ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m<sup>2</sup>), COB•ha<sup>-1</sup>, cobertura por ha, COBm cobertura media (m<sup>2</sup>), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

**Tabla IV. 12 Resumen estructural del estrato arbustivo**

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha <sup>-1</sup>	ABm	ABr	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Styrax ramirezii</i>	14	486.1	16.87	7.44	11.93	0.09	3.24	0.01	62.41	128.6	4464	9.18	43.46	75	17.65	32.31
<i>Ternstroemia lineata</i>	14	486.1	16.87	3.27	6.23	0.02	0.63	0	12.19	36.69	1274	2.62	12.4	62.5	14.71	14.59
<i>Lepechinia nelsonii</i>	23	798.6	27.71	1.95	2.74	0	0.08	0	1.47	22.42	783.4	0.98	7.63	37.5	8.82	12.67
<i>Clethra hartwegii</i>	6	208.3	7.23	6.84	8.86	0.03	0.91	0	17.46	60.53	2102	10.09	20.46	50	11.67	12.15
<i>Vernonia alamanii</i>	9	312.5	10.84	2.27	3.19	0	0.04	0	0.68	9.25	321.1	1.03	3.13	50	11.67	7.67
<i>Clethra mexicana</i>	4	138.9	4.82	2.42	3.4	0	0.04	0	0.72	7.03	244.1	1.67	2.38	37.5	8.82	4.79
<i>Rumfordia floribunda</i>	4	138.9	4.82	2.66	4.49	0	0.03	0	0.53	4.86	168.6	1.21	1.64	12.5	2.94	2.67
<i>Calliandra grandiflora</i>	1	34.72	1.2	7.32	7.32	0	0.11	0	2.15	19.27	669	19.27	6.51	12.5	2.94	2.1
<i>Quercus candicans</i>	1	34.72	1.2	4.35	4.35	0	0.1	0	1.89	3.06	106.2	3.06	1.03	12.5	2.94	2.01

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha <sup>-1</sup>	ABm	ABr	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Brickellia secundiflora</i>	2	69.44	2.41	1.91	2.37	0	0	0	0.08	1.75	60.73	0.87	0.59	12.5	2.94	1.81
<i>Desmodium amplifolium</i>	1	34.72	1.2	1.84	1.84	0	0.01	0	0.28	0.81	28.07	0.81	0.27	12.5	2.94	1.48
<i>Ageratina areolaris</i>	1	34.72	1.2	2.13	2.13	0	0	0	0.06	0.8	27.71	0.8	0.27	12.5	2.94	1.4
<i>Montanoa grandiflora</i>	1	34.72	1.2	2.31	2.31	0	0	0	0.04	0.18	6.28	0.18	0.06	12.5	2.94	1.4
<i>Symplocos citrea</i>	1	34.72	1.2	1.53	1.53	0	0	0	0.01	0.32	10.96	0.32	0.11	12.5	2.94	1.39
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	34.72	1.2	1.43	1.43	0	0	0	0	0.21	7.2	0.21	0.07	12.5	2.94	1.38

Donde: Ind: número total de individuos dentro de la parcela; D•ha<sup>-1</sup>: densidad de individuos por ha; Dr: densidad relativa; Hm: altura media; Hmax: altura máxima; ABt: área basal total (m<sup>2</sup>); AB•ha<sup>-1</sup> área basal total (m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>); ABm: área basal promedio (m<sup>2</sup>); ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m<sup>2</sup>), COB•ha<sup>-1</sup>, cobertura por ha, COBm cobertura media (m<sup>2</sup>), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

**Tabla IV. 13 Resumen estructural del estrato herbáceo**

Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Zeugites mexicanus</i>	38	47500	45.24	0.21	0.48	0.33	412.5	0.08	25	57.14	20	30.08
<i>Desmodium grahamii</i>	21	26250	25	0.14	0.14	0.15	187.5	0.08	11.36	28.57	10	15.45
<i>Smilax moranensis</i>	4	5000	4.67	0.33	0.33	0.2	250	0.2	15.15	14.29	5	8.3
<i>Toxicodendron radicans</i>	4	5000	4.67	0.18	0.24	0.07	87.5	0.04	5.3	28.57	10	6.69
<i>Ageratina pazcuarensis</i>	4	5000	4.67	0.09	0.09	0.12	150	0.12	9.09	14.29	5	6.28
<i>Ternstroemia lineata</i>	2	2500	2.38	0.18	0.25	0.06	75	0.03	4.55	28.57	10	5.64
<i>Clethra hartwegii</i>	1	1250	1.19	0.35	0.35	0.1	125	0.1	7.58	14.29	5	4.59
<i>Monnina ciliolata</i>	1	1250	1.19	0.57	0.57	0.1	125	0.1	7.58	14.29	5	4.59
<i>Vernonia alamanii</i>	2	2500	2.38	0.25	0.25	0.05	62.5	0.05	3.79	14.29	5	3.72
<i>Dendropanax arboreus</i>	3	3750	3.57	0.22	0.22	0.02	25	0.02	1.52	14.29	5	3.36
<i>Smilax pringlei</i>	1	1250	1.19	0.25	0.25	0.05	62.5	0.05	3.79	14.29	5	3.33
<i>Calliandra grandiflora</i>	1	1250	1.19	0.14	0.14	0.03	37.5	0.03	2.27	14.29	5	2.82



Especies	Ind	D•ha <sup>-1</sup>	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha <sup>-1</sup>	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Clethra mexicana</i>	1	1250	1.19	0.17	0.17	0.03	37.5	0.03	2.27	14.29	5	2.82
<i>Styrax ramirezii</i>	1	1250	1.19	0.18	0.18	0.01	12.5	0.01	0.67	14.29	5	2.32

Donde: Ind: número total de individuos dentro de la parcela; D•ha<sup>-1</sup>: densidad de individuos por ha; Dr: densidad relativa; Hm: altura media; Hmax: altura máxima; ABt: área basal total (m<sup>2</sup>); AB•ha<sup>-1</sup> área basal total (m<sup>2</sup>•ha<sup>-1</sup>); ABm: área basal promedio (m<sup>2</sup>); ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m<sup>2</sup>), COB•ha<sup>-1</sup>, cobertura por ha, COBm cobertura media (m<sup>2</sup>), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

#### IV.2.2.1.6 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La composición florística registrada en el área considerando el muestreo del área del Proyecto autorizado y el presente muestro fue de 117 especies distribuidas en 80 géneros y 47 familias. Del total de especies registradas en este estudio, 109 se identificaron a nivel de especie y 8 a nivel de género (ANEXO 3).

Las familias que tuvieron un mayor número de especies fueron Asteraceae (19 spp.), Fagaceae (10 spp), Fabaceae (9 spp.), Pinaceae (8 spp.), Onagraceae (4 spp.), y Ericaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Oxalidaceae, Pentaphragylacaceae y Plantaginaceae (3 spp.) y el resto de las familias con una y dos especies como lo presenta la Figura.

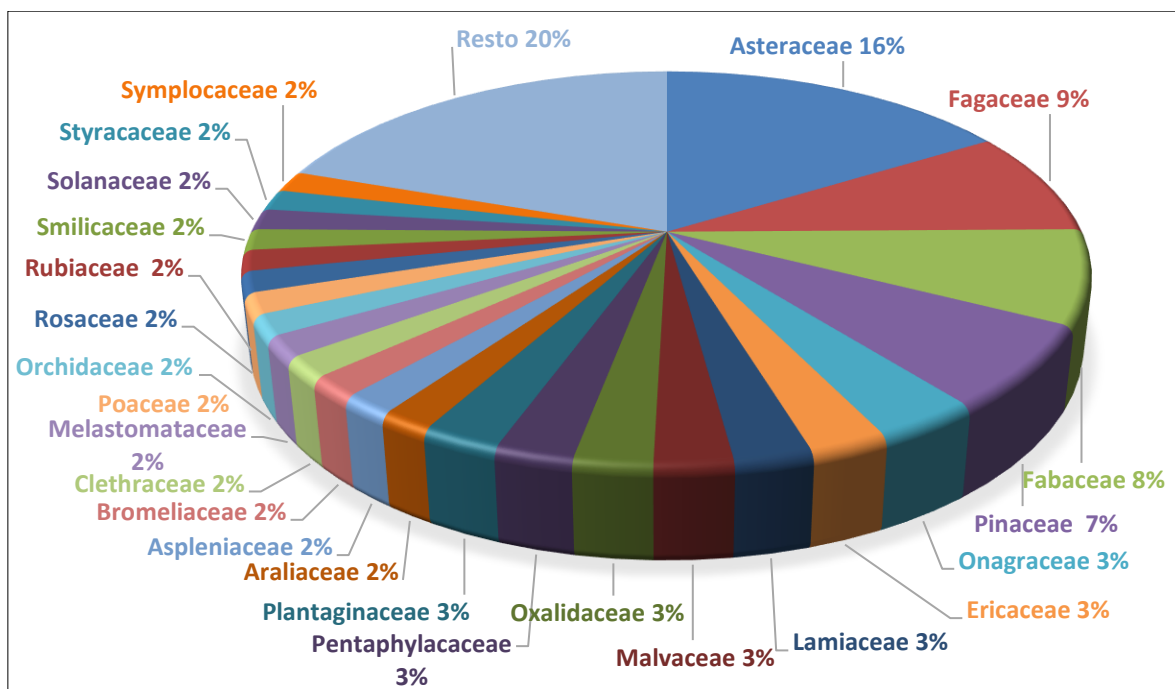
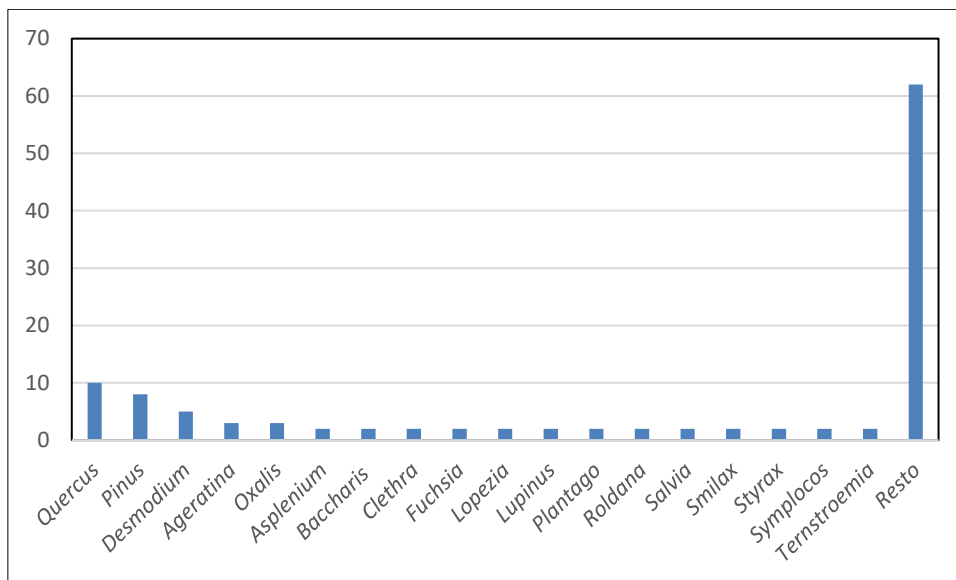


Figura IV. 12 Porcentaje de especies representadas por familia en el AP y SA.

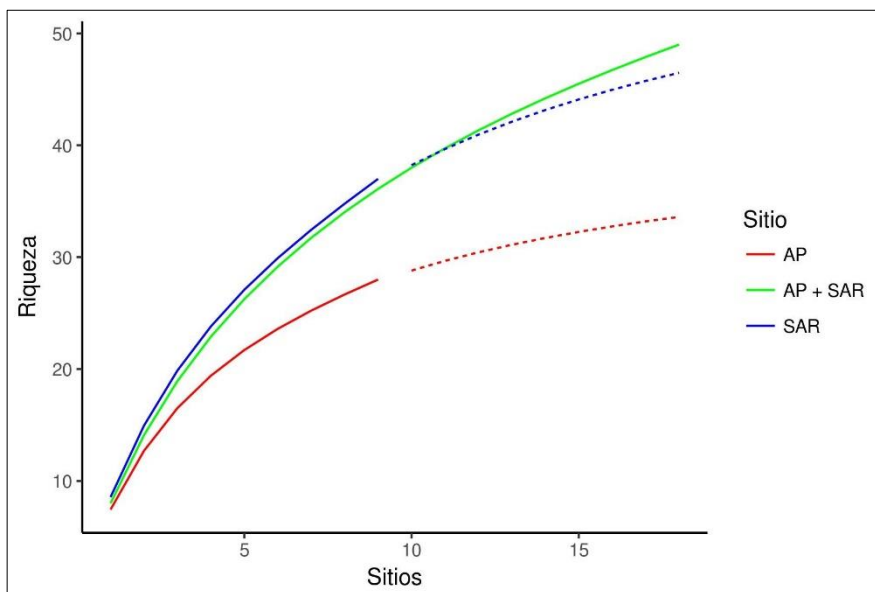
En cuanto a los géneros se encontró que *Quercus* fue el mejor representado con 10 especies, seguido de *Pinus* con 8 especies, *Desmodium* con 5 especies y *Lopezia* y *Oxalis* con 3 especies cada uno. El resto de los géneros estuvo representado por una o dos especies de acuerdo con la siguiente Figura.



**Figura IV. 13 Géneros con mayor número de especies registradas**

#### IV.2.2.1.7 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Con los datos de riqueza de cada parcela se elaboraron tres curvas de acumulación de especies utilizando tres conjuntos de datos, la riqueza de todas las parcelas (AP+SA), la riqueza de las parcelas del AP y la riqueza de las parcelas del SA, con la finalidad de comparar el esfuerzo de muestreo, Figura IV.14.



**Figura IV. 14 Curvas de acumulación de especies vegetales para el AP, SA y su combinación**

La curva de acumulación de las parcelas del AP muestra una tendencia clara a estabilizarse. Las 9 parcelas de muestreo realizadas en el AP fueron suficientes para representar la diversidad del sitio, lo que demuestra que se trata de un sitio con una riqueza baja. En los muestreos y los recorridos aleatorios se colectaron un total de 82 especies en el AP; riqueza mucho mayor que la estimada por la curva.

La curva de acumulación de las parcelas que se encontraron en el SA muestra una pendiente mayor a las otras dos, lo que indica que el SA tuvo una riqueza más alta. En el SA se muestrearon un total de 9 parcelas. Por otro lado, en este trabajo considerando las especies colectadas en las parcelas y en los recorridos de colecta 117 especies en el SA, lo que supera la riqueza estimada por la curva.

Se observó que cuando se consideró el AP+SA la curva de acumulación muestra una tendencia a la asíntota, pero no es clara. Es importante recalcar que la riqueza observada en este proyecto por medio de los muestreos y de las colectas realizadas durante los recorridos de reconocimiento registró 117 especies, lo que supera los cálculos de riqueza potencial. Todas las especies presentes en el AP se registraron en el SA.

#### IV.2.2.1.8 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Se calcularon los índices de diversidad por parcela y en conjunto para cada tipo de vegetación, en la Tabla VI.10, se aprecian los valores de diversidad para cada parcela. La parcela más rica fue CC-SA-14 con 14 especies. En general, las parcelas del AP tienden a tener igual o menor número de especies que las del SA, sin embargo, en tres parcelas se registró una relativa alta riqueza (11 especies en las parcelas CC-AP-4, CC-AP-6, CC-AP-7).

Tabla IV.14 se presentan los valores de los índices de diversidad de Shannon, Simpson y el inverso de Simpson para todas las parcelas de estudio.

**Tabla IV. 14 Valores de índice de diversidad de Shannon, Simpson y el Inverso de Simpson**

Sitios	S	Simpson	Shannon	InvSimpson	Equidad
CC-AP-1	3	0.43	0.67	1.75	0.479506613
CC-AP-2	6	0.78	1.62	4.45	0.626701548
CC-AP-3	7	0.67	1.65	4.24	0.587741859
CC-AP-4	11	0.88	2.22	8	0.641723914
CC-AP-5	5	0.72	1.41	3.6	0.607253947
CC-AP-6	11	0.86	2.19	7.35	0.63305197
CC-AP-7	11	0.85	2.16	6.42	0.624380025
CC-AP-8	6	0.79	1.68	4.8	0.649912716
CC-AP-9	7	0.82	1.81	5.59	0.644735009
CC-SA-10	6	0.69	1.41	3.2	0.545462458
CC-SA-11	6	0.63	1.3	2.7	0.502908649
CC-SA-12	10	0.75	1.79	4.07	0.538843692
CC-SA-13	9	0.69	1.42	3.21	0.492125208
CC-SA-14	14	0.86	2.3	7.31	0.604093931
CC-SA-15	6	0.78	1.64	4.59	0.634438604
CC-SA-16	6	0.77	1.61	4.33	0.62283302
CC-SA-17	12	0.86	2.18	7.15	0.608094222
CC-SA-18	8	0.83	1.88	5.87	0.626666667

#### IV.2.2.1.9 ESPECIES VULNERABLES EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

En cuanto la flora solo se registraron 2 especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Cupressus lusitanica* y *Saurauia serrata* se encuentran listadas en la categoría de Protección Especial (Pr), **ninguna de ellas se encuentra dentro del Área del Proyecto.**

Tabla IV. 15 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Categoría
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Pr
Actinidiaceae	<i>Saurauia serrata</i>	Pr

En el ANEXO 3, se presentan las fotografías de los trabajos en campo.

#### IV.2.2.2 FAUNA

El estado de México se caracteriza por una historia geológica, relieve, topografía y régimen climático tan heterogéneos que le confieren cualidades especiales para el desarrollo de una amplia biodiversidad en un territorio que apenas representa el 1% de la superficie nacional. La riqueza faunística de la entidad fue compilada y actualizada en 2009 por varios investigadores en el Estudio de Estado sobre la biodiversidad en el Estado de México (Ceballos *et al.* 2009) obteniéndose que la herpetofauna está conformada por 51 especies de anfibios y 93 de reptiles (Aguilar y Casas-Andreu 2009), mientras que la mastofauna se encuentra representada por 125 especies (Chávez *et al.* 2009) y la avifauna alcanza un total de 490 especies (De Sucre-Medrano *et al.* 2009).

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada en la literatura especializada y en las bases de datos de Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SA de 277 especies, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies como se observa en la siguiente Tabla. En el ANEXO 3, se presentan los listados completos.

Tabla IV. 16 Número de especies con distribución potencial en el SA

Grupo	Número de Orden	Número de Familia	Número de especies
Anfibios	2	7	10
Reptiles	1	7	18
Aves	19	46	172
Mamíferos	8	18	77

Para caracterizar la fauna en el Área del Proyecto, el trabajo de campo se desarrolló en los principales tipos de vegetación. Con un total de 9 transectos, que se distribuyeron en 4 dentro del AP y 5 dentro del SA, la técnica de muestreo fue a través de métodos estándares para cada grupo de vertebrados, cubriendo los diferentes horarios de actividad. En la siguiente Figura y Tabla se especifica la ubicación de los transectos, así como sus coordenadas y el área donde se ubicaron.



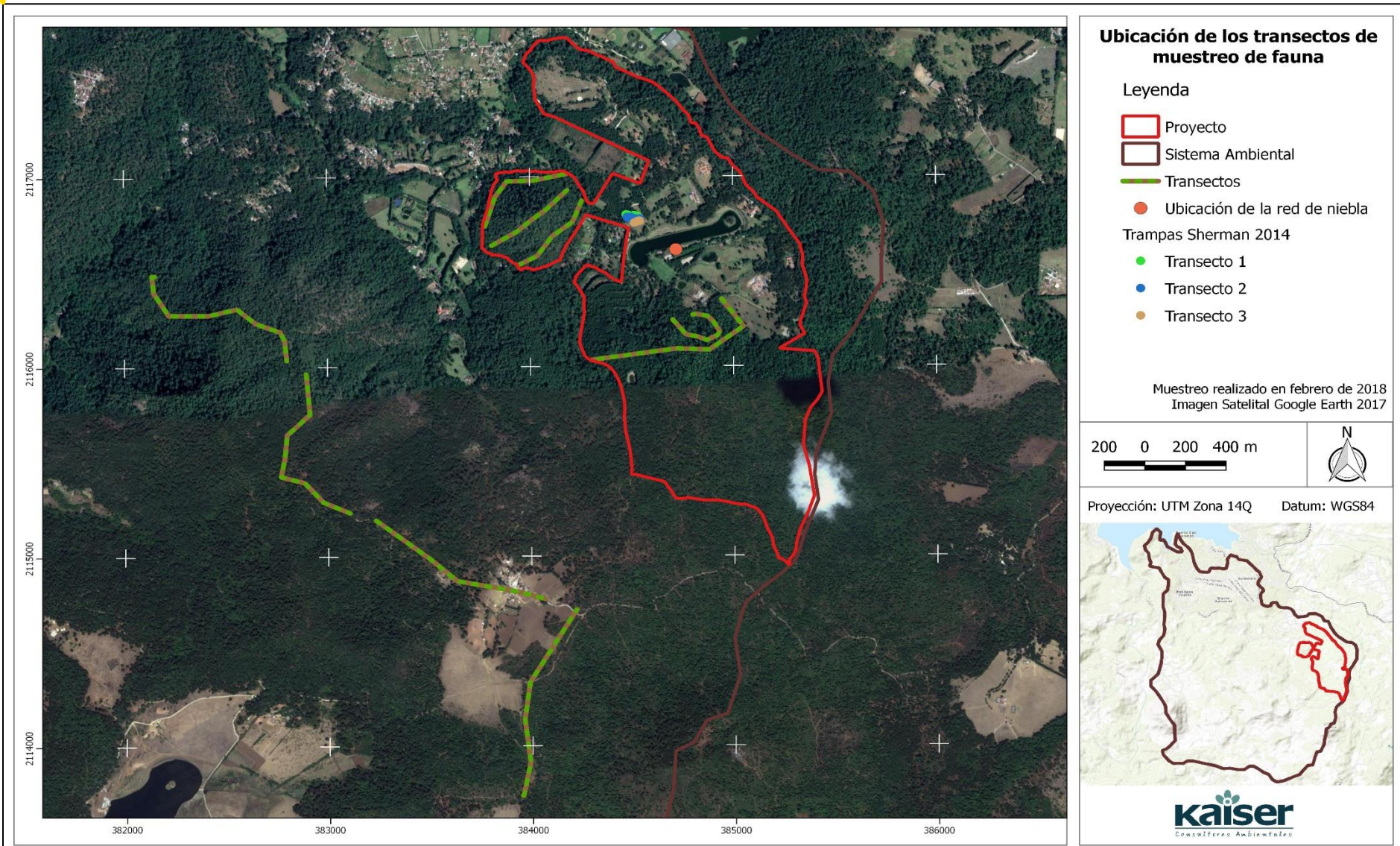


Figura VI. 1 Ubicación de los transectos para el muestreo de fauna



**Tabla IV. 17 Coordenadas de ubicación de los transectos realizados**

Transecto	Longitud del transecto (m)	Coordenadas de inicio (UTM)		Coordenadas finales (UTM)	
		X	Y	X	Y
T1	1250	384267	2116867	383942	2116528
T2	1250	383813	2116638	384183	2116937
T3	1250	384139	2116977	383799	2116676
T4	1250	384702	2116253	384840	2116196
T5	1250	383111	2115222	382903	2115937
T6	1250	382796	2116041	382174	2116440
T7	1250	383238	2115142	384209	2114621
T8	1250	384127	2114485	383905	2113427
T9	1250	383905	2113427	3843318	2116049



**Fotografía 1 Búsqueda de anfibios y reptiles**



**Fotografía 1. Colocación de trampas Sherman**



**Fotografía 2. Transectos de observación de aves**



**Fotografía 3. Revisión de redes de niebla**

Como resultado de los muestreos realizados en el Área donde se llevará a cabo la Proyecto, se registraron ocho especies de mamíferos de las 36 especies de probable ocurrencia. Las especies registradas corresponden a tres órdenes (Rodentia, Lagomorpha y Carnivora), cinco familias (Leporidae, Sciuridae, Felidae, Canidae y Procyonidae) y siete géneros.

**Tabla IV. 18 Número de especies registradas en el Área de la Proyecto**

Grupo	Número de Orden	Número de Familia	Número de especies
Anfibios	2	2	2
Reptiles	1	2	2
Aves	7	20	46
Mamíferos	3	5	8

#### IV.2.2.2.1 ANFIBIOS Y REPTILES

El registro de anfibios y reptiles se llevó a cabo mediante la revisión de posibles microhábitats (sobre y bajo de rocas, debajo de troncos, entre cortezas, debajo de hojarasca, en árboles, dentro de cuerpos de agua, entre grietas de rocas) durante “recorridos al azar en transectos de línea” (Llorente-Bousquets *et al.* 1990, Casas-Andreu *et al.* 1991). Los individuos observados fueron fotografiados y/o capturados (ranas, lagartijas y serpientes no venenosas con la mano y víboras venenosas con gancho herpetológico).



Fotografía 4. *Isthmura bellii* o salamandra



Fotografía 5. *Craugastor pygmaeus* o rana ladradora pigmea

Como resultado de los trabajos de campo, se registró un total de cuatro especies, dos anfibios y dos reptiles. El grupo de anfibios está conformado por dos géneros de dos familias. Los reptiles están representados por un género, distribuido en dos familias taxonómicas.

**Tabla IV. 19 Especies de anfibios y reptiles registrados**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor pygmaeus</i>	Rana ladrona pigmea
Caudata	Plethodontidae	<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto
Squamata	Scincidae	<i>Plestiodon brevisrostris</i>	Eslizón chato





Orden	Familia	Especie	Nombre común
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa menor

**Tabla IV. 20 Abundancia y densidades de los individuos registrados**

Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	
			Área del Proyecto	Sistema Ambiental
Craugastoridae	<i>Craugastor pygmaeus</i>	Rana ladrona pigmea	1	-
Plethodontidae	<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	-	1
Scincidae	<i>Plestiodon brevirostris</i>	Eslizón chato	1	1
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa menor	-	1

#### IV.2.2.2.2 AVES

El método empleado para el registro de aves fue el denominado como “Búsqueda intensiva” descrita en Ralph *et al.* (1996) que consiste en efectuar una serie de censos en transecto que el observador recorre por completo en busca de aves, de esta forma los cantos o llamados que no resulten familiares son menos problemáticos ya que el ave puede ser buscada e identificada visualmente si es necesario.

Este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente conspicuas o silenciosas. La identificación se llevó a cabo mediante el uso de binoculares 9 x 25 y con la ayuda de guías de campo especializadas (Peterson y Chaliff 1989, Howell y Webb 1995, National Geographic Society 2000). El material fotográfico se utilizó para la elaboración de un anexo de registros visuales de las especies (ANEXO 3).

**Tabla IV. 21 Coordenadas de ubicación de la red de niebla**

Coordenadas UTM	
X	Y
384736	2116636

La técnica de transecto en banda de 1km de recorrido y un ancho de 25 m por lado (Bibby *et al.*, 1992; Wunderle, Jr, 1994), donde se contabilizaron todas las aves observadas y escuchadas dentro y fuera del ancho de banda.

Las especies fueron registradas de forma auditiva y/o visual con la ayuda de binoculares e identificadas con guías especializadas. Los transectos se llevaron a cabo por 4 días.

Se registraron 46 especies de aves de las 172 especies de probable ocurrencia. Las aves registradas están representadas por siete órdenes, 20 familias y 42 géneros, como lo muestra la Tabla IV.22. Respecto a la distribución de las especies, *Aphelocoma ultramarina*, *Catharus occidentalis* y *Cardellina rubra* son endémicas de México, mientras que *Lampornis clemenciae*, *Archilochus alexandri*, *Empidonax occidentalis*, *Spizella pallida*, *Icterus cucullatus* y *Pheucticus melanocephalus* son semiendémicas y *Basileuterus rufifrons* es cuasiendémica.

**Tabla IV. 22 Especies de aves registradas en los muestreos**

Especie	Nombre común	Número de individuos	Residencia
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	1	SA
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibri oreja violeta	1	AP
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	3	AP & SA
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	1	AP
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	1	SA
<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	3	AP & SA
<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	1	AP
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	1	SA
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	1	SA
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	2	AP & SA
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	1	AP
<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas Boreal	3	AP & SA
<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas Hammond	3	AP & SA
<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo Barranqueño	3	AP & SA
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	2	AP & SA
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	2	AP & SA
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	3	AP & SA
<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	2	AP & SA
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	1	SA
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	1	AP
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	3	AP & SA
<i>Auriparus flaviceps</i>	Verdin	2	AP & SA
<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Blanco	3	AP & SA
<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	2	AP & SA
<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	3	AP & SA
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Garganta Canela	1	AP
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	2	AP & SA
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	1	SA
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	1	SA
<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador Moteado	2	AP & SA
<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	4	AP & SA
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	2	AP & SA
<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre	1	SA
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	3	AP & SA
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	1	SA
<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	1	AP
<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Oliváceo	3	AP & SA
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	3	AP & SA
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	1	SA
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	4	AP & SA





Especie	Nombre común	Número de individuos	Residencia
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	1	SA
<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	1	SA
<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	3	AP & SA
<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	1	SA
<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	1	AP
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	1	SA

Donde AP: Área del Proyecto y SA Sistema Ambiental

**Ninguna de las especies registradas se encuentra protegida por la normatividad nacional.**

Internacionalmente *Contopus cooperi* y *Vireo bellii* están casi amenazadas (NT) según la lista roja de especies amenazadas (IUCN 2017) y cinco especies se encuentran anotadas en el apéndice II de CITES: *Colibri thalassinus*, *Lampornis clemenciae*, *Archilochus alexandri*, *Amazilia beryllina* y *Hylocharis leucotis*.

Se llegó a nivel de especie en dos géneros previamente reportados: *Vireo belli*, *Icterus cucullatus* e *I. parisorum* y se sumaron 36 especies a las reportadas en el primer muestreo, dando un total de 57 especies de aves.

#### IV.2.2.2.3 MAMÍFEROS

Se registraron ocho especies de mamíferos de las 36 especies de probable ocurrencia. Las especies registradas corresponden a tres órdenes (Rodentia, Lagomorpha y Carnivora), cinco familias (Leporidae, Sciuridae, Felidae, Canidae y Procyonidae) y siete géneros.

De los métodos convencionales para registro de mamíferos (Romero-Almaraz *et al.* 2000) se optó por el uso de trampas tipo Sherman para roedores, trampas-cámara para mamíferos de hábitos crepusculares y/o nocturnos, técnicas indirectas de registro ("rastreo") para especies medianas y grandes y redes de niebla para murciélagos.

Tabla IV. 23 Transectos de trampas Sherman dentro del AP y SA

Transecto	Coordenadas		Transecto	Coordenadas		Transecto	Coordenadas		Transecto	Coordenadas		Transecto	Coordenadas	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
AP1	384267	2116858	AP2	384058	2116808	MG	384839	2116191	SA1	382946	2115351	SA2	384210	2114603
AP1	384267	2116858	AP2	384058	2116808	MG	384839	2116191	SA1	382946	2115351	SA2	384210	2114603
AP1	384258	2116850	AP2	384072	2116816	MG	384843	2116167	SA1	382957	2115337	SA2	384203	2114578
AP1	384258	2116850	AP2	384072	2116816	MG	384843	2116167	SA1	382957	2115337	SA2	384203	2114578
AP1	384252	2116835	AP2	384084	2116821	MG	384848	2116161	SA1	382970	2115309	SA2	384186	2114552
AP1	384252	2116835	AP2	384084	2116821	MG	384848	2116161	SA1	382970	2115309	SA2	384186	2114552
AP1	384246	2116822	AP2	384095	2116836	MG	384836	2116145	SA1	382972	2115274	SA2	384159	2114509
AP1	384246	2116822	AP2	384095	2116836	MG	384836	2116145	SA1	382972	2115274	SA2	384159	2114509
AP1	384235	2116806	AP2	384111	2116848	MG	384821	2116149	SA1	382988	2115241	SA2	384172	2114488
AP1	384235	2116806	AP2	384111	2116848	MG	384821	2116149	SA1	382988	2115241	SA2	384172	2114488
AP1	384228	2116794	AP2	384129	2116857	MG	384807	2116154	SA1	382999	2115241	SA2	384184	2114634
AP1	384228	2116794	AP2	384129	2116857	MG	384807	2116154	SA1	382999	2115241	SA2	384184	2114634
AP1	384221.01	2116780	AP2	384135	2116875	MG	384794	2116154	SA1	383014	2115245	SA2	384184	2114634
AP1	384221.01	2116780	AP2	384135	2116875	MG	384794	2116154	SA1	383014	2115245	SA2	384184	2114634
AP1	384216	2116675	AP2	384148	2116867	MG	384783	2116164	SA1	383032	2115248	SA2	384125	2114384
AP1	384216	2116675	AP2	384148	2116867	MG	384783	2116164	SA1	383032	2115248	SA2	384125	2114384
AP1	384200	2116751	AP2	384153	2116899	MG	384770	2116180	SA1	383054	2115246	SA2	384177	2114529
AP1	384200	2116751	AP2	384153	2116899	MG	384770	2116180	SA1	383054	2115246	SA2	384177	2114529
AP1	384188	2116741	AP2	384170	2116924	MG	384673	2116206	SA1	383067	2115242	SA2	3884042	2114382
AP1	384188	2116741	AP2	384170	2116924	MG	384673	2116206	SA1	383067	2115242	SA2	3884042	2114382

Donde: AP: Área del Proyecto, MG: Mesa de Gallos y SA: Sistema Ambiental

Las trampas Sherman fueron cebadas con avena y se dispusieron de manera uniforme en una línea a lo largo de un transecto con la intención de cubrir diferentes condiciones topográficas; se empleó un transecto de 40 trampas por noche, dos transectos en el AP y dos en el SA (Tabla VI.21) Paralelamente se realizaron transectos de rastreo registrando fotográficamente huellas, excretas, pelo o cualquier registro indirecto, éstos fueron identificados mediante las guías de Aranda (2000, 2012).

**Tabla IV. 24 Especies de mamíferos registradas en los muestreos**

Especie	Nombre común	Número de individuos	Residencia
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo mexicano	3	AP & SA
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	11	AP & SA
<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter	5	AP & SA
<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	4	AP & SA
<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	SA
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	14	AP & SA
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	5	AP & SA
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	AP

Donde AP: Área del Proyecto y SA Sistema Ambiental

*Sylvilagus cunicularius* y *Sciurus oculatus* son endémicas al país. *Sciurus oculatus* está sujeta a **protección especial (Pr)** bajo la normatividad nacional. Ninguna de las especies registradas se encuentra protegida en convenios internacionales.



**Fotografía 6 Excretas de *Sylvilagus cunicularius* (conejo mexicano).**

Los datos de este muestreo suman cinco especies diferentes a las previamente registradas en un primer muestreo, dando un total de 10 especies de mamíferos (estudio de fauna del Proyecto autorizado y Proyecto).

### Murciélagos

Para el caso de los quirópteros se utilizaron cinco redes de niebla de 12 m de longitud y con una altura de 2.5 m por cada sitio. Estas se mantuvieron abiertas durante tres horas por noche a partir



de la puesta de sol, horario en el cual se presenta una mayor actividad de diferentes grupos de murciélagos.

Se sabe que la actividad de los murciélagos disminuye en las noches iluminadas y brillantes ya que es menos abundante el alimento y aumenta el riesgo de ser hallado por depredadores; estas condiciones estuvieron presentes durante el muestreo lo que podría explicar la ausencia de registros de este grupo.

#### IV.2.2.2.4 BIODIVERSIDAD

Los valores obtenidos del índice de Shannon-Wiener para cada grupo de vertebrados son mayores en aves, seguido por los mamíferos y por último en anfibios y reptiles. Al comparar estos valores dentro del AP y en el SA se observa que el SA concentra una mayor diversidad alfa en relación con el AP dada la mayor cantidad de ambientes.

**Tabla IV. 25 Índices de diversidad y equitatividad en el AP y el SA**

	Herpetofauna		Mastofauna		Avifauna	
	AP	SA	AP	SA	AP	SA
S	1	4	7	7	23	41
Individuos	1	4	25	19	23	41
Simpson_1-D	0	0.75	0.7936	0.7867	0.9425	0.9742
Shannon	0	1.386	1.735	1.709	3.135	3.714
Equitad_J	-	1	0.8918	0.8781	1	1

Respecto al índice de Simpson, los anfibios y reptiles junto con los mamíferos tienen valores intermedios, mientras que las aves muestran valores cercanos a 1. Esto se debe a que los anfibios y reptiles tienen poca vagilidad y dependencia a la variación micro climática, mientras que las aves tienen una mayor vagilidad. Lo anterior se traduce en que la distribución individual de la mayoría de las especies es considerablemente homogénea y se comparte entre el AP y el SA.

Por último, el índice de equitatividad es igual o cercano a uno para los tres grupos de vertebrados lo que sugiere que la mayoría de las especies de la comunidad tienen el mismo número de organismos.

#### IV.2.2.2.5 DENSIDAD Y ABUNDANCIA

Tres especies fueron las más abundantes (A): *Sciurus aureogaster*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Melozone fusca*. Este componente representa el 5.2%, seguido por las especies comunes (C=18.9%). Otro componente importante lo conforman las especies raras (R=37.9%) y muy raras (MR=37.9%) que en su conjunto representan la mayoría de las especies registradas, entre ellas la rana pigmea *Craugastor pygmaeus* y el tlaconete pinto *Isthmura bellii*.

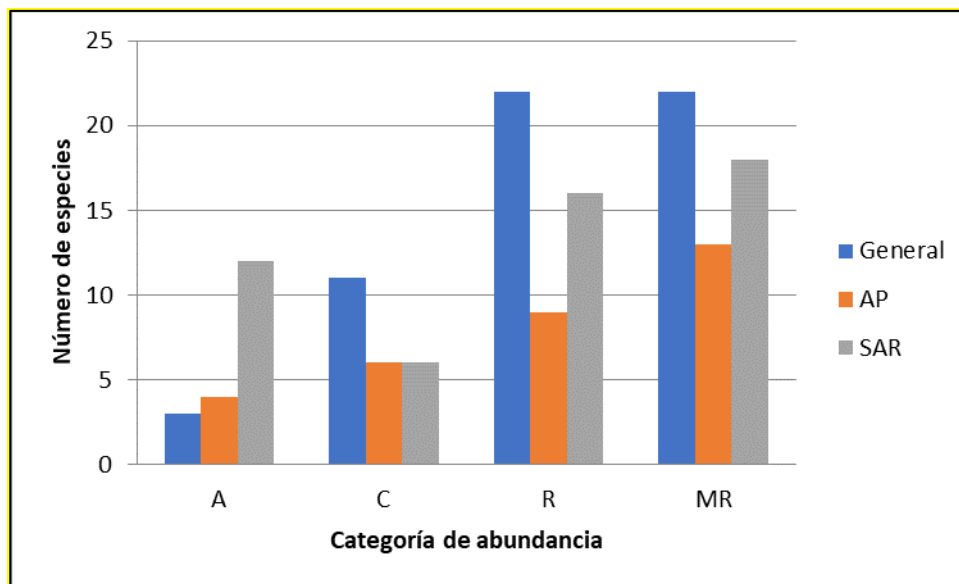


Figura IV. 15 Categorias de abundancia de las especies registradas: muy rara (MR), rara (R), común (C) y abundante (A).

La frecuencia relativa estimada para cada especie es resultado de los registros por día por especie; sin embargo, existen especies cuyo registro es mucho más probable no sólo por sus altas densidades, sino también por los hábitos de conducta como distancia que recorre, tipo de vuelo, volumen y tipo de canto o llamado, tamaño y zonas de percha, lo que propicia una mayor probabilidad de detección (e.g., liebre, coyote, zopilote, tórtolas, entre otras), por lo que los valores de la abundancia deben ser considerados como relativos y tomarlos con cautela al considerarlos en la toma de decisiones.

#### IV.2.2.2.6 ESPECIES DE FAUNA EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Durante el trabajo de campo realizado se registraron dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Isthmura bellii* y *Sciurus oculatus*, una amenazada y otra sujeta a protección especial. Ambas son endémicas a México. *Isthmura bellii* está clasificada como vulnerable dentro de la lista roja de especies amenazadas.

Tabla IV. 26 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estatus	Endemismo
<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	1	Amenazada	En
<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter	5	Protección	En

#### IV.2.2.2.7 ASPECTOS RELEVANTES DE LA FAUNA REGISTRADA

La importancia ecológica de los anfibios y reptiles radica en que forman parte de las cadenas tróficas en sus diferentes niveles; la mayoría de los anfibios y reptiles de talla pequeña corresponden a los consumidores de segundo y tercer orden, y se alimentan principalmente de insectos y otros invertebrados pequeños; los consumidores de cuarto orden como las serpientes se alimentan de otros reptiles, aves y mamíferos; sus poblaciones funcionan como controladores de plagas (ej. insectos y roedores) que pueden llegar a afectar actividades como la agricultura y la ganadería





Los mamíferos silvestres establecen diversas interacciones con diferentes grupos biológicos y sus funciones en los ecosistemas son muy variadas: dispersores de semillas, consumidores de grandes cantidades de alimento (frutos, insectos y vertebrados), polinizadores, removiendo los suelos, controladores de plagas, entre otras.

Respecto a las aves las hay polinizadoras como los colibríes, dispersoras como las aves semilleras, depredadoras de pequeños vertebrados como las rapaces (por ejemplo, *Buteo albonotatus*); algunas como los pájaros carpinteros controlan poblaciones de invertebrados.

## IV.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

### IV.2.3.1 DEMOGRAFÍA

El SA se ubica dentro del territorio del Municipio de Valle de Bravo en el Estado de México, abarca una superficie 430 km<sup>2</sup> que representa el 1.93% de la superficie del Estado. En el 2010 el Municipio de Valle de Bravo registró una población total de 61,599 personas que representa el 0.46% de la población Estatal, con una densidad de 143.16 personas por km<sup>2</sup>, casi cinco veces menor al promedio Estatal que es de 675 habitantes por km<sup>2</sup>.

### IV.2.3.2 CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

El Municipio de Valle de Bravo cuenta con 71 localidades, siendo la cabecera municipal la más importante con una población de 25,554 habitantes, seguida de Colorines con 5,543 habitantes y Loma Bonita con 2,244 habitantes de acuerdo con el censo del 2010. Otras localidades destacadas son El Arco, San Juan Atezcapan y Santa María Pipioltepec.

La tasa de crecimiento (TCA) en el Municipio ha sido positiva durante el periodo de 1990-2000, con excepción del periodo 2000-2005, tal como se registra en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 27 Tasa de crecimiento en el Municipio de Valle de Bravo**

Concepto	1990	1995	2000	2005	2010
Población	36,135	47,502	57,375	52,902	61,599
TCA	2.6	1.91	2.0	-1.61	3.09

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

Las localidades ubicadas al interior del SA se presentan en la siguiente tabla, así como el registro de la población en el censo del 2010.

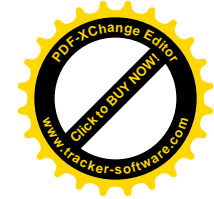
**Tabla IV. 28 Localidades y población total de las localidades ubicadas dentro del SA**

Localidad	Población	Localidad	Población
Avándaro	ND	La Huerta San Agustín	150
Cerro Gordo	515	La Mecedora	31
Casas Viejas	1006	Espinos	ND
Peña Blanca	183	La Zaurda	ND

ND: de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010

### IV.2.3.3 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo con el INEGI, la Población Económicamente Activa (PEA) se refiere a todas las personas en edad de trabajar, o bien que contaban con una ocupación durante el periodo de referencia o no contaban con una, pero estaban buscando emplearse con acciones específicas. Al



primer grupo se les denomina ocupados y el segundo corresponde a los abiertamente desempleados. En la siguiente tabla se presentan los datos de la población económicamente activa, ocupada, desocupada por Municipio.

La PEA de Valle de Bravo asciende a 24,895 personas que corresponden aproximadamente el 40% de la población total. En la siguiente tabla se presenta el desglose de la PEA.

**Tabla IV. 29 Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada en el Municipio Valle de Bravo, 2010**

Concepto	Total	Hombres		Mujeres	
		No	(%)	No	(%)
Población Económicamente Activa	24,895	16,716	67.15	8,179	32.85
Población Ocupada	23,465	15,547	66.26	7,918	33.74
Población Desocupada	1,430	1,169	81.75	261	18.25
Población Económicamente Inactiva	20,483	5,125	25.02	15,358	74.98

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

En lo concerniente a la tasa de desempleo en el Municipio, las estadísticas muestran que se encuentra por encima de la media Estatal, debida a que el Municipio de Valle de Bravo tiene aproximadamente un 6% de la PEA en condiciones de desempleo. (Plan Municipal de Desarrollo).

En el Municipio Valle de Bravo se registraron un total de 2,091 unidades económicas, de las cuales 18 estaban en el sector primario, 207 en el sector secundario y 1,866 en el sector terciario; y representaban porcentualmente el 1.0%, 10.0% y el 89.0% respectivamente.

Las principales actividades que se desarrollan en el Municipio de Valle de Bravo son la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca, turismo, diversos servicios (comercio, banca, restaurantes).

#### IV.2.3.4 ÍNDICE DE MARGINACIÓN

El índice de marginación es una medida-resumen, que permite diferenciar Municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales, para el desarrollo de sus capacidades básicas. La construcción del índice por Municipio considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación: (i) falta de acceso a la educación, (ii) residencia en viviendas inadecuadas, (iii) percepción de ingresos monetarios insuficientes y (iv) residir en localidades pequeñas; e identifica nueve formas de exclusión.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio tuvo una marginación baja. Sin embargo, al realizar un análisis a detalle se observa que en algunos parámetros el rezago es importante, como por ejemplo casi el 43.83% de los ocupantes de vivienda no tienen agua entubada y el 36.29% tiene un ingreso de hasta dos salarios mínimos.



**Tabla IV. 30 Índice de marginación 2010 y los indicadores socioeconómicos utilizados**

Concepto	Valor	Concepto	Valor (%)
Grado de marginación	Bajo	Ocupantes en viviendas sin agua entubada	4.46
Población total en el 2010 (número de individuos)	61,599	Viviendas con algún nivel de hacinamiento	43.83
Población analfabeta de 15 años o más (%)	8.38	Ocupantes en viviendas con piso de tierra	8.00
Población sin primaria completa de 15 años o más (%)	24.59	Población en localidades con menos de 5000 habitantes	49.52
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario (%)	6.72	Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	36.29
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (%)	2.13	--	--

#### IV.2.4 PAISAJE

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general, se puede afirmar que el estudio del paisaje puede enfocarse desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. (Martínez, V.J et al. 2003).

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan. En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: (i) la visibilidad, (ii) la calidad paisajística y (iii) la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad que tiene el paisaje, para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).



Además, se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: Son elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

La evaluación de cada uno de los criterios enlistados para el SA se presenta en la siguiente tabla.

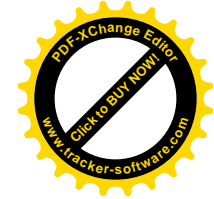
**Tabla IV. 31 Criterios de evaluación del Paisaje**

Criterios	Calificación	Sustento
Visibilidad	alta	Debido a que la Proyecto se localiza en el Cerro de la Cruz es visible desde todas las colindancias.
Calidad paisajística	alta	Debido a que el Cerro de la Cruz presenta un bosque conservado.
Fragilidad	alta	Debido a que el Cerro de la Cruz presenta un bosque conservado y los cambios que se desarrollan son fácilmente percibidos.
Frecuencia de la presencia humana	Baja a media	Debido a que el Cerro de la Cruz es un bosque conservado con presencia humana que va de baja a mediana.
Singularidades paisajísticas	media	El bosque y las cañadas son singularidades paisajísticas que constituyen un atractivo del Cerro de la Cruz.

#### **IV.2.5 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO**

En su Capítulo II, artículo 7, fracción XXXVII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, define el concepto de servicios ambientales como todos aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono y de contaminantes, la generación de oxígeno, el amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales, la modulación o regulación climática, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, la protección y recuperación de suelos, el paisaje y la recreación, entre otros (CONAFOR, 2008), por lo que en el presente apartado se llevará a cabo la valoración de los servicios ambientales que se pudieran poner en riesgo con la ejecución del cambio de uso de suelo propuesto.

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y procesos naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrimentos) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico (Torres, R. J. M, *et al*).



#### IV.2.5.1 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN VERSE AFECTADOS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

##### IV.2.5.1.1 CAPTURA DE CARBONO

Los bosques en pie almacenan Carbono y, los que se encuentran en crecimiento capturan Carbono de la atmósfera.

El bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas incoloro e inodoro que existe naturalmente en la atmósfera terrestre. Es uno de los llamados gases de invernadero que junto con el amonio (NH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) se producen en grandes cantidades como resultado de la quema de combustibles fósiles. La segunda fuente más importante de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> es el cambio en el uso del suelo, lo cual suele combinarse con una pérdida de superficie en bosques y selvas. Los bosques y otras masas vegetales absorben CO<sub>2</sub> durante su crecimiento; por lo tanto, una pérdida en el área de bosques ocasiona una reducción en la captura del CO<sub>2</sub> en años futuros; lo cual redundaría en un incremento neto del CO<sub>2</sub> atmosférico. El cultivo, quema y/o desmonte de las tierras para la agricultura también puede ocasionar un aumento en la liberación o almacenamiento natural de CO<sub>2</sub> en los suelos (IPCC, 1993).

En un análisis preliminar para México, Bellón *et al.* (1993) considera que manteniendo las áreas naturales protegidas, realizando un manejo sustentable de los bosques de manera sustentable en las áreas comerciales y reforestando las áreas forestales degradadas, se podría llegar a niveles de captura de carbono en dichas zonas del orden de 3,500 a 5,400 millones de toneladas en un periodo de 100 años, lo que equivale a una captura anual, bajo este escenario hipotético, de 35-54 millones de toneladas de Carbono por año.

En la siguiente Tabla, se muestran las estimaciones de potencial de fijación de carbono por hectárea por año y por entidad. En todos los casos, las estimaciones se realizaron considerando los incrementos maderables reportados en el Inventario Nacional Forestal de 1994 (SARH, 1994).

**Tabla IV. 32 Estimaciones del potencial de captura de carbono por entidad (miles de toneladas de CO<sub>2</sub> por año)**

Entidad	Bosques	Selvas	Plantaciones	Total
Aguascalientes	17.91	0.000	0.000	17.891
Baja California	56.96	0.000	0.000	56.796
Baja California Sur	6.15	69.518	0.000	76.233
Campeche	0.000	1,336.604	1.839	1,338.442
Coahuila	89.911	0.390	0.000	90.300
Colima	20.851	93.566	0.000	114.417
Chiapas	927.860	1,652.304	8.183	2,588.347
Chihuahua	1,791.170	74.271	12.104	1,877.545
Distrito Federal	73.397	0.142	2.769	76.308
Durango	1,873.296	73.273	0.000	1,946.569
Guanajuato	48.198	2.424	1.063	51.685
Guerrero	1,415.065	572.239	0.000	1,987.304
Hidalgo	111.392	76.676	0.000	188.069
Jalisco	1,235.319	346.948	2.472	1,584.740
México	355.477	24.637	7.502	387.616
Michoacán	1,643.282	382.369	17.643	2,043.294





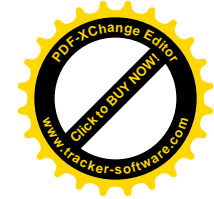
Entidad	Bosques	Selvas	Plantaciones	Total
Morelos	24.069	18.265	0.000	42.334
Nayarit	447.026	216.912	26.710	690.648
Nuevo León	83.110	0.000	0.000	83.110
Oaxaca	1,098.853	1,009.637	19.181	2,127.671
Puebla	199.461	77.139	0.000	276.600
Querétaro	58.852	14.371	0.000	73.223
Quintana Roo	0.000	1,858.724	0.000	1,858.724
San Luis Potosí	164.623	199.991	0.000	364.615
Sinaloa	301.074	595.178	0.000	896.252
Sonora	382.020	433.184	23.206	838.410
Tabasco	0.000	158.731	44.391	203.122
Tamaulipas	106.100	376.428	0.000	482.529
Tlaxcala	33.742	0.000	0.000	33.742
Veracruz	409.643	624.964	15.476	1,050.082
Yucatán	0.000	776.121	0.000	776.121
Zacatecas	263.175	27.775	0.000	290.950
<b>Total nacional</b>	<b>13,238.371</b>	<b>11,092.781</b>	<b>182.538</b>	<b>24,513.690</b>

Fuente: Estimaciones propias con información derivada del Inventario Nacional Forestal, 1994

Para el caso particular del Proyecto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m<sup>3</sup>) por comunidad vegetal y total, se calculó utilizando el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 1994; citado por Fragoso, 2003). Dicho método utiliza el procedimiento y los factores señalados en la Tabla II.32, con las respectivas modificaciones aplicables al Proyecto.

**Tabla IV. 33 Metodología para estimar el carbono almacenado en la superficie forestal para el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Columna	Concepto y/o descripción del proceso
1	Clasificación de la superficie total por comunidades vegetales
2	Estimación de la superficie total (ha) ocupada por comunidad vegetal
3	Cálculo del volumen en metros cúbicos rollo por hectárea, para cada comunidad vegetal
4	Factor de densidad para coníferas 0.48 y 0.60 para latifoliadas (toneladas de materia seca / m <sup>3</sup> )
5	Factor de contenido de carbono 0.45 (toneladas de Carbono / toneladas de materia seca)
6	Cálculo de biomasa (tonelada de Carbono / ha), mediante la multiplicación de las Columnas 3, 4 y 5
7	Bs Factor de expansión correspondiente al crecimiento de raíces (1.3 toneladas de Carbono / ha)



Columna	Concepto y/o descripción del proceso
8	Obtención de las toneladas de Carbono por hectárea, para cada comunidad vegetal, utilizando el Factor de expansión Bs, mediante la multiplicación de las Columnas 6 y 7.
9	Obtención de las toneladas de Carbono almacenadas en cada comunidad vegetal y para la superficie forestal considerada en el Proyecto, multiplicando las Columnas 2 y 8
10	Edad promedio de las comunidades vegetales
11	Potencial de captura de carbono por comunidad vegetal por hectárea por año, dividiendo las columnas 9 entre 10

Fuente: Fragoso, 2003

A continuación se muestran tres escenarios para el caso de la captura de carbono, estos escenarios muestran el comportamiento de la captura de carbono en las condiciones actuales; al remover la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo y la implementación del Proyecto con la realización de una reforestación con el tipo de vegetación existente en el área sujeta a cambio de uso de suelo (Bosque de Pino) en una superficie mayor a la que se propone para efectuar el cambio de uso de suelo.

### Primer escenario

En la siguiente Tabla, se presenta el resumen del procedimiento señalado anteriormente para obtener el carbono almacenado en el estrato arbóreo de la vegetación de bosque de pino en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

**Tabla IV. 34 Cálculo de carbono almacenado en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo**

Número	Concepto	Datos
1	Grupo vegetal	Bosque de Pino
2	Superficie	0.4957
3	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	250.39
4	Factor de densidad	0.60
5	Factor de contenido de carbono	0.45
6	<b>Biomasa</b> = Volumen*Factor de densidad*Factor de contenido de carbono (250.39*0.60*0.45)	67.60
7	Bs Factor de expansión	1.3
8	<b>Carbono en toneladas por ha</b> = Biomasa*Factor de expansión (67.60*1.3)	87.88
9	<b>Carbono almacenado</b> = Superficie*carbono /ton/ha (0.4957*87.88)	43.56
10	Edad promedio de la vegetación del bosque de pino	25 años
11	<b>Captura de carbono/año</b> =Carbono almacenado/edad promedio del arbolado (43.56/25)	<b>1.74</b>



De acuerdo con los resultados obtenidos, la cantidad total de carbono almacenado para el bosque de pino existente en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de 43.56 toneladas de carbono, por lo que la captura de carbono por año es de 1.74 ton.

### Segundo escenario

Considerando ejecutar el Proyecto y realizando la remoción de la vegetación, se tendrían los siguientes resultados por Captura de Carbono, los cuales serían con un valor cero, ya que se removió la totalidad de la vegetación.

**Tabla IV. 35 Captura de carbono con proyecto (Sin vegetación)**

Número	Concepto	Datos
1	Grupo vegetal	Bosque de pino
2	Superficie	0.4957 ha
3	Volumen (m <sup>3</sup> rta/ha)	0
4	Factor de densidad	0
5	Factor de contenido de carbono	0
6	<b>Biomasa</b> = Volumen*Factor de densidad*Factor de contenido de carbono	0
7	Bs Factor de expansión	0
8	<b>Carbono en toneladas por ha</b> = Biomasa*Factor de expansión	0
9	<b>Carbono almacenado</b> = Superficie*carbono /ton/ha	0
10	Edad promedio de la vegetación de bosque de pino	0
11	<b>Captura de carbono/año</b> =Carbono almacenado/edad promedio del arbolado	0

### Tercer escenario

Como se puede observar en la tabla anterior, debido a la ausencia de vegetación, la captura de carbono es cero, por lo tanto, para poder volver a capturar el carbono de la vegetación que será removida, se establecerá una reforestación en 1 ha con especies nativas de la región (Tercer escenario), cuyo detalle se señala en el Programa de Reforestación ANEXO 4.

**Tabla IV. 36 Captura de carbono con la reforestación propuesta**

Número	Concepto	Datos
1	Grupo vegetal	Bosque de pino
2	Superficie	1.0 ha
3	Volumen (m <sup>3</sup> rta/ha)	12
4	Factor de densidad	0.60
5	Factor de contenido de carbono	0.45
6	<b>Biomasa</b> = Volumen*Factor de densidad*Factor de contenido de carbono	3.24



Número	Concepto	Datos
	(12*0.60*0.45)	
7	Bs Factor de expansión	1.3
8	<b>Carbono en toneladas por ha</b> = Biomasa*Factor de expansión (3.24*1.3)	4.21
9	<b>Carbono almacenado</b> = Superficie*carbono / ton/ha (1*4.21)	4.21
10	Edad promedio de la vegetación de bosque de pino	1 año
11	<b>Captura de carbono/año</b> =Carbono almacenado/edad promedio del arbolado (4.21/1)	<b>4.21</b>

La captura de carbono almacenado en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de 43.56 ton y con la reforestación será de **4.21 ton/año de Carbono al año**, por lo que para recuperar el total que se tenía acumulado en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se recuperará al término de 10 años 5 meses, por lo que no se afectará este servicio ambiental.

Por otra parte, si se compara la captura de carbono del área sujeta a cambio de uso de suelo con relación al Sistema ambiental (2,706.09 ha de bosque de pino), se tiene que en el sistema ambiental en una hectárea se almacena 3.51 toneladas de carbono al año, que al multiplicar por la superficie total del sistema ambiental, se tienen 9,498.37 toneladas de carbono al año, mientras que en el área sujeta a cambio de uso de suelo es apenas de 1.74 ton de CO<sub>2</sub> al año, por lo que la afectación de captura de carbono se vería afectada en 0.018%. Sin embargo, con el establecimiento de la reforestación se estarían capturando 4.21 toneladas de CO<sub>2</sub>/año, lo que indica que se estaría recuperando las 43.56 toneladas de CO<sub>2</sub>/año en un término de 10 años 5 meses.

Con la aplicación de esta medida de mitigación (reforestación propuesta), se argumenta que el desarrollo del proyecto **no** comprometerá la captura de carbono.

#### IV.2.5.1.2 CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

##### Flora

Durante la caracterización de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se encontró que el tipo de vegetación presente es Bosque de Pino. Ninguna de las especies de flora identificadas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, de acuerdo con lo señalado en el presente estudio, se llevará a cabo un *Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal (ANEXO 3)*, lo que permitirá conservar especies de interés e importancia ecológica, principalmente de la familia Fagaceae: *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm. Esta actividad será realizada de manera previa a las labores de derribo del arbolado; previendo reubicar aquellos individuos que presenten mayor vigor en la superficie de cambio de uso de suelo y realizando las acciones de seguimiento necesarias para garantizar su adaptación al nuevo hábitat. De esta manera, mediante dichas acciones, se promoverá la conservación de la diversidad vegetal del lugar.

A continuación, se presenta una comparación de los individuos presentes por hectárea, como resultado de los muestreos de flora en el área sujeta a cambio de uso de suelo y en el Sistema Ambiental, correspondientes al estrato arbóreo.



**Tabla IV. 37 Número de individuos/ha de las especies del estrato arbóreo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos/ha	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	20	
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño		70
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	15	5
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	130	
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Plancha.	Mano de león	135	
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	165	5
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	325	385
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulín	25	
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha		120
<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo		20
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco		135
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	265	20
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	70	5

### Análisis

En el área de sujeta a cambio de uso de suelo, la riqueza específica del estrato arbóreo resultó de 9 especies y para el Sistema Ambiental presentó una riqueza de 9. La densidad (individuos/ha) de las especies *Arbutus xalapensis* Kunth, *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl., *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm., es menor en el área sujeta a cambio de uso de suelo que en el SA, por lo que dichas especies se consideran en la reforestación propuesta, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Adicionalmente, se aplicará, entre otras medidas de mitigación, un Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, ANEXO 4.

En cuanto al estrato arbustivo, en la siguiente tabla se presenta la comparación de los individuos presentes en el Sistema Ambiental y el área sujeta a cambio de uso de suelo, como resultado de los muestreos de flora realizados.

**Tabla IV. 38 Número de individuos/ha de las especies del estrato arbustivo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos/ha	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño		50
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	45	
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	105	





Nombre científico	Nombre común	Número de individuos/ha	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	70	5
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	5	35
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulín	5	
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulín	15	
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha		60
<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo		10
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco		45
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	170	15
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	70	5

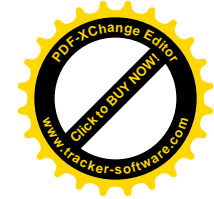
### Análisis

En el área del sujeta a cambio de uso de suelo, la riqueza específica encontrada fue de 8 especies, mientras que, para el Sistema Ambiental, presentó una riqueza de 8 especies. Las densidad (individuos por ha) de las especies *Arbutus xalapensis* Kunth, *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl., *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl, *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm., es menor en el área sujeta a cambio de uso de suelo que en el Sistema Ambiental, por lo que dichas especies se consideran en la reforestación propuesta, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Cabe señalar que los individuos con buen vigor y salud de las especies *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl, *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm., se rescatarán y reubicarán, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. La metodología de rescate y reubicación de estas especies se señala en el Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal ANEXO 4.

Finalmente, el comparativo entre los individuos del estrato herbáceo presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el Sistema Ambiental, como resultado de los muestreos de flora realizado, se encontró lo siguiente:

**Tabla IV. 39 Número de individuos/ha de las especies del estrato herbáceo encontradas en el SA y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos/ha	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina		15000
<i>Cirsium acantholepis</i> (Hemsl.)	Cardo	5000	
<i>Didymaea floribunda</i> Hook. F.	Desconocido	70000	
<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia		75000
<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trebol de cuatro hojas		35000



<i>Parathesis melanosticta</i> (Schlech.) Hemsley	Desconocido	10000	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	5000	20000
<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia		40000
<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil		10000
<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	Itamo real	5000	
<i>Smilax</i> sp.	Desconocido	5000	
<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hierva venenosa	200000	
<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Vejuco blanco	20000	
<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth)	Pasto	205000	

### Análisis

En el área del sujeta a cambio de uso de suelo, la riqueza específica resultó de 6 especies y para el SA presentó una riqueza de 9 especies. Cabe señalar que, se propiciará la regeneración natural de las distintas especies del estrato herbáceo en el área donde se efectuará la reforestación propuesta. Con la aplicación de estas medidas de mitigación antes señaladas, se argumenta que el desarrollo del proyecto **no** comprometerá la flora.

### Fauna

En la siguiente Tabla, se presenta un **análisis comparativo** en cuanto a los individuos de fauna silvestre encontrados en los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

**Tabla IV. 40 Análisis comparativo de la fauna silvestre encontrada en los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre común	Nombre científico	Presencia o ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<b>Aves</b>			
Colibrí Berilo	<i>Amazilia beryllina</i>	X	X
Chara Transvolcánica	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	X	
Colibrí Barba Negra	<i>Archilochus alexandri</i>	X	X
Verdín	<i>Auriparus flaviceps</i>	X	
Chipe Gorra Canela	<i>Basileuterus rufifrons</i>	X	X
Chipe Rojo	<i>Cardellina rubra</i>	X	X
Gorrión mexicano	<i>Carpodacus mexicanus</i>	X	X
Zorzal Mexicano	<i>Catharus occidentalis</i>	X	X
Saltapared Barranqueño	<i>Catherpes mexicanus</i>	X	
Chotacabras Menor	<i>Chordeiles acutipennis</i>		X
Colibrí oreja violeta	<i>Colibri thalassinus</i>	X	X
Tórtola	<i>Columba inca</i>	X	X
Papamoscas Boreal	<i>Contopus cooperi</i>	X	
Papamoscas Hammond	<i>Empidonax hammondi</i>	X	X
Papamoscas Amarillo Barranqueño	<i>Empidonax occidentalis</i>		X
Gallareta Americana	<i>Fulica americana</i>	X	



Nombre común	Nombre científico	Presencia o ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
Zafiro Orejas Blancas	<i>Hylocharis leucotis</i>	X	
Calandria Dorso Negro Menor	<i>Icterus cucullatus</i>	X	
Calandria tunera	<i>Icterus parisorum</i>	X	
Junco ojo de lumbre	<i>Junco phaeonotus</i>	X	
Colibrí Garganta Azul	<i>Lampornis clemenciae</i>		X
Carpintero Bellotero	<i>Melanerpes formicivorus</i>	X	
Gorrión de Lincoln	<i>Melospiza lincolnii</i>	X	
Pavito Alas Blancas	<i>Myioborus pictus</i>	X	
Picogordo Tigrillo	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	X	X
Carpintero Mexicano	<i>Picoides scalaris</i>	X	
Piranga Encinera	<i>Piranga flava</i>	X	
Piranga Capucha Roja	<i>Piranga ludoviciana</i>	X	X
Sastrecillo	<i>Psaltriparus minimus</i>	X	
Papamoscas Cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	X	
Papamoscas Negro	<i>Sayornis nigricans</i>		X
Chipe Rabadilla Amarilla	<i>Setophaga coronata</i>	X	
Chipe Cabeza Amarilla	<i>Setophaga occidentalis</i>	X	X
Azulejo Garganta Canela	<i>Sialia sialis</i>	X	
Bajapalos Pecho Blanco	<i>Sitta carolinensis</i>	X	
Jilguerito Dominicano	<i>Spinus psaltria</i>	X	X
Gorrión Pálido	<i>Spizella pallida</i>	X	
Golondrina alas aserradas	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	X	
Golondrina	<i>Tachycineta bicolor</i>		X
Saltapared Cola Larga	<i>Thryomanes bewickii</i>	X	
Cuitlacoche	<i>Toxostoma curvirostre</i>		X
Mirlo Primavera	<i>Turdus migratorius</i>	X	X
Tirano Pálido	<i>Tyrannus verticalis</i>	X	
Vireo de Bell	<i>Vireo bellii</i>	X	
<b>Mamíferos</b>			
Zorrillo	<i>Conepatus leuconotus</i>		X
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	X	
Ardilla gris	<i>Sciurus aureogaster</i>	X	X
Conejo mexicano	<i>Silvilagus cunicularis</i>	X	X
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	X	
<b>Reptiles</b>			
Tlaconete pinto	<i>Isthmura bellii</i>	X	
Eslizón chato	<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	X	X
Lagartija espinosa menor	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	X	X
<b>Anfibios</b>			
Rana ladrona pigmea	<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	X	X
Rana	<i>Hyla arenicolor</i> (Cope, 1866)	X	



**Análisis**

Las especies de fauna silvestre correspondientes al grupo de anfibios y reptiles que se encontraron en el área sujeta a cambio de uso de suelo, también se hallaron representadas en el Sistema Ambiental. Para el caso del grupo de las aves, las especies *Tachycineta bicolor* y *Toxostoma curvirostre*, no se encontraron en el Sistema Ambiental y sí en el área sujeta a cambio de uso de suelo; para el caso de grupo de mamíferos, *Conepatus leuconotus* no se encontró en el SA y sí en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

En este sentido, a fin de rescatar **toda** la fauna que se llegase a encontrar durante el cambio de uso de suelo y la ejecución del Proyecto, se aplicará un *Programa de ahuyentamiento y reubicación de fauna (ANEXO 4)*, con especial énfasis en las especies antes señaladas. Las especies rescatadas se reubicarán en un área aledaña al Proyecto, cuyas coordenadas se indican a continuación:

**Tabla IV. 41 Coordenadas del lugar donde se reubicará la fauna silvestre rescatada**

Vértice	Coordenadas UTM 14 N datum WGS 84	
	X	Y
1	384267.6949	2116158.2002
2	384407.1612	2116226.1453
3	384473.3183	2116095.6191
4	384367.8245	2116036.6141
5	384267.6949	2116158.2002

Por otra parte, de acuerdo con los resultados obtenidos de los Índices de Simpson, Shannon-Wiener (Tablas II.42 y Tabla II.43; el detalle de los cálculos se aborda en el capítulo VI de este estudio, así como en el archivo Excel se presenta en el **ANEXO 4**), para el Sistema Ambiental es mayor la diversidad para los cuatro grupos (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo. En cuanto a su distribución se encuentran equitativamente distribuidas, tanto en el Sistema Ambiental como en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

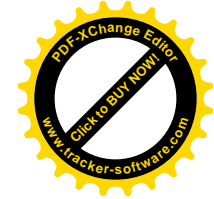
Dentro de las medidas de mitigación, se aplicará como medida para atenuar el efecto a la fauna, un *Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna*, el cual tiene como finalidad rescatar **toda** la fauna que se localice en el proyecto, privilegiando el ahuyentamiento de la fauna, el cual se realizará previo al inicio de obras y en caso de ser necesario, se reubicarán las especies respectivas, con especial énfasis en aquellas especies catalogadas con alguna categoría señalada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV. 42 Índices de diversidad estimados para el Sistema Ambiental**

Indicador	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Dominancia Simpson	0.2800	0.0327	0.3750	0.5000
Simpson D-1	0.7200	0.9673	0.6250	0.5000
Shannon H'	1.3322	3.5410	1.0397	0.6931
Diversidad Máxima	1.3863	3.6376	1.0986	0.6931
Equidad J	0.9610	0.9735	0.9464	1.0000

**Tabla IV. 43 Índices de diversidad estimados para el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Indicador	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Dominancia Simpson	0.3750	0.0723	0.5000	1.0000
Simpson D-1	0.6250	0.9277	0.5000	0.0000
Shannon H'	1.0397	2.8031	0.6931	0.0000
Diversidad Máxima	1.0986	2.9957	0.6931	0.0000
Equidad J	0.9464	0.9357	1.000	-



Las especies de fauna silvestre encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo que presentan alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la norma ambiental NOM-059-SEMARNAT-2010, se indican a continuación.

**Tabla IV. 44 Especies de fauna silvestre encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	Pr	No endémica.

Pr: Sujeta a protección especial

Con la aplicación de estas medidas de mitigación antes señaladas, se argumenta que el desarrollo del proyecto **no** comprometerá la fauna silvestre.

#### **IV.2.5.1.3 CANTIDAD DE AGUA INFILTRADA EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO**

La cantidad de agua infiltrada está en función de los estratos de vegetación existente dentro del ecosistema, los cuales interceptan el agua de la lluvia de manera muy eficiente y la canalizan lentamente por las hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regula el escurrimiento superficial y evitan que el suelo se sature.

Por las características del Proyecto en cuestión, las corrientes y cuerpos de agua no se verán afectados, por esta razón no se consideró necesario realizar el análisis de calidad de agua, pues esta seguirá siendo la misma después de realizado el Proyecto. Sin embargo, la infiltración si se verá afectada, por lo que se realizaron estimaciones para conocer el impacto en el estado actual, con remoción de vegetación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

#### **Escurrecimiento**

La metodología y cálculos para determinar el volumen medio de escurrimiento anual se describe en el Capítulo VI de este estudio. A continuación, se muestran los resultados del escurrimiento con la vegetación actual, al ser removida y con las medidas de mitigación propuestas.



**Escenario 1. Esgurrimiento de agua en condiciones actuales para el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Para determinar el esgurrimento de agua en condiciones actuales en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se aplicaron las siguientes fórmulas y consideraciones.

Precipitación anual = 2,057.1 mm

$$\text{Volumen anual de esgurrimento natural del área sujeta a cambio de uso de suelo} = \text{Precipitación anual del área sujeta a cambio de uso de suelo} * \text{Superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo} * \text{Coeficiente de esgurrimento}$$

**Tabla IV. 45 Cantidad de agua que se esgurre en el área sujeta a cambio de uso de suelo en condiciones actuales**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Tipo de suelo	Características de los suelos	Uso de suelo	K	Fórmula para calcular el Ce	Ce	Volumen medio anual de esgurrimento natural (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen medio anual de esgurrimento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
1	Bosque de pino	800.00	0.0800	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad	Cubierto del 50 al 75%	0.26	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5	0.308	6341.141	507.291
2	Bosque de pino	800.00	0.0800	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad	Cubierto del 50 al 75%	0.26	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5	0.308	6341.141	507.291
3	Bosque de pino	800.00	0.0800	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables,	Cubierto del 50 al 75%	0.26	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5	0.308	6341.141	507.291

					tales como arenas de mediana profundidad.							
Camino	Bosque de pino	2757.00	0.2757	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Cubierto del 50 al 75%	0.26	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.308	6341.141	2186.425	
<b>Total</b>		<b>4957.00</b>	<b>0.4957</b>							<b>6341.141</b>	<b>3,143.304</b>	

De acuerdo con los resultados, la cantidad de agua que se escurre en el área sujeta a cambio de uso de suelo en condiciones actuales es de **3,143.304 m³ anuales** y de **6,341.141 m³/ha**.

### Escenario 2. Escorrimento de agua cuando la vegetación es removida en el área sujeta a cambio de uso de suelo

Cuando es removida la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, la cantidad de agua que se escurriría sería la siguiente:

**Tabla IV. 46 Agua que se escurriría con la remoción de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Tipo de vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Tipo de suelo	Textura	Características de los suelos	Uso de suelo	K	Fórmula Ce	Ce	Volumen medio anual de escurrimiento natural (m³/ha)	Volumen medio anual de escurrimiento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m³)
1	Bosque de pino	800.00	0.800	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	558.973
2	Bosque de pino	800.00	0.800	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables,	Barbecho, áreas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	558.973

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Tipo de suelo	Textura	Características de los suelos	Uso de suelo	K	Fórmula Ce	Ce	Volumen medio anual de escurrimiento natural (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen medio anual de escurrimiento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
						tales como arenas de mediana profundidad.	incultas y desnudas					
3	Bosque de pino	800.00	0.800	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	558.973
Camino	Bosque de pino	2557.00	0.2557	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	2409.173
<b>Total</b>		<b>4,957.00</b>	<b>0.4957</b>								<b>6,987.160</b>	<b>3,463.535</b>

De acuerdo con los resultados, la cantidad de agua que se escurriría en el área sujeta a cambio de uso de suelo removiendo la vegetación es de **3,463.535 m<sup>3</sup> anuales** y de **6,987.160 m<sup>3</sup>/ha**.

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se escurre en la superficie para la cual se solicita el cambio de uso de suelo y el escurrimiento una vez que se haya ejecutado el cambio de uso de suelo, notamos que aumenta el escurrimiento en **320.231 m<sup>3</sup>**, es decir, **3,143.304 m<sup>3</sup>** del agua que se escurre sin proyecto y **3,463.535 m<sup>3</sup>** de agua que se escurriría con la ejecución del proyecto.



### Escenario 3. Infiltración de agua con la realización con las obras de captación de agua

El área propuesta donde se realizarán las obras de conservación de agua, el cual se encuentra cercano al área sujeta a cambio de suelo, actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad alta, con una pendiente promedio del **8.87 %**.

Para recuperar los **320.231 m<sup>3</sup>** de agua que se dejan de infiltrar por la realización del cambio de uso de suelo, se proponen realizar **zanjas trincheras**, por lo que se procede a calcular el volumen de captación de agua que tendrían.

Las **zanjas trincheras** o tinas ciegas son excavaciones rectangulares de 2 metros de longitud 0.4 metros de base y 0.4 metros de profundidad.

#### Cálculo área y volumen de captación de agua de zanjas trincheras:

**Área:**

$$A = b \times p$$

$$A = 2 \text{ m (base)} \times 0.40 \text{ m (profundidad)} = 0.8 \text{ m}^2$$

$$A = 0.8 \text{ m}^2$$

**Volumen:**

$$V = \text{Área de la base (A)} \times \text{Altura (H)}$$

$$V = 0.8 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ m}$$

$$V = 0.32 \text{ m}^3$$

La cantidad de agua que se captará por cada zanja trincheras será de **0.32 m<sup>3</sup>**, para poder recuperar los **320.231 m<sup>3</sup>** de agua que se dejarían de infiltrar por el cambio de uso de suelo, se proponen realizar **1,001 zanjas trincheras** en un terreno cercano al área sujeta a cambio de uso de suelo. Al multiplicar las **1,001 zanjas trincheras** por su capacidad de captación (**0.32 m<sup>3</sup>**), da como resultado una capacidad de captación de agua anual de **320.32 m<sup>3</sup>**, con lo cual se recuperarán **320.32 m<sup>3</sup>**, lo que equivale a recuperar poco más de la totalidad de agua que se dejaría de infiltrar por la ejecución del proyecto.

### **Determinación de las obras de captación de agua**

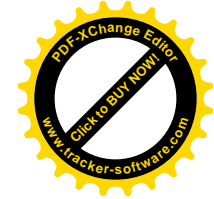
Para estimar el espaciamiento entre las zanjas trincheras, hay que determinar primero el escurrimiento superficial que tienen los terrenos donde se realizarán las obras de captación de agua.

#### Estimación de la lluvia máxima en 24 horas

La lluvia promedio máxima en 24 horas en el área sujeta a cambio de uso de suelo, para un periodo de retorno de 50 años resultó de **224.2mm** en el mes de agosto, de conformidad con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00015368, denominada el Fresno, situada en el Municipio de Valle de Bravo, para el periodo 1951-2010.

#### Estimación del coeficiente de escurrimiento

*Coficiente de escurrimiento.* Número adimensional (tanto por uno) que representa la proporción de agua que escurre, respecto del total de la lluvia, para su cálculo se multiplica la lámina de lluvia por el coeficiente de escurrimiento.



La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó considerando factores de textura de suelo, pendiente y tipo de vegetación, mediante la siguiente tabla.

**Tabla IV. 47 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno:**

Tipo de Vegetación y relieve del terreno	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Fina
<b>Bosque</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.30	0.50	0.50
<b>Pastizales</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos cultivados</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1991, 3ra. Edición

#### Estimación del escurrimiento superficial

Para el cálculo del escurrimiento se toma en cuenta la lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de cinco años (mm) y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo con las condiciones del terreno, por lo que el cálculo consiste en multiplicar la lluvia máxima en 24 horas por el coeficiente de escurrimiento.

Las obras de captación de agua se realizarán en terrenos que actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad alta, pendiente promedio del **8.87%**, textura media, por lo que el coeficiente de escurrimiento seleccionado para este caso es de **0.35**.

#### *Cálculo*

$$\text{Escurrimiento superficial} = 224.2 \text{ mm} \times 0.35 = 78.47 \text{ mm}$$

El escurrimiento superficial que se tiene en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de **78.47 mm**.

#### Cálculo de separación entre zanjas trinchera

El escurrimiento es de 78.47 mm para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.

De acuerdo con el manual de obras de restauración y conservación de suelos forestales de la Comisión Nacional Forestal, se calcula el espaciamiento de la siguiente manera:

1. Se estima que el escurrimiento es de 78.47 milímetros para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.
2. Se multiplica el escurrimiento por 0.5,  $(78.47 \times 0.5) = 39.235$  milímetros.
3. Se calcula el área de escurrimiento  $0.32 \text{ metros cúbicos} / 0.039235 \text{ metros lineales} = 8.15$  metros cuadrados.
4. Se divide entre dos  $.15 \times 2 = 4.075$  metros.
5. Nuevamente se divide entre dos, ya que las zanjas no son continuas  $4.075 / 2 = 2.0375$ .





6. La separación entre líneas es de 2.0375 metros.

Tomando el distanciamiento indicado entre líneas consecutivas sería de 2.0375 metros a una distancia entre zanjas de 2 metros se podrían construir 1,025 zanjas trinchera por ha, sin embargo, para recuperar el agua que se deja de captar por el proyecto se necesitan únicamente **1,001 zanjas trinchera**, las cuales estarían separadas entre sí cada 2 metros y entre líneas cada 2.0375 m, por lo que ocuparían una superficie de **0.9763 ha**. Sin embargo, éstas se distribuirán en 3.27 hectáreas, dada la doble función que tienen las zanjas trinchera (captación de agua y retención de suelo).

En conclusión, en **condiciones actuales** donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se **tiene un escurrimiento de agua de 3,143.304 m<sup>3</sup>**, mientras que cuando se **remueve la vegetación y se ejecuta el proyecto**, se tendría un escurrimiento de **3,463.535 m<sup>3</sup> de agua**, lo cual indica que se estaría dejando de infiltrar **320.231 m<sup>3</sup>** de agua de manera anual en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. **En este sentido, ejecutando el proyecto y efectuando la medida de mitigación (realización de 1,001 zanjas trinchera), se recupera una infiltración de agua de 320.32 m<sup>3</sup>, la cual es mayor a la que actualmente se estaría dejando de infiltrar por el cambio de uso de suelo.**

Las coordenadas de la superficie propuesta para establecer las **1,001 zanjas trinchera** se señalan a continuación.

Tabla IV. 48 Ubicación de las zanjas trinchera propuestas para captación de agua

Coordenadas UTM Zona 14 Datum WGS 84		
Vértice	X	Y
1	384630.6989	2115894.4623
2	384829.8022	2115890.67037
3	384802.2111	2115711.8394
4	384625.0778	2115726.8062
1	384630.6989	2115894.4623

Con la aplicación de estas medidas de mitigación antes señaladas, se argumenta que el desarrollo del proyecto **no** comprometerá la captación del agua.

#### IV.2.5.1.4 ESTIMACIÓN DE LA TASA DE EROSIÓN EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

Para obtener el grado de erosión presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), siguiendo los criterios descritos por Páez (1994). El riesgo de erosión hídrica potencial depende sólo de los factores físicos (clima, topografía y suelo), cuya ecuación se expresa de la siguiente manera.

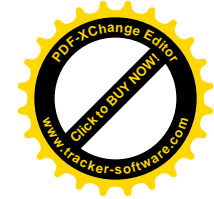
$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

Dónde:

E = Pérdida de suelo (ton/ha/año)

R= Factor de la lluvia

K=Tipo de suelo



LS= Longitud y grado de pendiente  
C=Factor de manejo de cultivo  
P=Prácticas mecánicas

La obtención de los valores de cada factor y su implicación con la erodabilidad del suelo se presenta a continuación.

### Erosividad de la lluvia (R)

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Las gotas de lluvia primero mojan el suelo y después remueven las partículas. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y transportar las partículas de suelo.

Las gotas de lluvia al impacto con la superficie del suelo rompen los agregados y remueven las partículas, produciendo una ligera compactación. La capa compactada disminuye la capacidad de infiltración, originando el escurrimiento superficial. Wischmeier y Smith (1965) señalan que, el mejor estimador de la erosividad de la lluvia es mediante la fórmula  $EI_{30}$ , la cual se obtiene con la siguiente ecuación:

$$EI_{30} = (E) (I_{30})$$

Dónde:

$EI_{30}$ = Índice de erosividad para un evento (MJmm/ha hr)  
E= Energía cinética de la lluvia (MJ/ha)  
 $I_{30}$ = Intensidad máxima en 30 minutos continuos de lluvia (mm/hr)

Con la suma de todos los  $EI_{30}$  de cada uno de los eventos del año, se obtiene el índice de erosividad anual (R).

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de:

$$Ec = \frac{mv^2}{2}$$

Dónde:

$m$  es la masa de lluvia y  $v$  la velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación, se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería:

$$R = \sum_{i=1}^n (EI_{30})$$

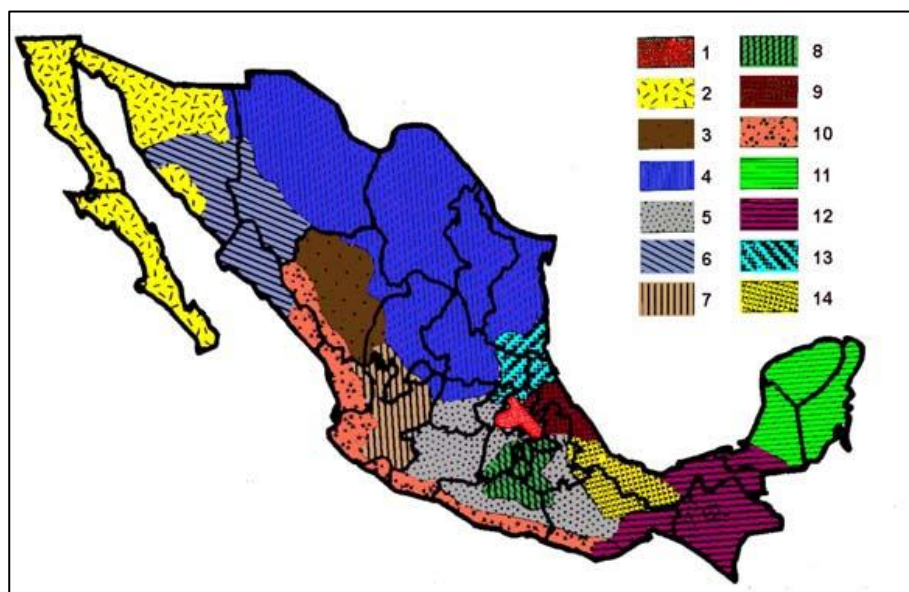
Por lo tanto, el valor de erosividad de la lluvia (R), para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como  $Ec = 0.119 + 0.0873 \log_{10}$ , donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de  $Ec$  y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de  $EI_{30}$  en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991). De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS en la Tabla siguiente. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país mostradas en la Figura que se presenta a continuación.

**Tabla IV. 49 Ecuaciones de erosividad de la lluvia (R) para las diferentes regiones de México.**

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
1	$R = 1.20785x + 0.002276x^2$	0.92
2	$R = 3.45552x + 0.006470x^2$	0.93
3	$R = 3.67516x - 0.001720x^2$	0.94
4	$R = 2.8559x + 0.002983x^2$	0.92
5	$R = 3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$R = 6.68471x + 0.001680x^2$	0.90
7	$R = 0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
8	$R = 1.99671x + 0.003270x^2$	0.98
9	$R = 7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	$R = 6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$R = 3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$R = 2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$R = 10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$R = 1.50046x + 0.002640x^2$	0.95

Fuente: Cortés, 1991



**Figura IV. 16 Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad**



Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos\\_excell/](http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/)

Para calcular R se tomó la ecuación de erosividad de lluvia para la región 5, que corresponde a la zona donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo:

$$R = 3.4880x - 0.000188x^2 \text{ en donde "x" es la precipitación media anual, siendo de 2057.1 mm en el área sujeta a cambio de uso de suelo.}$$

*Sustituyendo:*

$$R = 3.4880(2057.1) - 0.000188 (2057.1)^2 = 6,379.63$$

### **Erodabilidad del suelo (K)**

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erodabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erodabilidad pueden agruparse en dos categorías (Wischmeier y Smith, 1965; Beasley, 1972), a) las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento y; b) las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Figueroa *et al.* (1991), señalan que la erodabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo, 1986) y ésta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

En la Tabla siguiente, se muestran los valores del Factor de Erodabilidad (K), en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

**Tabla IV. 50 Valores del Factor de Erodabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial**

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plántico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c, d, e, k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v, x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026



Unidades y subunidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
C (h, k, l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d, g, e)	Podzoluvisol (dístico, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F (a, h, p, o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plántico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d, e)	Gleysol dístico éutrico	0.026	0.040	0.013
G (v, x)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G (v, x)	Gleysol plántico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c, g, h, l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol éutrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plántico	0.053	0.079	0.026
K (h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol alábico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plántico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a, g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d, e, h)	Nitosol (dístico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d, e, h)	Histosol (dístico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a, c, f, l)	Arenosol (alábico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	<b>0.026</b>	0.040	0.013





Unidades y subunidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístico	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V (c, p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol étrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X (k, h, l, g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h, k, l, g, t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

El factor K tomado para el área sujeta a cambio de uso de suelo se determinó por el tipo de suelo, el cual es un Andosol húmico y tiene una textura media, dando un factor **K=0.020**.

### **Longitud y grado de la pendiente (LS)**

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. La acumulación del volumen escurrido



a lo largo de la pendiente incrementa la capacidad de desprendimiento y transporte del escurrimiento (Wischmeier y Smith, 1978). Estos autores propusieron en el año de 1965, una ecuación para estimar "LS" (SAGARPA, 2005), de la cual se deriva la siguiente fórmula:

$$S = [(H_f - H_i) / L] * 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%)

H<sub>f</sub> = Altura más alta del terreno (m)

H<sub>i</sub> = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud de este.

Se procedió a determinar la parte más alta y la elevación en la parte más baja del área sujeta a cambio de uso de suelo, así como su longitud, esto se realizó en tres partes del polígono, buscando que fueran representativos, posteriormente se procedió a determinar la pendiente media, la cual se indica en la tabla siguiente.

**Tabla IV. 51 Cálculo de la pendiente media de cada polígono sujeta a cambio de uso de suelo**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	H <sub>f</sub> (Altura más alta del terreno (promedio))	H <sub>i</sub> (Altura más baja del terreno (promedio))	L = Longitud del terreno (m) (promedio)	Fórmula para determinar la S = Pendiente media del terreno (%) S = (H <sub>f</sub> - H <sub>i</sub> / L) x 100	S (promedio)
1	2,172	2,164	42.58	(2172-2164/42.58) x100	18%
2	2,195	2,193	42.88	(2195-2193/42.88) x100	4.66%
3	2,151	2,144	43.16	(2151-2144/43.16) x100	16.99%
Camino	2,179	2,174	44.97	(2179-2174/44.97) x100	9.16%

Para calcular "LS" (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utilizó la siguiente fórmula (SAGARPA, 2005):

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

Donde:

**LS = Factor de grado y longitud de la pendiente**

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno

m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente, el cual se aprecia en la Tabla II.51

**Tabla IV. 52 Valores que toma m en función del grado de pendiente**

Grado de pendiente (%)	Valor de m
< 1	0.2
1 - 3	0.3
3 - 5	0.4
> 5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978



Considerando los valores de longitud de la pendiente, la pendiente media del terreno en % y m (Coeficiente que depende del grado de la pendiente) y sustituyendo los valores en la fórmula de "LS", se obtienen los valores siguientes:

**Tabla IV. 53 Cálculo de la "LS" de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Longitud (λ)	S (pendiente media del terreno)	m (Coeficiente que depende del grado de la pendiente)	Fórmula para determinar la LS = Factor de grado y longitud de la pendiente $LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$	LS
1	42.58	18%	0.5	$LS = (42.58)^{0.5} * (0.0138 + 0.00965 (18.00) + 0.00138 (18.00)^2)$	4.14
2	42.88	4.66%	0.4	$LS = (42.88)^{0.4} * (0.0138 + 0.00965 (4.66) + 0.00138 (4.66)^2)$	0.40
3	43.16	16.69%	0.5	$LS = (43.16)^{0.5} * (0.0138 + 0.00965 (16.69) + 0.00138 (16.69)^2)$	3.79
Camino	44.97	9.16%	0.5	$LS = (44.97)^{0.5} * (0.0138 + 0.00965 (9.16) + 0.00138 (9.16)^2)$	1.46

**Factor de manejo de cultivo (C)**

En la EUPS este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir.

El factor de C que se puede utilizar para estimar la pérdida de suelo de acuerdo con SAGARPA se menciona en la tabla siguiente.

**Tabla IV. 54 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo**

Cultivo	Nivel de Productividad		
	Alto	Medio	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



Cultivo	Nivel de Productividad		
	Alto	Medio	Bajo
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 sobre pastoreada	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		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Considerando el tipo de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo el valor de “C” se tomó como bosque natural de alta productividad, siendo  $C=0.001$ .

#### **Factor por prácticas mecánicas (P)**

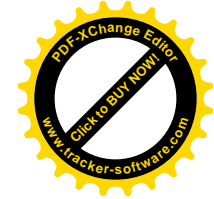
Las prácticas mecánicas o manejo del terreno son un factor atenuante del proceso erosivo. Su principal objetivo es controlar los escurrimientos superficiales para disminuir la erosión hídrica en terrenos con pendiente. En la EUPS, el valor de P varía de 0 a 1, e indica el valor de la práctica de conservación al compararse con un terreno continuamente barbechado en el sentido de la pendiente (adimensional). Algunos valores de P para las condiciones de México fueron obtenidos por Trueba (1981) y adaptados por la SAGARPA (2005), se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla IV. 55 Valores de P que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo en la EUPS**

Práctica mecánica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75
Surcos rectos	0.8
Fajas en contorno	0.6
Terrazas (2-7% de pendiente)	0.5
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13 %)	0.8
Terrazas de banco	0.1
Surcado lister	0.5
Ripper	0.6
Terrazas de Zing	0.1

Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos\\_excell/1estim-erosion.xls](http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/1estim-erosion.xls)

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo. Sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica existe un doble efecto. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y como última instancia se realizarían las prácticas mecánicas (Morgan, 1986).



Los valores utilizados para realizar el cálculo de la pérdida de suelo en el proyecto mediante la EUPS se presentan a continuación en la Tabla.

**Tabla IV. 56 Valores utilizados para el cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales**

Tipo de vegetación	Polígono	Superficie (ha)	Pendiente	Longitud de la pendiente	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de pino	1	0.0800	18	42.58	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	4.14	0.001
Bosque de pino	2	0.0800	4.66	42.88	Andosol húmico	Media	0.4	6379.633	0.020	0.40	0.001
Bosque de pino	3	0.0800	16.69	43.16	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	3.79	0.001
Bosque de pino	Camino	0.2557	9.16	44.97	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	1.46	0.001

**Escenario 1. Cálculo de Pérdida de suelo actual**

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal (bosque de pino) y en cuanto a las prácticas mecánicas, no se realizan ninguna de ellas en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que, sustituyendo los valores en la EUPS, se tiene lo siguiente:

**Tabla IV. 57 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono en condiciones actuales**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	R	K	LS	C	Fórmula para determinar la Pérdida de suelo $E = R \times K \times LS \times C$	Pérdida de suelo en condiciones actuales (ton/ha/año)
1	6,379.633	0.020	4.14	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 4.14 \times 0.001$	0.528
2	6,379.633	0.020	0.40	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 0.40 \times 0.001$	0.051
3	6,379.633	0.020	3.79	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 3.79 \times 0.001$	0.483
Camino	6,379.633	0.020	1.46	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 1.46 \times 0.001$	0.186





**Tabla IV. 58 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en condiciones actuales.**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo por polígono (ton/año)
1	800.00	0.0800	0.528	0.042
2	800.00	0.0800	0.051	0.004
3	800.00	0.0800	0.483	0.039
Camino	2557.00	0.2557	0.186	0.048
<b>Total</b>	<b>4,957.00</b>	<b>0.4957</b>	-	<b>0.133</b>

Derivado del resultado anterior, se tiene una pérdida en el área sujeta a cambio de uso de suelo de **0.133 ton/año** en una superficie total de **0.4957 ha**. Resumiendo, la erosión actual que se tiene sin proyecto es la siguiente:

<i>Erosión actual con vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo</i>	<b>0.133 ton/año</b>
---	----------------------

La memoria de cálculo de la erosión actual en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se presenta en el **ANEXO 4** denominado "Cálculo de la Erosión".

**Escenario 2. Cálculo de Pérdida de suelo removiendo la vegetación existente**

**Estimación de la erosión potencial:**

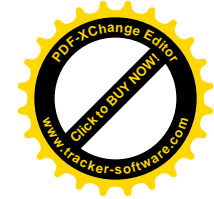
En la estimación de la erosión potencial, el factor C ya no se toma en cuenta, debido a que no hay cobertura que retenga suelo.

$$E = R \times K \times LS$$

Los valores utilizados para el cálculo de la erosión potencial son los siguientes:

**Tabla IV. 59 Valores utilizados para el cálculo de la erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo con la remoción de la vegetación.**

Tipo de vegetación	Polígono	Superficie (ha)	Pendiente	Longitud de la pendiente	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de pino	1	0.0800	18	42.58	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	4.14	-
Bosque de pino	2	0.0800	4.66	42.88	Andosol húmico	Media	0.4	6379.633	0.020	0.40	-
Bosque de pino	3	0.0800	16.69	43.16	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	3.79	-



Tipo de vegetación	Polígono	Superficie (ha)	Pendiente	Longitud de la pendiente	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de pino	Camino	0.25578	9.16	44.97	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	1.46	-

**Tabla IV. 60 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono removiendo la vegetación**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	R	K	LS	C	Fórmula para determinar la Pérdida de suelo $E = R \times K \times LS \times C$	Pérdida de suelo removiendo la vegetación (ton/ha/año)
1	6,379.633	0.020	4.14	---	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 4.14$	528.234
2	6,379.633	0.020	0.40	---	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 0.40$	50.964
3	6,379.633	0.020	3.79	---	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 3.79$	482.961
Camino	6,379.633	0.020	1.46	---	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 1.46$	186.285

**Tabla IV. 61 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales removiendo la vegetación**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo por polígono (ton/año)
1	800.00	0.0800	528.234	42.259
2	800.00	0.0800	50.964	4.077
3	800.00	0.0800	482.961	38.637
Camino	2,557.00	0.2557	186.285	47.633
<b>Total</b>	<b>4,957.00</b>	<b>0.4957</b>		<b>132.606</b>

La erosión potencial que se obtendría al no existir cobertura del suelo (suelo desnudo) y no tener prácticas de conservación de suelo, resulta de **132.606 ton/año** en la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo (**0.4957 ha**), por lo que



<i>Erosión Potencial (removiendo la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo)</i>	<b>132.606 ton/año</b>
--	------------------------

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en sus distintos escenarios:

**Tabla IV. 62 Resultados de la aplicación de la EUPS en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

<b>Escenario 1. <u>Cálculo de Pérdida de Suelo Actual</u></b>	
<i>Erosión actual con vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo</i>	<b>0.133 ton/año</b>
<b>Escenario 2. <u>Cálculo de Pérdida de Suelo removiendo la vegetación existente</u></b>	
<i>Erosión Potencial (removiendo la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo)</i>	<b>132.606 ton/año</b>

De acuerdo con la EUPS, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se pierden actualmente **0.133** toneladas de suelo por año; mientras que realizando la remoción de la vegetación existente y dejando el suelo expuesto, en esa misma superficie se estarían perdiendo **132.606** toneladas de suelo por año.

En este sentido, la ejecución del Proyecto plantea el establecimiento de obras de conservación y restauración de suelos para mitigar el efecto causado por la remoción de la vegetación, a fin de evitar la pérdida de **132.473 toneladas de suelo por año** en el área sujeta a cambio de uso de suelo, ya que **0.133 toneladas de suelo al año** se están perdiendo actualmente con la vegetación existente.

De esta manera, **con el establecimiento de las obras de conservación y restauración de suelos** se recuperarán **132.473 ton/año** de suelo.

**Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo con las obras de conservación y restauración de suelos**

En el área sujeta a cambio de uso de suelo, se pierden actualmente **0.133** toneladas de suelo por año; mientras que realizando la remoción de la vegetación existente y dejando el suelo expuesto, en esa misma superficie se estarían perdiendo **132.606** toneladas de suelo por año. Para poder recuperar las **132.473 ton/año** que se pierden al realizar el cambio de uso de suelo. En primer instancia, se obtendrá el cálculo de la pérdida de suelo que se tiene actualmente en el área propuesta donde se realizarán las obras de conservación de suelos, el cual se encuentra cercano al área sujeta a cambio de suelo y que actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad alta, con una pendiente promedio del 8.87%.

Los valores utilizados para el cálculo de la erosión actual en el terreno donde se realizarán las obras de conservación y restauración de suelos y agua son los siguientes.



**Tabla IV. 63 Valores utilizados para el cálculo de la erosión en el área propuesta para la realización de las obras de conservación de suelos y agua**

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Longitud de la pendiente (metros)	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de pino	3.27	8.87	232.9	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	3.18	0.1

Calculando la pérdida de suelo con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) que tiene actualmente el terreno donde se realizarán las obras de conservación propuestas, se obtuvo lo siguiente:

$$E = R \times K \times LS \times C$$

$$E = 6379.633 \times 0.020 \times 3.18 \times 0.1 = 40.57 \text{ ton/ha/año.}$$

En el área donde se establecerán las obras de conservación de suelos y agua tiene una pérdida de suelo actual de **40.57 ton/ha/año**.

La memoria de cálculo de la erosión actual en el área propuesta para establecer las obras de conservación de suelos y agua se encuentra en el **ANEXO 4**, denominado "Cálculo de la Erosión".

**A continuación, se señala la estimación de la cantidad de obras de conservación y restauración de suelos requeridas para llevar a cabo la recuperación del suelo que se pierde en el área sujeta a cambio de uso de suelo, con motivo de la remoción de la vegetación y la ejecución del proyecto:**

Para poder recuperar las **132.473 ton/año** que se pierden al realizar el cambio de uso de suelo, se propone la realización de **zanjas trinchera**, por lo que primeramente se determinó la capacidad de retención de suelo que tendrán dichas zanjas trinchera.

En este sentido, las **zanjas trinchera** o tinajas ciegas son excavaciones rectangulares de 2 metros de longitud por 0.4 metros de base y 0.4 metros de profundidad.

*Cálculo área y volumen de captación de zanjas trinchera:*

**Área:**

$$A = b \times p$$

$$A = 2 \text{ m (base)} \times 0.40 \text{ m (profundidad)} = 0.8 \text{ m}^2$$

$$A = 0.8 \text{ m}^2$$

**Volumen:**

$$V = \text{Área de la base (A)} \times \text{Altura (H)}$$



$$V = 0.8 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ m}$$

$$V = 0.32 \text{ m}^3$$

Posterior al cálculo del volumen en  $0.32 \text{ m}^3$  de la zanja trinchera, se procedió a estimar la cantidad de suelo retenida en toneladas, utilizando el peso volumétrico del suelo con la siguiente expresión:

$$SR = V \times P_v$$

Dónde:

SR = suelo retenido

V = volumen del cuerpo prismático ( $\text{m}^3$ )

De acuerdo con el Manual de Conservación de Suelos de la CONAFOR, para este tipo de sedimentos, la densidad aparente:

$$P_v = \text{Peso volumétrico del suelo (1.2 ton/m}^3\text{)}$$

Al sustituir los valores se tiene que la cantidad de suelo retenido por las obras de conservación de suelos será de:

$$0.32 \text{ m}^3 \times 1.2 \text{ ton/m}^3 = 0.384 \text{ ton}$$

### Determinación de las obras de conservación y restauración de suelos

Para poder recuperar las **132.473** toneladas de suelo que se perderían al año por la ejecución del cambio de suelo, considerando la capacidad de retención de cada zanja trinchera de **0.384 toneladas**, se necesita un total de **345 zanjas trinchera**.

Para estimar el espaciamiento entre las zanjas trinchera, hay que determinar primero el escurrimiento superficial que tienen los terrenos donde se realizarán las obras de captación de agua.

### Estimación de la lluvia máxima en 24 horas

La lluvia promedio máxima en 24 horas en el área sujeta a cambio de uso de suelo, para un periodo de retorno de 50 años resultó de **224.2 mm** en el mes de Agosto, de conformidad con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00015368, denominada el fresno, situada en el Municipio de Valle de Bravo, para el periodo 1951-2010.

### Estimación del coeficiente de escurrimiento

*Coeficiente de escurrimiento.* Número adimensional (tanto por uno) que representa la proporción de agua que escurre, respecto del total de la lluvia, para su cálculo se multiplica la lámina de lluvia por el coeficiente de escurrimiento.

La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó considerando factores de textura de suelo, pendiente y tipo de vegetación, mediante la siguiente tabla:





**Tabla IV. 64 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno**

Tipo de Vegetación y relieve del terreno	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Fina
<b>Bosque</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.25	<b>0.35</b>	0.50
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.30	0.50	0.50
<b>Pastizales</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos cultivados</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1991, 3ra. Edición

#### Estimación del escurrimiento superficial

Para el cálculo del escurrimiento se toma en cuenta la lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de cinco años (mm) y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo con las condiciones del terreno, por lo que el cálculo consiste en multiplicar la lluvia máxima en 24 horas por el coeficiente de escurrimiento.

Las obras de captación de agua se realizarán en terrenos que actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad alta, pendiente promedio del **8.87%**, textura media, por lo que el coeficiente de escurrimiento seleccionado para este caso es de **0.35**.

#### *Cálculo*

$$\text{Escurrimiento superficial} = 224.2 \text{ mm} \times 0.35 = 78.47 \text{ mm}$$

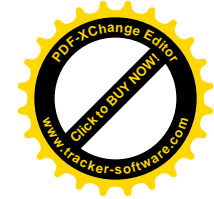
El escurrimiento superficial que se tiene en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de **78.47 mm**.

#### *Cálculo de separación entre zanjas trinchera*

El escurrimiento es de **78.47 mm** para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.

De acuerdo con el manual de obras de restauración y conservación de suelos forestales de la Comisión Nacional Forestal, se calcula el espaciamiento de la siguiente manera:

1. Se estima que el escurrimiento es de 78.47 milímetros para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.
2. Se multiplica el escurrimiento por 0.5,  $(78.47 \times 0.5) = 39.23$  milímetros.



3. Se calcula el área de escurrimiento  $0.32 \text{ metros cúbicos} / 0.03923 \text{ metros lineales} = 8.15 \text{ metros cuadrados}$ .
4. Se divide entre dos  $8.15/2 = 4.075 \text{ metros}$
5. Nuevamente se divide entre dos, ya que las zanjas no son continuas  $4.075 / 2 = 2.075$
6. La separación entre líneas es de 2.075 metros

Tomando el distanciamiento indicado entre líneas consecutivas sería de 2.075 metros a una distancia entre zanjas de 2 metros se podrían construir 1025 zanjas trinchera por ha, sin embargo, para recuperar las **132.473 toneladas de suelo al año** que se perderían en el área sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación, solo se requieren **345 zanjas trinchera** en una superficie propuesta de **3.27 hectáreas**.

Dado que en el terreno donde se establecerían las obras de conservación y restauración de suelo, y considerando que actualmente ese terreno pierde 40.57 ton/ha al año, se establecerán **345 zanjas trinchera** para recuperar las **132.473 ton/ha** al año que se perderían en el área sujeta a cambio de uso de suelo con motivo de la ejecución del proyecto.

Concluyendo, en **condiciones actuales** donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se tiene una pérdida de **0.133 ton/año**, mientras que cuando se **remueve la vegetación y se ejecuta el Proyecto**, se tendría una pérdida de **132.606 ton/año**, lo cual indica que se estaría perdiendo **132.473 ton/año** de suelo en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. **En este sentido, ejecutando el proyecto y efectuando la medida de mitigación (realización de 345 zanjas trinchera), se recuperan 132.48 ton/año de suelo, la cual es mayor al que actualmente se estaría perdiendo por el cambio de uso de suelo.**

Las coordenadas de la superficie propuesta para establecer las **345 zanjas trinchera** se señalan a continuación.

**Tabla IV. 65 Coordenadas del Terreno donde se efectuarán las zanjas trinchera para la retención de suelo.**

Coordenadas UTM Zona 14 Datum WGS 84		
Vértice	X	Y
1	384630.6989	2115894.4623
2	384829.8022	2115890.67037
3	384802.2111	2115711.8394
4	384625.0778	2115726.8062
5	384630.6989	2115894.4623

Con la aplicación de estas medidas de mitigación antes señaladas, se argumenta que el desarrollo del proyecto **no** comprometerá la erosión hídrica.

#### IV.2.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para el diagnóstico del SA donde se llevará a cabo la Proyecto, se utilizaron los indicadores por componente ambiental. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un



significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2005, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México).

La definición formal de indicador es: “Relativo a indicar. Dar a entender o significar una cosa con indicios o señales. Señalar, advertir, manifestar, apuntar, mostrar”. En otras palabras, la información clave que usamos para conocer algo de forma frecuentemente, tomar una decisión, es un indicador. Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Relevantes: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Fiables: Representativos del impacto que se quiere medir
- Exclusivos: Es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores
- Realizables: Identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

Por lo antes mencionado, se elaboró una lista de indicadores ambientales del estado del SA, la cual se muestra en la siguiente tabla en la que se hace una descripción del estado actual de cada uno de los componentes ambientales para el medio físico, biótico y socioeconómico.



**Tabla IV. 66 Diagnóstico integral del Sistema Ambiental**

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
<b>Sistema abiótico</b>		
Clima	Proyecto del microclima	El tipo de clima es: C(w2) (w)b(i)g, que se refiere a un clima templado, subhúmedo con verano largo y lluvia invernal menor al 5%.
Atmósfera	Fuentes de contaminación atmosférica	En el SA no se realiza el monitoreo de la calidad del aire, sin embargo, se presupone que presenta una buena calidad, debido a que no existen zonas industriales importantes, la calidad del aire se ve disminuida durante los incendios forestales que se llegan a registrar. Otras fuentes de emisiones a la atmósfera son los vehículos que transitan por la carretera, caminos y terracerías.
	Emisiones de gases de efecto invernadero	Una fuente de emisión de contaminantes atmosféricos se produce durante los incendios forestales, o bien, por las emisiones a la atmósfera de los vehículos que transitan por la carretera, caminos y terracerías.
	Radiación solar	De acuerdo con datos del Instituto de Investigaciones Eléctricas, el Estado de México recibe una radiación solar que oscila en un rango de 3.9 a 5.9 KWh/m <sup>2</sup> por día.
Ruido	Fuentes de emisión de ruido	Las emisiones de ruido en las inmediaciones se deben principalmente al tránsito de vehículos sobre las principales carreteras y caminos.
Relieve	Superficie con cortes, excavaciones o rellenos	El SA se localiza en la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico y en la Subprovincia de Mil Cumbres que es el Sistema de topofomas más importante, presenta lomeríos de Colinas redondeadas y mesetas de basalto.
Hidrología superficial	No. de cuerpos de agua	El SA se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has, en toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por manantiales, los cuales existen en toda la cuenca (oriente, centro y sur), en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura.  La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego, donde se ubica el SA y abarca una superficie de 3,751.00 ha.



Componente ambiental	Indicador	Estado actual
	Fuentes de contaminación	Por infiltraciones de contaminantes sólidos o líquidos debidos principalmente a la actividad antrópica, tales como agroquímicos, descargas de aguas residuales sin tratamiento y disposición inadecuada de los residuos sólidos.
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	El SA se ubica en el acuífero No. 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, tiene una superficie aproximada de 2,144 km <sup>2</sup> . Pertenece al esquema administrativo del Organismo de Cuenca Balsas, 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 la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México" (CONAGUA, 2007). La recarga media anual es de 334.9 hm <sup>3</sup> /año y presenta una disponibilidad de agua subterránea por 1'306,011 m <sup>3</sup> /año (DOF, 2015).
	Fuentes de contaminación	En el SA no existen fuentes de contaminación para el acuífero.
Suelos	Superficie con problemas de erosión	De acuerdo con la clasificación de INEGI, en el SA predomina el suelo de tipo Andosol húmico (Th) con textura media. El suelo tipo Andosol húmico es un suelo formado a partir de materiales ricos en vidrio volcánico y que comúnmente presenta un horizonte superficial oscuro. Las propiedades húmicas se refieren a suelos con alto contenido de carbono orgánico en la superficie del suelo. Por ser suelos sueltos son muy susceptibles a la erosión, por lo que se debe mantener una cubierta vegetal permanente para evitar procesos erosivos en los mismos. En el SA las áreas con pendiente pronunciada y sin vegetación son susceptibles a los problemas de erosión hídrica. En el Área del Proyecto existen algunos problemas de erosión en algunas secciones de los caminos existentes.
Suelos	Problemas de contaminación	Por contacto directo de depósitos de contaminantes sólidos o líquidos debidos principalmente a la actividad antrópica.
<b>Sistema biótico</b>		
Vegetación	Superficie desmontada	En el SA la cobertura más abundante en el SA corresponde a bosque de pino, la cual cubre el 67.16% del área. La agricultura de temporal anual representa el 7.86% del área y se localiza principalmente en las áreas de menor pendiente y la agricultura de temporal anual y permanente representa el 0.33%. La superficie desmontada en área de la Proyecto será de 4,957 m <sup>2</sup> , que representa un 0.22%. en el área de la Proyecto existe superficie desmontada.





Componente ambiental	Indicador	Estado actual
	Fragmentación	En el SA el bosque de pino-encino ha sido fragmentado por el desarrollo de las actividades agropecuarias, caminos y el desarrollo urbano como Avándaro y otras las localidades.
	Riqueza de especies	De acuerdo con los resultados obtenidos en los trabajos de campo, a la revisión bibliográfica y de herbario, en total en el SA potencialmente se pueden registrar 117 especies distribuidas en 80 géneros y 47 familias. Cabe destacar que las especies registradas en el Área del Proyecto son muy comunes y además algunas de ellas son pioneras de ecosistemas impactados.
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	En el Área del Proyecto se registraron cuatro especies en estatus de conservación, tres sujetas a protección y una en peligro de extinción, estas son: <i>Symplocos citrea</i> , <i>Cupressus lusitánica</i> , <i>Saurauia serrata</i> y <i>Tilia americana</i> .
Fauna	Calidad del hábitat	El SA presenta una calidad regular del hábitat para la fauna, debido a la actividad antropogénica (infraestructura eléctrica, vial y el desarrollo urbano).
	Riqueza de especies	De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SA de 277 especies, distribuidas en 30 géneros y 78 familias, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies con 267, seguido por los reptiles con 64, mamíferos con 40 y anfibios con 13.  Como resultado de los muestreos realizados en el Área de la Proyecto, se registraron un total de 79 especies de vertebrados terrestres. El grupo más representativo fue el de las aves con 57 especies registradas en campo, seguido por los mamíferos con 10 especies, reptiles con 7 especies y finalmente los anfibios con 5 especies.
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	Durante el trabajo de campo realizado se registraron dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: <i>Isthmura bellii</i> y <i>Sciurus oculatus</i> , una amenazada y otra sujeta a protección especial. Ambas son endémicas a México.
<b>Sistema socioeconómico</b>		
Paisaje	Calidad	El paisaje del SA se caracteriza por ser un bosque mesófilo con diferentes grados de perturbación debido al manejo que se le ha dado. El área del cerro Peña Blanca tiene alta visibilidad con una calidad paisajística alta, así como fragilidad alta. La frecuencia de la presencia humana varía entre baja a media y presenta una singularidad paisajística media.



Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Demografía	Tasa de crecimiento	En el 2010 el Municipio de Valle de Bravo registró una población total de 61,599 personas que representa el 0.46% de la población Estatal, con una densidad de 143.16 personas por km <sup>2</sup> , casi cinco veces menor al promedio Estatal que es de 675 habitantes por km <sup>2</sup> . Se estima que la tasa de crecimiento para el periodo 2010-2030 será del 0.92%.
Calidad de vida de la población	Índice de Marginación	De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio tuvo una marginación baja. Sin embargo, al realizar un análisis a detalle se observa que en algunos parámetros el rezago es importante, como por ejemplo casi el 43.83% de los ocupantes de vivienda no tienen agua entubada y el 36.29% tiene un ingreso de hasta dos salarios mínimos.
Actividades productivas	Superficie dedicada a actividades agropecuarias	Las actividades agropecuarias que se realizan en el Municipio de Valle de Bravo son principalmente la agrícola con un 85%, seguida de la actividad acuícola con 10% y finalmente el pecuario con el 5% restante.
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	Se ubica principalmente en el polígono del centro histórico de Valle de Bravo, el cual comprende la Parroquia de San Francisco de Asís y la traza histórica donde se encuentra la mayor densidad de monumentos históricos, arquitectura vernácula, artística y elementos históricos urbanos.
Infraestructura	Vial	La red de carreteras con la que cuenta la región se compone por 65.27% de caminos rurales, las vialidades estatales tienen una representación de 29.17%, mientras que las federales alcanzan solamente el 5.42%. de los cuales el 2.11% de los caminos rurales están pavimentados y 63.15% revestidos.
	Eléctrica	El servicio con mayor cobertura en el Municipio es la energía eléctrica con el 98.3% de la población, el 1.7% restante indica un rezago debido principalmente a la dispersión de viviendas en las zonas rurales.



## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación de los impactos que serían generados por la Proyecto se utilizó la misma metodología que para el Proyecto autorizado, la cual se describe a continuación.

### V.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA

En este trabajo se utilizó la metodología elaborada por Bojorquez-Tapia et al, 1998 que consiste en elaborar una matriz de interacción entre las actividades del proyecto que podrían generar un impacto (columnas) sobre los componentes ambientales (renglones). Cada impacto es evaluado a través de índices. En la Tabla V.1, se sintetiza la metodología aplicada.

**Tabla V. 1 Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará la Proyecto**

Actividad	Descripción
Identificación de las interacciones	Se hace el listado de las actividades que contempla la ejecución del Proyecto en todas sus etapas (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento), posteriormente se hace el listado de los componentes ambientales (clima, suelo, geología, geomorfología, vegetación, fauna, etc.), que pudieran ser afectados por alguna de las actividades de la Proyecto.
Construcción de la matriz de interacciones	Se construye la matriz de doble entrada en donde las columnas son las actividades de la Proyecto y se clasifican por etapa de ejecución. Los renglones estarán constituidos por los componentes ambientales y se agrupan por sistema (abiótico, biótico y socioeconómico). Finalmente se identifican las interacciones entre actividades de la Proyecto y componentes ambientales y se obtiene una matriz de interacción.
Descripción de las interacciones e identificación de los impactos ambientales	Una vez que se obtiene la matriz de interacciones se describen las interacciones entre las actividades de la Proyecto con los componentes ambientales y que sirven de base posteriormente para la identificación de los impactos ambientales.
Evaluación de los impactos ambientales	Se evalúa cada una de las interacciones identificadas entre las actividades de la Proyecto y los componentes ambientales. En la evaluación, se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. Además, existen cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir. Una vez calificados los criterios básicos y en su caso los criterios complementarios, se procede al cálculo de los índices y la clasificación de los impactos en bajos, moderados, altos y muy altos.
Caracterización de los impactos	Una vez aplicada la metodología se hace una descripción de los impactos encontrados y se hace énfasis en los impactos que obtuvieron la significancia más alta.

A continuación, se describen paso a paso los resultados de la metodología aplicada.



## V.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES

Se realizó un listado tanto de las actividades del Proyecto como de los factores ambientales que pudieran ser afectados. Para la identificación de las actividades de la Proyecto que pudieran tener un impacto directo o indirecto sobre el ambiente, se consideraron los siguientes aspectos:

- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que implican un deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre la infraestructura
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Para las acciones a realizar en la ejecución del Proyecto se consideraron las tres etapas:

- Etapa de preparación del sitio
- Etapa de construcción
- Etapa de operación y mantenimiento

Por tratarse de un Proyecto de vivienda, no se contempla abandono del sitio de la Proyecto, ya que con una operación y mantenimiento adecuado se puede extender su tiempo de vida útil.

Algunas de las actividades identificadas forman parte de una actividad general, por ejemplo la contratación de personal, sin embargo se colocan como una actividad independiente, siendo que los principales impactos directos o indirectos que generan actúan en diferentes componentes del entorno, por otra parte, considerar actividades repetitivas (por ejemplo: la contratación de personal es necesaria para cada actividad del proceso constructivo, mientras que el desmonte es efectuado para varias obras como la construcción de viviendas, adecuación de las vialidades, etc.) como parte del impacto de cada una de las actividades en donde se requiere, diluye su valor de importancia durante la evaluación del impacto ocasionado.

De igual manera, se consideró como una actividad independiente el uso de maquinaria, ya que tiene interacciones específicas y exclusivas con algunos componentes ambientales como son la calidad del aire y el ruido.

### V.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En total se identificaron **catorce actividades** que podrían afectar a los componentes ambientales; siete se realizarán durante la etapa de preparación del sitio; nueve en la etapa de construcción; y cinco en la etapa de operación y mantenimiento. A continuación, se presenta el listado y descripción de que cada una las actividades que se llevarán a cabo para la Preparación del Sitio, Construcción y Operación del Proyecto.



**Tabla V. 2 Actividades que se llevarán a cabo para la ejecución de la Proyecto**

Actividades	Descripción
<b>Preparación del sitio y construcción</b>	
Contratación del personal	Esta actividad además de la contratación de personal comprende la estancia de los trabajadores durante la jornada de trabajo en el área donde se llevará a cabo el proyecto y mientras se realiza la construcción de este. Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán 67 personas de forma temporal y para la operación serán 42 personas de forma permanente.
Almacenamiento de materiales y equipo	Durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, los materiales, maquinaria y equipo utilizado se almacenarán temporalmente en sitios destinados para dicha actividad, los cuales serán localizados dentro del Área del Proyecto.
Uso de maquinaria y equipo	Incluye la operación de todo el equipo y maquinaria necesaria para la ejecución del Proyecto.
Adquisición y transporte de insumos y materiales	Incluye la adquisición de materiales e insumos, así como el uso de camiones que se emplearán para el traslado de estos desde el punto de venta hasta el área donde se llevará a cabo el Proyecto.
Desmante y despalme	Se llevará a cabo el desmante de las áreas donde se hará el desplante para la ubicación de la casa en cada rancho y para el acondicionamiento de los caminos, se evitará el derribo de los árboles de mayor porte, en algunos casos solo se llevará a cabo el desmante de herbáceas y arbustivas. El despalme consiste en remoción de la capa superficial del terreno natural, eliminando el material que se considera inadecuado para las construcciones.
Cortes	Se llevará a cabo el corte en las áreas donde se hará el desplante para la ubicación de las casas y el acondicionamiento y construcción de caminos. Esta actividad consiste en el movimiento de tierra, necesario para conseguir una superficie uniforme que constituirá la base de las viviendas y la acondicionamiento de caminos.
Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Se establece el trazo de todas las obras que contempla el Proyecto y en caso de requerirse se realizarán nivelaciones. Las excavaciones que se realizarán serán para llevar a cabo las cimentaciones y zanjas para la dotación de los servicios. No se prevé que exista material sobrante, ya que se utilizará la técnica de corte y relleno compensado, adicionalmente el exceso de material será extendido en el sitio.
Construcción de las casas, áreas comunes y dotación de servicios	Incluye el habilitado y armado de zapatas, columnas, trabes, construcción de muros, pisos y acabados de las diferentes edificaciones. También se incluye las instalaciones del sistema eléctrico, agua potable e hidrosanitario.
Acondicionamiento y construcción de caminos	Se terraplenará y cortara en donde se requiera para formación de acuerdo con la topografía natural y proyecto para formación de bahías de espera o descanso que existen en planos. Se incorporará polímero al terreno escarificado para poder proceder al tratamiento bandedo conformación y compactación de este.
<b>Operación y mantenimiento</b>	
Ocupación y mantenimiento de casas	Cada casa será ocupada por aproximadamente 14 personas, por lo que en total en el área donde se llevará a cabo la Proyecto se estima una población de 42 personas (incluyendo empleados), las cuales generarán ruido, residuos, harán uso de vehículos y transitarán por el Área donde se llevará a cabo del Proyecto demandarán servicios.





Actividades	Descripción
Operación y mantenimiento del sistema eléctrico	La Proyecto tendrá una demanda de 242 KVA. Se utilizarán celdas solares para la disminución de la demanda de energía eléctrica. La red de energía eléctrica será subterránea.
Operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.	El abastecimiento de agua será a través de la captación y almacenamiento de agua pluvial de los cuerpos de agua construidos del Proyecto autorizado mediante el oficio DFMARNAT/3929/2013 expedido en Toluca, México el 29 de octubre de 2013 por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de México. Además, se cuenta con un pozo de 125.0 m de profundidad para considerar en largo plazo la posibilidad de extracción de 7.0 l/s, con el fin de tener abastecimiento de reserva para las casas y áreas comunes. El sistema de distribución de agua potable estará constituido por tres líneas, la red de distribución de agua seguirá las trayectorias los caminos.
Operación y mantenimiento del sistema hidrosanitario	Cada casa contará con una planta de tratamiento de aguas residuales, el flujo tratado servirá para el riego de las áreas verdes. Todas las plantas serán de tipo biológico.
Mantenimiento de caminos	Se llevará a cabo el mantenimiento periódico de los caminos, sobre todo antes y después de la temporada de lluvias.

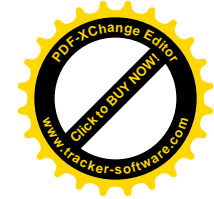
## V.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

Se identificaron 14 componentes ambientales que serán modificados de forma positiva o negativa por las acciones del Proyecto, en sus sucesivas fases (Preparación del Sitio, Construcción y Operación).

Los componentes ambientales son representativos del entorno afectado, relevantes, excluyentes (que no sean redundantes), de fácil identificación y cuantificación en la medida de lo posible se agruparon en tres: sistema abiótico, biótico y socioeconómico.

**Tabla V. 3 Indicadores de impacto ambiental**

Componente ambiental	Indicador
<b>Sistema abiótico</b>	
Aire	Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y por los polvos.
Ruido	Generación de ruido medido en dB (A) en las áreas de trabajo y hacia las áreas colindantes.
Relieve	Cambios en el relieve por cortes y rellenos.
Suelo	Condiciones en la estructura del suelo (por ejemplo, compactación, erosión, etc.).
	Características químicas del suelo en las áreas afectadas (suelo contaminado).
Hidrología superficial	Proyecto del patrón de escurrimiento.
	Proyecto de la calidad del agua.
Hidrología subterránea	Disminución de la superficie de infiltración.
	Disminución del volumen disponible en el acuífero.
<b>Medio biótico</b>	
Vegetación	Disminución de la cobertura de la vegetación.



Componente ambiental	Indicador
	Fragmentación.
	Afectación a las especies en estatus de conservación.
Fauna	Disminución del hábitat de la fauna silvestre.
	Afectación a la distribución de las especies.
	Afectación a las especies de importancia para la conservación.
<b>Medio socioeconómico</b>	
Paisaje	Cambios en la calidad paisajística.
Cambios demográficos	Migración.
Bienestar de la población	Generación de fuentes de trabajo.
Actividades productivas	Afectación a las actividades productivas.
Infraestructura	Afectación a la infraestructura vial y de servicios.
Economía local	Beneficios sobre la economía local por la generación de empleos, el uso de materiales e insumos, impulso a las actividades comerciales.

### V.2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIONES

A continuación, se presenta la matriz de interacciones entre las actividades que contemplan para la ejecución del Proyecto y los componentes ambientales.

Se generó una matriz de 15 columnas (actividades de la Proyecto) por 22 renglones (componentes ambientales del medio físico, biótico y socioeconómico). Se identificaron 40 interacciones en el medio físico, 17 en el medio biótico y 34 en el medio socioeconómico, en las siguientes tablas se muestran las interacciones identificadas.



**Tabla V. 4 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico**

Actividad / Factor o componente ambiental		Preparación del sitio y construcción							Operación y mantenimiento							
		Contratación del personal	Almacenamiento de materiales y equipo	Uso de maquinaria y equipo	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Desmonte y despalle	Cortes	Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Construcción de las casas y servicios.	Acondicionamiento y construcción de caminos	Contratación del personal	Ocupación de las casas	Sistema eléctrico	Sistema de abastecimiento de agua potable	Sistema hidrosanitario	Uso y mantenimiento de caminos
Aire	Calidad del aire															
Ruido	Calidad acústica															
Geomorfología	Relieve															
Hidrología superficial	Patrón de escurrimiento															
	Calidad del agua															
Hidrología subterránea	Superficie de infiltración															
	Volumen disponible															
Suelo	Estructura															
	Características fisicoquímicas															



**Tabla V. 5 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico**

Actividad / Factor o componente ambiental		Preparación del sitio y construcción								Operación y mantenimiento					
		Contratación del personal	Almacenamiento de materiales y equipo	Uso de maquinaria y equipo	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Desmonte y despalme	Cortes	Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Construcción de las casas y servicios.	Acondicionamiento y construcción de caminos	Contratación del personal	Ocupación de las casas	Sistema eléctrico	Sistema de abastecimiento de agua potable	Sistema hidrosanitario
Vegetación	Cobertura														
	Fragmentación														
	Especies en estatus de conservación														
Fauna	Hábitat														
	Distribución y abundancia de las especies														
	Especies en estatus de conservación														



**Tabla V. 6 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico**

Actividad / Factor o componente ambiental		Preparación del sitio y construcción								Operación y mantenimiento						
		Contratación del personal	Almacenamiento de materiales y equipo	Uso de maquinaria y equipo	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Desmonte y despalme	Cortes	Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Construcción de las casas y servicios.	Acondicionamiento de	Contratación del personal	Ocupación de las casas	Sistema eléctrico	Sistema de abastecimiento de agua potable	Sistema hidrosanitario	Uso y mantenimiento de caminos
Paisaje	Proyecto															
Población	Demografía															
	Bienestar															
Actividades productivas	Aprovechamiento forestal															
Infraestructura	Servicios															
	Vial															
Economía	Cambios															





## V.2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS POR EL PROYECTO

### Contratación del personal

Se consideró que esta actividad no solo contempla la contratación de personal, sino también su estancia en el predio donde se desarrollará la Proyecto durante las jornadas de trabajo y mientras se realiza la construcción de este. Por ejemplo, durante su estancia habrá generación de residuos sólidos, los cuales si no reciben un manejo adecuado podrían afectar las características fisicoquímicas del suelo dentro del predio y/o generar problemas relacionados con el incremento de fauna nociva.

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán 67 trabajadores, en su estancia generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían contaminar el suelo y agua superficial y en algunos casos subterránea.

Por otro lado, durante la estancia, los trabajadores podrían potencialmente perturbar o eliminar a la fauna principalmente aves y reptiles, las cuales podrían estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán 67 trabajadores provenientes principalmente del Municipio de Valle de Bravo, por lo que se generarán empleos que se verán reflejados en el bienestar de los trabajadores y finalmente en la economía local.

Se incrementará el bienestar de los 67 trabajadores que serán contratados durante la preparación del sitio y construcción. El impacto sobre la economía local también se verá beneficiada por el incremento de la compra de insumos y materiales para la construcción de la Proyecto.

### Almacén de materiales

El material a granel se almacenará dentro del Área donde se llevará a cabo la Proyecto, esto podría generar un impacto puntual a la calidad del aire por la dispersión de las partículas.

El suelo donde se almacené el material a granel se compactará perdiendo su estructura. No es habitual el riesgo de contaminación puntual del suelo por posibles derrames de los materiales que se almacenarán, así como por la disposición inadecuada de los residuos que se generarán, pero existe dicha posibilidad y en su caso podría generar un impacto adverso sobre el suelo.

El almacenamiento de materiales y equipo disminuirán temporalmente la calidad del paisaje del Área donde se llevará a cabo el Proyecto.

### Uso de maquinaria y equipo

El uso de la maquinaria y equipo se consideró como una actividad independiente por tener afectaciones directas a algunos componentes ambientales, como son la calidad del aire y el ruido, que se darán a lo largo de toda la etapa de preparación del sitio y construcción.

Durante la construcción de la Proyecto, se requiere del uso de excavadoras, retroexcavadoras, rodillos, entre otros. El uso de esta maquinaria incrementará los niveles de emisiones de



partículas y gases de combustión que afectarán la calidad del aire, además de que se incrementarán los niveles de ruido, los niveles de ruido que se produce al operar la maquinaria, genera entre 85 y 110 dB (A), que podría molestar a los habitantes que se encuentran cercanos al Área donde se desarrollará la Proyecto.

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas siempre existe cuando se utiliza este tipo de maquinaria. Además de que compactarán el suelo por donde transiten. Sin embargo, se prevé que sólo transiten por los caminos existentes.

El tránsito de la maquinaria y equipo ahuyentará a la fauna silvestre principalmente a las aves y podrían atropellar a las especies de fauna de lento desplazamiento.

La maquinaria y equipo disminuirán temporalmente la calidad del paisaje del Área donde se llevará a cabo la Proyecto.

### **Adquisición y transporte de insumos y materiales**

Incluye el uso de camiones que trasladarán los materiales e insumos desde el punto de venta hasta el área del proyecto. El transporte de materiales incrementará el tráfico vehicular en el acceso al predio donde se desarrollará el Proyecto. La calidad del aire se verá afectada durante el transporte de material granular por la emisión de partículas.

La calidad acústica se verá afectada por dicha actividad por el tránsito de los camiones de los lugares de venta al sitio donde se llevará a cabo la Proyecto.

Por otro lado, esta actividad tendrá un impacto benéfico sobre la economía local por el consumo de bienes y servicios.

El incremento del tránsito de vehículos pesado para el traslado de los insumos y materiales podrán afectar las vías por donde transiten.

### **Desmote y despalme**

La Proyecto se llevará a cabo en una superficie de 4,957 m<sup>2</sup> para las obras permanentes que incluye el acondicionamiento de los caminos, esta superficie representa el 0.22% del Área de la Proyecto. El desmote generará un impacto sobre la cobertura vegetal y a las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se realizará el despalme que consiste en remoción de la capa superficial del terreno natural, eliminando el material que se considera inadecuado para las construcciones. Esta actividad se llevará a cabo sobre una superficie de 4,957 m<sup>2</sup> que corresponde al 0.22% del Área de la Proyecto. Esto provocará cambios en la estructura del suelo y la pérdida de suelo fértil.

El desmote de la vegetación provocará el desplazamiento de las especies que ahí habitan, además de disminuir la superficie de su hábitat. Se afectarán a las especies en estatus de conservación.

### **Cortes**



Incluye el uso de maquinaria que realizarán los cortes a cielo abierto, la maquinaria se adecuará al tipo de material que se presente en la trayectoria del acondicionamiento y construcción del camino y la ubicación de las viviendas. Los cortes se realizarán siguiendo un sistema que permita el drenaje, de tal forma que el desagüe no ocasione perjuicio.

Debido a los cortes, se alterará la topografía del lugar, la calidad del aire se verá afectada por la generación de ruido, así como por la producción de emisiones a la atmósfera proveniente de la maquinaria empleada. Durante el movimiento de tierra aumentarán los niveles de partículas suspendidas.

### **Trazo, nivelaciones y excavaciones y cimentaciones**

La nivelación implicará el movimiento y compactación en las áreas destinada para cada una de las viviendas campestres y áreas comunes.

El movimiento de tierras que se realizarán para las nivelaciones y excavaciones, generarán emisiones a la atmósfera constituidas principalmente por partículas.

Las excavaciones que se realizarán serán para llevar a cabo la cimentación de las viviendas. No se prevé que exista material sobrante, ya que se utilizará la técnica de corte y relleno compensado, adicionalmente el exceso de material será extendido en el sitio.

### **Construcción**

Esta actividad incluye el habilitado y armado de zapatas, columnas y traveses, construcción de muros, pisos y acabados de las diferentes edificaciones. También se incluye la instalación del sistema eléctrico, de abastecimiento de agua potable e hidrosanitario.

La construcción de las diferentes obras que contempla la Proyecto generará polvos afectando la calidad del aire, el levantamiento de las estructuras generará una Proyecto puntual del patrón de escurrimiento y se modificará el paisaje del Área de la Proyecto.

### **Contratación del personal durante la operación de la Proyecto**

Durante la operación de la Proyecto se contratarán aproximadamente 67 personas, en su estancia generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían contaminar el suelo y/o agua.

Por otro lado, la estancia de los trabajadores, podrían potencialmente perturbar o eliminar a la fauna, principalmente aves y reptiles, que además podrían estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán 67 trabajadores provenientes principalmente del Municipio de Valle de Bravo, por lo que se generarán empleos que se verán reflejados en el bienestar de los trabajadores y finalmente en la economía local.

El impacto sobre la economía local también se verá beneficiada por el incremento de la compra de insumos y materiales para la construcción del Proyecto.



## **Ocupación de las casas**

Se calcula que, durante la operación de la Proyecto, habrá una estancia de aproximadamente 42 personas entre residentes, visitantes y trabajadores, esto incrementará los niveles de ruido, demandarán el abastecimiento de agua potable, energía eléctrica además de que generarán residuos sólidos y líquidos, que de no ser dispuestos adecuadamente podrían generar impactos a la calidad del agua y suelo, así como incrementar el riesgo de introducción de especies nocivas. Por otra parte, por los volúmenes generados podrían saturar la infraestructura actual con la que cuenta el Municipio para el manejo de los residuos sólidos.

La presencia de las 42 personas provocará el desplazamiento de la fauna a otras zonas con menor perturbación. También podrían eliminar algunas especies particularmente víboras y serpientes que son consideradas por las personas como “nocivas”. La introducción de especies domésticas (perros, gatos, etc.) podrían afectar a las especies de fauna silvestre.

## **Sistema eléctrico**

La estancia de aproximadamente 42 personas durante la operación del Proyecto generará una demanda de energía eléctrica de 242 KVA. Debido a que se tiene contemplado el uso de celdas solares, para la disminución de la demanda de energía eléctrica se promoverá el uso de energías limpias y renovables en el Municipio de Valle de Bravo, por lo que no incrementará de forma significativa la demanda de este servicio.

El sistema de distribución y abastecimiento de energía eléctrica no tendrá un impacto en el paisaje debido a que será subterráneo. La instalación de las celdas solares en cada casa podría tener un impacto sobre el paisaje.

## **Sistema de abastecimiento de agua potable**

El abastecimiento de agua será a través de la captación y almacenamiento de agua pluvial de los receptores construidos en el Proyecto autorizado mediante el oficio DFMARNAT/3929/2013 expedido en Toluca, México el 29 de octubre de 2013 por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de México esto evitará una demanda de agua subterránea adicional, además los cuerpos de captación de agua pluvial podrán ser utilizados por algunas especies de fauna silvestre y mejorarán el paisaje.

Además, se contará con un pozo para la extracción de agua con una profundidad de 125.0 m, para tener en el largo plazo la posibilidad de extracción de 7.0 l/s, con el fin de tener un abastecimiento de reserva para las viviendas campestres y áreas comunes, por lo que por estas actividades no implican una disminución significativa del volumen disponible de aguas subterráneas.

## **Sistema hidrosanitario**

El sistema hidrosanitario consiste en el establecimiento de plantas de tratamiento de tipo biológico para cada una de las viviendas campestres, el agua tratada será utilizada para el riego de las áreas verdes, lo que permitirá disminuir la demanda de agua e incrementará la infraestructura para el tratamiento de agua residual del Municipio.



En caso de no llevarse adecuadamente el tratamiento del agua residual y la disposición de los lodos que se generarán durante su operación, este material podría contaminar el agua y el suelo.

### Uso y mantenimiento de caminos

El acondicionamiento y construcción de los caminos provocará cambios en el patrón de escurrimiento, ya que estos serán conducidos a las canaletas que se ubicarán al lado de los caminos.

Durante el uso y mantenimiento de los caminos podrían provocar la contaminación del agua y el suelo, por vehículos o maquinaria que no se encuentren en óptimas condiciones, por lo que pudieran derramar combustibles o aceite.

El tránsito de los vehículos incrementará el riesgo de atropellamiento de las especies, además de ahuyentarlas de las inmediaciones de los caminos.

## V.3 EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación de los impactos en la Proyecto se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. A continuación, se definen cada uno de los criterios.

**Tabla V. 7 Criterios básicos**

Criterio	Descripción
Carácter	Puede ser adverso (-) o benéfico (+)
Magnitud	Intensidad del impacto en el sistema ambiental, que se evalúa si el componente ambiental resulta muy afectado o perturbado, o sufre un gran daño por la implementación del Proyecto, (lo que exige la superación de problemas técnicos de gran envergadura y en consecuencia aumenta los costos y disminuye la eficiencia y factibilidad del Proyecto); o el componente ambiental resulta relativamente perturbado, (esto origina dificultades técnicas pero no cuestiona la factibilidad técnica o económica del Proyecto); o el componente resulta poco modificado por la implementación del Proyecto, (causa pequeñas dificultades técnicas que no afectan en gran medida el presupuesto).
Extensión	Área de afectación del impacto con respecto al SAR. Este criterio se califica como local cuando el impacto afecta más allá del área afectada directamente por el Proyecto y puntual, cuando el impacto solo afecta el área en donde se presenta el impacto y no llega a afectar al área de influencia.
Duración	Temporalidad del impacto. Puede ser temporal cuando el impacto benéfico o negativo se disipa con el tiempo, permanente cuando continua a través del tiempo

En la asignación de valores a cada uno de criterios se tomó en consideración la cantidad y calidad de información que soporte la predicción, la probabilidad de ocurrencia del impacto, la incertidumbre de la predicción y la relación entre el impacto y los estándares que puedan existir en normas ambientales.





A cada uno de los **critérios** se les asignó un valor comprendido:

- **Criterios básicos:** rango de **1 a 9**.
- **Criterios complementarios:** rango de **0 a 9** (comienza en cero ya que pueden no existir).

Estos valores corresponden a expresiones relacionadas con el efecto de una actividad sobre el factor o componente ambiental.

En el caso de dos actividades que actúan sobre el mismo factor o componente ambiental y en la misma superficie, pero en diferente tiempo de ejecución, *la evaluación del impacto se realizó en la actividad que se ejecuta en primer término. Lo anterior no aplica en el caso que la segunda actividad provoque un impacto significativamente mayor que el primero.*

Cuando el equipo evaluador no llegó a conciliar el valor asignado a un criterio se asignó el máximo valor mencionado, con lo cual se disminuye la probabilidad de subestimar un impacto al considerar un impacto como significativo cuando falta evidencia de lo contrario.

La escala usada para asignar el valor a cada uno de los criterios (básicos y complementarios) fue la siguiente:

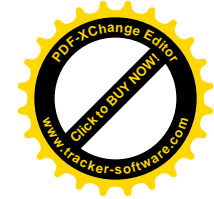
**Tabla V. 8 Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación**

Valor ordinal	Valor nominal	Valor ordinal	Valor nominal
0	Nulo (sólo para criterios complementarios)	5	Moderado
1	Nulo a Muy Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

En la siguiente tabla se describen los criterios para la asignación de los valores básicos para la evaluación de los impactos identificados.

**Tabla V. 9 Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto**

Escala		Criterio		
Nominal	Ordinal	Magnitud	Extensión	Duración
Alto	7-9	La afectación está entre el 65 y 100% de las existencias del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	La afectación se manifiesta más allá del Área del Proyecto, en el Sistema Ambiental Regional.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten aún después de terminada la actividad que lo provocó.
Moderado	4-6	La afectación está entre el 30 y 65% de las existencias del Sistema Ambiental Regional.	La afectación se produce en el Área del Proyecto.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten solamente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.



Escala		Criterio		
Nominal	Ordinal	Magnitud	Extensión	Duración
Bajo	1-3	La afectación es menor del 30% del Sistema Ambiental Regional.	La afectación sucede en forma puntual donde se realiza la actividad.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten de manera intermitente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.

Se consideran además cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir.

**Tabla V. 10 Criterios complementarios**

Criterio	Descripción
Sinergia	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia	Oposición de los sectores sociales a los proyectos
Mitigación	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

El valor que se asignó a los criterios complementarios está en función de las condiciones y actividades que se desarrollan, con las cuales pueden suscitarse relaciones de orden superior (por ejemplo: superficies desmontadas, generación de ruidos, etc.), así como por la existencia de una medida de compensación o mitigación.

Asignados los valores de cada criterio básico y en su caso complementarios se procede al cálculo del **índice básico y complementario** y posteriormente se obtiene la significancia parcial y final. En la siguiente tabla se presentan las fórmulas.

**Tabla V. 11 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios.**

Índice	Fórmula	Variabes	Observaciones
Básico (MEDij)	$MEDij = \frac{1}{27^*} (Mij + Eij + Dij)$	Mij = Magnitud Eij = Extensión Dij = Duración * 27 es el valor máximo que resulta de multiplicar el valor máximo (9) por la cantidad de criterios (3) considerados.	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0.11 (*) \leq (MEDij) \leq 1$ (*). Debido a que los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos.
Complementario (SACij)	$SACij = \frac{1}{27^*} (Sij + Aij + Cij)$	Sij = Sinergia Aij = Acumulación Cij = Controversia	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0 \leq (SACij) \leq 1$
Significancia parcial (Iij)	$(Iij) = (MEDij)^{(1-SACij)}$	(MEDij) = índice básico (SACij) = índice complementario.	De acuerdo con esta fórmula en ausencia de los criterios complementarios el impacto queda definido únicamente por los criterios básicos, pero en el caso de estar presentes la



Índice	Fórmula	Variables	Observaciones
			importancia del impacto se incrementa.
Significancia final (Sij)	$Sij = Iij \left( 1 - \left( \frac{1}{9} * Tij \right) \right)$	Iij= significancia parcial Tij= medidas de mitigación	La Significancia Final (Sij) del impacto identificado en cada interacción deberá de considerar las medidas de mitigación (Tij).

Para facilitar el balance de los impactos, una vez obtenida la significancia final (Sij) se clasifican los impactos ambientales y se agrupan en las siguientes clases:

**Tabla V. 12 Clases de significancia de acuerdo con los valores de significancia.**

Rango	Nivel de significancia
0.00 < (Sij) < 0.25	Significancia Baja (B)
0.26 < (Sij) < 0.50	Significancia Moderada (M)
0.51 < (Sij) < 0.75	Significancia Alta (A)
0.67 < (Sij) < 1.00	Significancia Muy Alta (MA)

Con lo cual se clasifican los impactos con base a su nivel de significancia que van de Muy Alta, Alta, Moderada y Baja, donde se facilita el balance de los impactos.

En el Proyecto se identificó que la mayoría de los impactos ambientales se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción, y serán adversos de bajos a altos, puntuales o locales y mitigables, la mayoría implementando buenas prácticas. Durante la operación y mantenimiento, la mayoría de los impactos son benéficos de moderados a altos y permanentes.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan las matrices de evaluación de los impactos ambientales que generará la construcción y operación de la Proyecto.



**Tabla V. 13 Matriz de evaluación de los impactos sobre los componentes del medio abiótico por la Proyecto**

Actividad / Factor o componente ambiental		Preparación del sitio y construcción								Operación y mantenimiento						
		Contratación del personal	Almacenamiento de materiales y equipo	Uso de maquinaria y equipo	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Desmante y despalme	Cortes	Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Construcción de las casas y servicios.	Acondicionamiento de caminos	Contratación del personal	Ocupación de las casas	Sistema eléctrico	Sistema de abastecimiento de agua potable	Sistema hidrosanitario	Uso y mantenimiento de caminos
Aire	Calidad del aire	B	B	B	B	B	B	B	B							B
Ruido	Calidad acústica	B		B	B							B				B
Geomorfología	Relieve						A	B								
Hidrología superficial	Patrón de escurrimiento		B				M	B	B							
	Calidad del agua	B		B							B			B	B	
Hidrología subterránea	Superficie de infiltración						B		B	B	B					
	Volumen disponible										B		B	B		
Suelo	Estructura		B	B		B										
	Características fisicoquímicas	B		B							B			M	B	



Impacto benéfico



Impacto adverso



**Tabla V. 14 Matriz de evaluación de los impactos sobre los componentes del medio abiótico**

Actividad / Factor o componente ambiental		Preparación del sitio y construcción								Operación y mantenimiento						
		Contratación del personal	Almacenamiento de materiales y equipo	Uso de maquinaria y equipo	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Desmonte y despalme	Cortes	Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Construcción de las casas y servicios.	Acondicionamiento de caminos	Contratación del personal	Ocupación de las casas	Sistema eléctrico	Sistema de abastecimiento de agua potable	Sistema hidrosanitario	Uso y mantenimiento de caminos
Vegetación	Cobertura					M	M									
	Fragmentación					M										
	Especies en estatus de conservación					B										
Fauna	Hábitat					B							B			
	Distribución y abundancia de las especies	B		B		B					M					M
	Especies en estatus de conservación	B		B		B					M					M



Impacto benéfico



Impacto adverso





**Tabla V. 15 Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico**

Actividad / Factor o componente ambiental		Preparación del sitio y construcción									Operación y mantenimiento					
		Contratación del personal	Almacenamiento de materiales y equipo	Uso de maquinaria y equipo	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Desmonte y despalme	Cortes	Trazo, nivelación, excavaciones y cimentaciones	Construcción de las casas y servicios.	Acondicionamiento de caminos	Contratación del personal	Ocupación de las casas	Sistema eléctrico	Sistema de abastecimiento de agua potable	Sistema hidrosanitario	Uso y mantenimiento de caminos
Paisaje	Proyecto		B	B		B	B	B	B	B			B			B
Población	Demografía															
	Bienestar	M			M						B	B	B	B	B	B
Actividades productivas	Aprovechamiento forestal										B	B	B	B	B	B
Infraestructura	Servicios												M	M	M	
	Vial				B											
Economía	Cambios	M			B						M	B	B	B	B	B



Impacto benéfico



Impacto adverso



### V.3.1 CALIDAD DEL AIRE

La contratación de 67 trabajadores puede afectar la calidad del aire, por la defecación al aire libre, en caso de no haber los servicios necesarios. Se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que el Proyecto contempla la instalación de baños portátiles.

La calidad del aire se verá afectada por el almacenamiento del material de a granel, por emisiones de partículas, si este no se realiza adecuadamente, se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la calidad del aire disminuirá debido a la emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc.), por la operación del equipo y maquinaria, así como por el incremento del tráfico relacionado con el acarreo de materiales y transporte de la maquinaria. El impacto se evaluó como un impacto adverso, bajo, temporal, puntual y mitigable.

La adquisición y transporte de los insumos tendrá efectos sobre la calidad del aire por la emisión de gases de combustión de los camiones que trasladan el material y por la emisión de partículas del material al ser transportado. Se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante el desmonte y despalme, así como por el movimiento de tierras durante los cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y la construcción de las obras que contempla la Proyecto, se generarán partículas de polvo sin embargo serán puntuales, temporales y mitigables, por lo que se consideró un impacto adverso bajo.

Durante la operación del Proyecto, el tránsito de los vehículos por los caminos generará emisiones de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc.), que disminuirán la calidad del aire en el Área del Proyecto, el impacto se consideró como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.2 CALIDAD ACÚSTICA

La presencia de 67 trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción generará ruido adicional en el Área de la Proyecto que tendrá un impacto sobre las personas que habitan en las inmediaciones. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el ruido se generará por la operación de la maquinaria y el paso de los camiones de materiales. Se evaluó como un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable ya que se respetarán los límites permisibles establecidos en la normatividad ambiental aplicable, sobre las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras.

El incremento del tránsito de vehículos pesados para el transporte de materiales e insumos incrementarán los niveles de ruido sobre las vías en las que transiten, esto disminuiría la calidad acústica, el impacto se identificó como adverso bajo, local, temporal y mitigable.

Durante la operación de la Proyecto se contempla la presencia aproximada de 42 personas, cuya estancia aunado al tránsito de sus vehículos generarán ruido. Este impacto se evaluó como adverso, bajo, local, temporal y mitigable sobre la calidad acústica del Área del Proyecto.



Durante la operación de la Proyecto, el tránsito de los vehículos disminuirá la calidad acústica del Área de la Proyecto esto generará un impacto adverso bajo, local, temporal y mitigable.

### V.3.3 PROYECTO DEL RELIEVE

En la Proyecto se contemplan los cortes, nivelaciones, se realizarán excavaciones y rellenos únicamente para las cimentaciones y zanjas para la dotación de servicios. Se realizarán estas actividades en una superficie de 4,957 m<sup>2</sup> para obras permanentes que incluye la superficie de desplante de las viviendas y el acondicionamiento de los caminos, esta superficie representa el 0.22% del Área de la Proyecto. El impacto sobre el relieve es un impacto adverso, bajo a alto, temporal y mitigable.

### V.3.4 PROYECTO DEL PATRÓN DE ESCURRIMIENTO

El almacenamiento temporal de los materiales a granel pueden ser un obstáculo para los escurrimientos naturales, el impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

La Proyecto contempla cortes, nivelaciones, se realizarán excavaciones y rellenos únicamente para las cimentaciones y zanjas para la dotación de servicios. El impacto se evaluó como adverso, medio, puntual, temporal y mitigable.

La construcción de las obras que contempla la Proyecto (casas y acondicionamiento y construcción de caminos) modificará el patrón de escurrimiento natural, el impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.5 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS ARROYOS INTERMITENTES

Los 67 trabajadores que participarán en la construcción de la Proyecto podrían contaminar los arroyos intermitentes por la defecación al aire libre, en el caso de que no contar con las instalaciones sanitarias adecuadas y el inadecuado manejo de los residuos sólidos. Se evaluó este impacto como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante las etapas de preparación y construcción, los arroyos intermitentes podrían contaminarse por escurrimiento de grasas y aceites de la maquinaria utilizada, así como por la inadecuada disposición de materiales, residuos sólidos y peligrosos, debido a ello se evaluó que potencialmente se podría generar un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante la ocupación de las viviendas campestres se generarán aproximadamente 17 toneladas de residuos sólidos al año, en caso de que estos no se manejen de forma adecuada podrían contaminar los cauces de los arroyos intermitentes, y en general la calidad del agua superficial. Se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable. Cabe destacar que la Proyecto contempla la implementación de un subprograma para el manejo de residuos.

La Proyecto contempla la construcción y operación de plantas de tratamiento para cada casa, el agua tratada se utilizará para el riego de las áreas verdes, en caso de no realizar el tratamiento adecuado por deficiencias en el diseño o falta de mantenimiento podrían contaminar los escurrimientos superficiales generando un impacto en la calidad del agua de los escurrimientos



existentes principalmente en la zona centro y sur donde se desarrollará el Proyecto. Se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante el uso y mantenimiento de los caminos podrían provocar la contaminación del agua y el suelo, por vehículos o maquinaria que no se encuentre en óptimas condiciones y que pudieran derramar combustibles o aceite. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.6 DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE INFILTRACIÓN

La cobertura vegetal incluidas las especies herbáceas y arbustivas contribuyen a la infiltración del agua hacia el acuífero, la Proyecto contempla destinar 4,957 m<sup>2</sup> para obras permanentes, que representan el 0.22% del Área de la Proyecto, esto disminuirá la superficie de infiltración al acuífero. Considerando la magnitud de las obras permanentes se evaluó un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

El mantenimiento de las áreas verdes contribuye a la infiltración del agua al acuífero. Se evaluó como un impacto benéfico, bajo, puntual y permanente, siempre y cuando se mantenga estas áreas.

### V.3.7 PROYECTO DEL VOLUMEN DISPONIBLE DEL ACUÍFERO

De acuerdo con la CONAGUA en el año 2008 el acuífero Villa Victoria-Valle de Bravo tiene un volumen disponible de 1'306,011 m<sup>3</sup> anuales para otorgar nuevas concesiones, por lo que el acuífero no está sobreexplotado.

La ocupación de las viviendas campestres implica un consumo doméstico de 292 m<sup>3</sup>/año por vivienda, sin embargo, el abastecimiento del agua se hará mediante la captación de agua pluvial de los estanques artificiales del Proyecto autorizado en una superficie aproximada de 400 a 500 m<sup>2</sup>, con un sistema de almacenamiento con cisternas de 300 m<sup>3</sup> con geomembrana. Este tipo de abastecimiento permitirá disminuir la demanda de agua subterránea por el sistema de abastecimiento de agua propuesto por la Proyecto tendrá un impacto benéfico, bajo, local y permanente, sobre la disponibilidad de agua subterránea, siempre y cuando se mantenga este sistema de abastecimiento.

Se cuenta con un pozo como un abastecimiento emergente pero el consumo de agua para uso doméstico será mínimo por lo que se evaluó un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable por la disminución del volumen disponible del acuífero, el cual cuenta con volumen suficiente para otorgar nuevas concesiones.

Los riegos de las áreas verdes de las casas requerirán aproximadamente 33,000 m<sup>3</sup>/año, se realizará con el agua tratada que cumplirán con la normatividad ambiental vigente y el agua provendrá de las plantas de tratamiento que contempla la Proyecto, parte de estas aguas podrán filtrarse al acuífero y por lo tanto tendrán un impacto benéfico, bajo, puntual y temporal únicamente cuando se hagan los riegos.



### V.3.8 PÉRDIDA DE SUELO FÉRTIL

El almacenamiento de materiales a granel y durante la ejecución de los despalmes, cortes, nivelaciones, excavaciones y rellenos que se llevarán a cabo para las cimentaciones, zanjas para la dotación de servicios y la construcción del pozo se modificarán la estructura del suelo, esto tendrá un impacto adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable, ya que la capa de suelo fértil (capa superficial donde se encuentra las raíces, el humus y la cobertura vegetal) será recuperado y utilizado en las áreas verdes.

### V.3.9 CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La contratación de personal puede contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia, así como por la defecación al aire libre en caso de no contar con los servicios sanitarios. Se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Debido al uso de equipo y maquinaria el suelo puede contaminarse por el derrame de combustibles, aceites y grasas, se consideró que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

En caso de que no se lleve a cabo el manejo de los residuos sólidos, peligrosos y otras sustancias, se podría contaminar el suelo tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

En caso de no llevarse adecuadamente el tratamiento del agua residual y la disposición de los lodos que se generarán durante la operación podrían contaminar el agua y el suelo. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, moderado, puntual, temporal y mitigable

Durante el uso y mantenimiento de los caminos podrían provocar la contaminación del suelo, por el uso de vehículos o maquinaria que no se encuentren en óptimas condiciones y que pudieran derramar combustibles o aceite. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable

### V.3.10 DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

La Proyecto tiene una superficie de 221.01 has y en 66 has se desarrollaron actividades para el aprovechamiento forestal. Si bien la Proyecto contempla el desplante de 4,957 m<sup>2</sup>, que representan el 0.22% de la superficie, las actividades del proyecto se desarrollarán únicamente en las superficies previamente delimitadas, además que se utilizará la red de caminos y veredas existentes, por lo que su impacto sobre la cobertura vegetal será adverso, moderado, permanente y mitigable.

### V.3.11 FRAGMENTACIÓN

Considerando que la Proyecto contempla la realización de cortes y desmontes, se generará una fragmentación de la vegetación, por lo que se evaluó un impacto adverso, moderado, permanente y mitigable, ya que la construcción de las casas y la acondicionamiento y construcción de los caminos generarán una fragmentación, sin embargo, cada rancho conservará la vegetación nativa que mantendrá el grado de conexión con el entorno, minimizando la fragmentación.





### V.3.12 AFECTACIÓN DE LAS ESPECIES DE FLORA SILVESTRE PRINCIPALMENTE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

En los trabajos de campo realizados en el Área de la Proyecto se registraron 119 especies distribuidas en 79 géneros y 50 familias, las familias mejor representadas fueron Asteraceae (19 spp.), Fagaceae (11 spp), Fabaceae (9 spp.), Pinaceae (8 spp.), Onagraceae (5 spp.), y Ericaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Oxalidaceae, Pentaphragaceae y Plantaginaceae (3 spp.) y el resto de las familias con una y dos especies.

En cuanto a los géneros se encontró que *Quercus* fue el mejor representado con 10 especies, seguido de *Pinus* con 8 especies, *Desmodium* con 5 especies y *Lopezia* y *Oxalis* con 3 especies cada uno.

**Tabla V. 16 Especies vegetales en estatus de conservación**

Familia	Especie	Categoría
Symplocaceae	<i>Symplocos citrea</i>	Pr
Tiliaceae	<i>Tilia americana</i>	P
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Pr
Actinidiaceae	<i>Saurauia serrata</i>	Pr

El Proyecto se desarrollará en las áreas donde no se registraron las especies en estatus de conservación, sin embargo, podría existir algún organismo de estas especies que se encuentre en dichas áreas por lo que durante el desmonte podrían verse afectadas, por lo anterior se evaluó que el desmonte podría generar impacto adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.13 AFECTACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE PRINCIPALMENTE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Como resultado de los muestreos realizados, en el Área de la Proyecto se registraron un total de 58 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 29 familias y 13 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con el 79.31% de las especies registradas en campo, seguido de los mamíferos con el 13.79%, luego los anfibios y reptiles con un 3.45%, dos especies se encuentran en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales una se encuentra en la categoría de protección especial y una amenazada, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla V. 17 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Especie	Nombre común	Estatus de conservación
<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	Amenazada
<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter	Protección especial

La presencia de los 67 trabajadores que serán contratados durante la etapa de preparación del sitio y construcción podría molestar y/o eliminar a algunos individuos de especies de fauna silvestre principalmente aves, lagartijas y serpientes, incluyendo a las especies en estatus registradas. Se evaluó el impacto por la presencia de los trabajadores como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Los vehículos y la maquinaria requerida para la ejecución del Proyecto podrían atropellar algunos organismos de fauna de lento desplazamiento, lo que podría generar un impacto adverso, bajo,



puntual, temporal y mitigable a la fauna silvestre, principalmente algunos reptiles y pequeños mamíferos.

Durante la operación de la Proyecto, que incluye la ocupación de las casas por las 42 personas y el funcionamiento de las áreas comunes, podría afectar a la fauna silvestre por la introducción de especies domésticas (perros, gatos, etc.), así como por la eliminación de víboras y serpientes consideradas como “*nocivas*”. Este impacto se evaluó como adverso, moderado, local, temporal y mitigable, principalmente durante los fines de semana.

El tránsito de los vehículos por los caminos durante la operación de la Proyecto, principalmente los fines de semana, incrementará el riesgo de atropellamiento de la fauna, sobre todo aquella de lento desplazamiento. Este impacto se evaluó como adverso, moderado, temporal y mitigable.

#### **V.3.14 PROYECTO DEL HÁBITAT DE LA FAUNA SILVESTRE**

Si bien la Proyecto contempla el desplante de 4,957 m<sup>2</sup>, que representa el 0.22% del área, esto modificará el hábitat de las especies de fauna silvestre que se ubican actualmente en la zona centro y sur. Este impacto se evaluó como adverso, bajo, permanente, puntual y mitigable, ya que cada rancho conservará la vegetación nativa que mantendrá el grado de conexión con el entorno, esto permitirá que las especies de fauna silvestre puedan utilizarlas como zonas de descanso y alimentación.

#### **V.3.15 PROYECTO DEL PAISAJE**

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por el almacenamiento de materiales e insumos, la presencia de maquinaria y equipo, así como por el movimiento de tierras que se realizarán por los cortes, nivelaciones, excavaciones, estas actividades tendrán un impacto adverso bajo, temporal, puntual y mitigable.

La construcción de las diferentes obras como las casas y acondicionamiento y construcción de caminos y la instalación de celdas solares generarán un impacto adverso al paisaje por la introducción de elementos artificiales, se evaluó como bajo, local, permanente y mitigable ya que cada rancho conservará la vegetación nativa que mantendrá el grado de conexión con el entorno para disminuir dicho impacto.

#### **V.3.16 CAMBIOS DEMOGRÁFICOS**

Se requerirá la contratación temporal de 67 trabajadores durante las etapas de preparación del sitio y construcción. El Proyecto contempla hacer las contrataciones en localidades cercanas y del Municipio de Valle de Bravo por lo que no se esperan cambios demográficos debido a su ejecución.

#### **V.3.17 INCREMENTO EN EL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN**

En la etapa de preparación del sitio y construcción se contratarán aproximadamente 67 trabajadores, esto generará un impacto benéfico, moderado, temporal y local en el bienestar de las personas contratadas y sus familias.



Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la adquisición de transporte de insumos y materiales tendrá un impacto benéfico sobre la economía local por el consumo de bienes y servicios. El impacto se evaluó como benéfico, moderado, local y temporal.

Durante la etapa de operación de la Proyecto se calcula que se contratarán aproximadamente 42 personas para atender las casas, áreas comunes y vigilancia, esto generará un impacto benéfico, moderado, permanente y local en el bienestar de las personas contratadas y sus familias.

Durante la ocupación de las casas y áreas verdes se demandarán insumos y servicios que generarán un impacto benéfico bajo, local y permanente sobre la economía del Municipio de Valle de Bravo.

### **V.3.18 PROYECTO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

El Área de la Proyecto se ocupación los ranchos, por lo que la operación tendrá un impacto adverso, bajo, local, permanente y mitigable sobre la actividad forestal.

### **V.3.19 SERVICIOS**

La operación del Proyecto requiere de la dotación de servicios de energía, agua potable y un sistema hidrosanitario, al respecto cabe mencionar que si bien se contempla hacer una conexión al sistema eléctrico de CFE se contará con celdas solares para disminuir el consumo de energía eléctrica.

Considerando que el Proyecto contempla durante su operación prácticamente autoabastecerse para satisfacer la demanda de agua y energía, así como las plantas de tratamiento contribuirá a incrementar la infraestructura del Municipio, dichas acciones se evaluaron como un impacto benéfico, moderado, local y permanente sobre la infraestructura.

La generación de residuos sólidos por la ocupación de las viviendas campestres y la generación de lodos por la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales podrán contribuir a saturar la infraestructura para el manejo de estos residuos con que cuenta actualmente el Municipio. Se evaluó como un impacto adverso moderado, local, permanente y mitigable.

### **V.3.20 AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

El incremento del tránsito de vehículos pesados para el traslado de los insumos y materiales podrán afectar las vías por donde transiten. Se evaluó un impacto adverso, bajo, local, temporal y mitigable.

### **V.3.21 MEJORAMIENTO EN LA ECONOMÍA DEL MUNICIPIO DE VALLE DE BRAVO**

La contratación del personal durante la preparación del sitio, construcción y operación de la Proyecto generará empleos directos e indirectos contribuyendo a la economía local del Municipio de Valle de Bravo. El impacto se evaluó como benéfico, moderado, local y temporal durante la preparación del sitio y construcción y permanente en la etapa de operación.

Los requerimientos de renta de maquinaria, equipo e insumos de materiales de construcción, combustibles, agua, etc., que tendrá el Proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción traerán un beneficio a la economía local del Municipio de Valle de Bravo.



Considerando lo anterior se evaluó un impacto benéfico, bajo, temporal y local sobre la actividad económica del Municipio Valle de Bravo.

Durante la operación de la Proyecto, los sistemas de abastecimiento de energía eléctrica, agua potable, hidrosanitario, así como el mantenimiento de casas requerirán de insumos y servicios para su mantenimiento lo que tendrá un impacto benéfico, bajo, local y permanente a la economía del Municipio.

## V.4 CONCLUSIONES

El DTU-B Particular Mesa de Gallos se localiza dentro del Municipio de Valle de Bravo, en el Estado de México, cuenta con una superficie de 2'210,100.82 m<sup>2</sup>, en el que se incluirán tres nuevas viviendas, el acondicionamiento y construcción de caminos, así como la dotación de servicios.

La Proyecto se desarrollará en la zona del Cerro de la Cruz en donde se registra el bosque de pino.

La Proyecto contempla los siguientes aspectos para garantizar la sustentabilidad ambiental del mismo:

- i. El establecimiento de las tres viviendas se llevará a cabo en las áreas previamente delimitadas para tal fin. Se respetará la vegetación nativa para asegurar las zonas de alimentación y descanso de la fauna, al evitar la introducción de muros permite que exista un mayor desplazamiento de la fauna silvestre.
- ii. En su mayoría, se habilitarán los caminos existentes a fin de no incrementar las áreas de afectación, solo se efectuarán obras de acondicionamiento y en algunos casos de construcción, para garantizar la seguridad del tránsito de los vehículos al interior de la Proyecto.
- iii. La Proyecto contempla la instalación de celdas solares, así como el tratamiento del agua residual, las cuales serán reutilizada (riego de las áreas verdes, sistema sanitario, etc.).
- iv. Como medida de compensación relevante del proyecto se pretende restaurar una superficie de 3.3 ha que homologa las características naturales de la superficie desplantada. Dicha área es clasificada como área de conservación acorde al Programa de Conservación y Manejo del Parque Estatal "**Santuario del Agua de Valle de Bravo**". Esta acción quedará establecida en el Programa de Manejo Forestal y Reforestación, adicionalmente se establecerán las acciones de saneamiento, calendario y monitoreo, para evitar la propagación de plagas (en caso de registrarse), con la finalidad de conservar el bosque.
- v. Se gestionará ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas una superficie de 48.62 ha como un área de conservación.

La Proyecto cumplirá con los criterios establecidos en el *Ordenamiento Ecológico del Estado de México*, con el *Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Amanalco-Valle de Bravo* y con el *Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo*.

La Proyecto, se ubica en la ANP Federal "*Zona Protectora Forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec*", sin embargo, dicha



ANP no cuenta con Programa de Manejo, por lo que la Proyecto cumplirá con lo establecido en la legislación ambiental federal y en el decreto de esta.

Así mismo, se encuentra en un Área Natural Protegida de carácter estatal denominada “Santuario del Agua de Valle de Bravo”, siendo que el Proyecto contribuye a la conservación del recurso agua al mantener la cobertura vegetal de la mayor parte del Área del Proyecto, además contempla la captación del agua pluvial, el tratamiento de las aguas residuales y al reúso de estas para el riego de las áreas verdes.

La mayoría de los impactos adversos son bajos, temporales y mitigables, se dan principalmente en la etapa de la preparación del sitio y construcción, los impactos adversos moderados se dan sobre la cobertura vegetal, la fragmentación, la distribución y abundancia de las especies de fauna.

Los impactos benéficos se dan sobre los componentes del medio socioeconómico por la generación de empleos, la adquisición de insumos y servicios que contribuirán al bienestar de las personas y a la economía del Municipio de Valle de Bravo.

La Proyecto contempla establecer medidas de mitigación para cada uno de los impactos adversos identificados, se garantizará su cumplimiento mediante la elaboración e implementación del Plan de Vigilancia Ambiental el cual incluirá los siguientes, reglamentos, programas y planes: Reglamento General del Proyecto, Programa de Manejo de Residuos, Programa de Manejo Forestal y Reforestación, Programa de Rescate y Manejo de Fauna y Plan de Prevención de Incendios Forestales





## VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

### VI.1 JUSTIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto se ubicará en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México, en una superficie total de **0.4957 hectáreas** contenida en un solo polígono.

El Proyecto consiste en el establecimiento de tres viviendas campestres con acceso a las áreas comunes y la habilitación y construcción del camino de acceso a dichas viviendas.

Con la ejecución del Proyecto, se generarán empleos directos e indirectos para la preparación del sitio y para el desarrollo del proyecto, con lo cual se contribuirá al bienestar social y el nivel de vida digno de las personas de la zona.

Además, con la realización de la reforestación propuesta y las obras de conservación de suelo y agua, y el rescate de flora y fauna, como medidas de mitigación por la ejecución del proyecto, propiciará la generación de otros empleos directos e indirectos, y permitirá y asegurará en beneficio de la población del lugar, la captación e infiltración del agua de lluvia, captura de Carbono, generación de oxígeno y hábitat para la fauna.

### VI.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El Título Quinto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el artículo 117, establece que, para la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, requiere de la presentación de Estudios Técnicos Justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que el uso propuesto sea más productivo a largo plazo.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

#### **Criterios de excepción.**

En este capítulo se realiza un análisis de los elementos y argumentos técnicos que demuestran que la ejecución del Proyecto es amigable con el ambiente al analizar los criterios de excepción, los cuales son:

- No se comprometerá la biodiversidad
- No se provocará la erosión de los suelos
- No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en la captación, y
- Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.



## VI.2.1 CRITERIO DE EXCEPCIÓN DE BIODIVERSIDAD

### VI.2.1.1 FLORA

En lo que corresponde a este primer supuesto, consiste en demostrar que no se comprometerá la biodiversidad, la cual corresponde a vegetación de Bosque de Pino que se encuentra en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Cabe señalar que, con base a los muestreos de campo y de conformidad a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI en su Serie V, señala que el tipo de vegetación a la que corresponde el área sujeta a cambio de uso de suelo corresponde a Bosque de Pino.

A continuación, se presenta el cálculo de los índices de valor de importancia y de diversidad de la flora, tanto en el Sistema Ambiental como en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Se determinaron los valores relativos de las densidades, frecuencias y dominancias, a fin de obtener el valor de importancia de las especies vegetales y establecer la estructura de la vegetación registrada en el área sujeta a cambio de uso de suelo del proyecto en cuestión.

La determinación de los índices de Valor de Importancia (IVI), índices de diversidad de Shannon-Wiener, de Dominancia de Simpson y de equidad de Pielou, se realizaron mediante las siguientes expresiones:

Según Zarco *et al*<sup>1</sup>, las fórmulas para determinar el Índice de Valor de Importancia (IVI), se señalan a continuación:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

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

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

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

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}}$$

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

<sup>1</sup> ZARCO-ESPINOSA, VM; VALDEZ-HERNANDEZ, JI; ANGELES-PEREZ, G y CASTILLO-ACOSTA, O. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia* [online]. 2010, vol.26, n.1 [citado 2017-06-07], pp.1-17. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792010000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792010000100001&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0186-2979.



Asimismo, Zarco (2009), señala que la determinación del IVI se realiza mediante la siguiente ecuación:

**Valor de importancia (VI)**= Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia Relativa

De esta manera, cada valor relativo (Densidad, Dominancia y Frecuencia) es un porcentaje que varía entre 0 y 100, por lo tanto, la escala oscilará entre 0 - 300. Si una especie presenta un valor de importancia igual a 300, querrá decir que en la comunidad únicamente se encuentra esa especie y que aprovecha la mayor parte de los recursos disponibles en el sitio.

La especie con el valor de importancia más alto será la que posea los valores de densidad, dominancia y frecuencia más grandes; por lo que aprovechará la mayor parte de los recursos disponibles y determinará en gran medida el funcionamiento de la comunidad.

**Índices de Diversidad.** La descripción de las comunidades vegetales en función de su composición de especies y la distribución del total plantas entre cada una de las especies encontradas permitirá definir cuál de las comunidades es más diversa. Por lo tanto, los índices de diversidad que se emplearán para poder determinar las zonas y comunidades vegetales más diversas dentro del predio son:

#### **Índice de Dominancia de Simpson**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad (D) puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

**Dónde:**

$\lambda$  = Dominancia de Simpson

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra

Valores de  $\lambda$  bajos indican mayor diversidad, en tanto que valores altos (cercaos a 1) representan baja diversidad.

#### **Índice de diversidad de Shannon-Wiener**

Combina dos componentes de la diversidad: la riqueza de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies (Krebs, 1985).

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

**Dónde:**

$H'$  = Índice de diversidad Shannon



S=Número de especies

Pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

ln= Logaritmo natural

El índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Los valores máximos del índice reportados son cercanos a seis (esto último es muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área. El índice de Shannon es independiente del tamaño de la muestra esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo.

### El índice de equidad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

La fórmula del índice de Pielou es la siguiente:

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

Dónde:

J' = Índice de Pielou

H' = Es el índice de diversidad de Shannon-Wiener

H'\_{\max} = Logaritmo natural de (S)

S = Número de especies

#### VI.2.1.1.1 CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

### Estrato arbóreo

A continuación, se listan las especies florísticas del estrato arbóreo encontradas en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 1 Composición florística del estrato arbóreo**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-	Endemismo
1	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	-	No endémica
2	Clethraceae	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	-	No endémica
3	Theaceae	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	-	No endémica
4	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	-	No endémica
5	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	-	No endémica
6	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	-	No endémica
7	Rosaceae	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	-	No endémica
8	Styracaceae	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	-	No endémica
9	Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	-	No endémica



De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se registraron en el estrato arbóreo 9 familias que integran 9 especies.

En la Tabla VI.2, se observó que las especies que tienen un mayor valor de importancia en el estrato arbóreo es el *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl. con 123.73, por lo tanto, esta especie capta la mayor parte de los recursos de la comunidad.

**Tabla VI. 2 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo.**

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	1.74	0.95	10.00	12.69
2	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	1.30	0.67	5.00	6.98
3	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	11.30	3.58	10.00	24.88
4	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	11.74	2.47	10.00	24.21
5	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	14.35	4.33	10.00	28.68
6	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	28.26	85.47	10.00	123.73
7	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	2.17	0.14	25.00	27.32
8	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	23.04	2.23	10.00	35.28
9	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	6.09	0.16	10.00	16.25

Cabe señalar, que el estrato arbóreo tiene una riqueza de 9 especies, presentó una diversidad máxima de 2.20 y un índice de diversidad de Shannon de 1.85 y una equidad ( $J'$ ) de 0.84, cuyas estimaciones se pueden observar en la Tabla siguiente.

**Tabla VI. 3 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbóreo.**

No	Nombre científico	Nombre común	$p_i$	$\ln p_i$	$p_i \cdot \ln p_i$	Índice Shannon	$p_i^2$	Equidad
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	0.02	-4.05	-0.07	0.07	0.0003	0.03
2	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	0.01	-4.34	-0.06	0.06	0.0002	0.03
3	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	0.11	-2.18	-0.25	0.25	0.0128	0.11
4	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	0.12	-2.14	-0.25	0.25	0.0138	0.11
5	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	0.14	-1.94	-0.28	0.28	0.0206	0.13
6	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	0.28	-1.26	-0.36	0.36	0.0799	0.16
7	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	0.02	-3.83	-0.08	0.08	0.0005	0.04
8	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	0.23	-1.47	-0.34	0.34	0.0531	0.15
9	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.06	-2.80	-0.17	0.17	0.0037	0.08
<b>Total</b>			<b>1.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.85</b>	<b>0.1848</b>	<b>0.84</b>
<b>Diversidad Máxima</b>						<b>2.20</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	





El estrato arbóreo de la vegetación de Bosque de Pino posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales poseen una distribución de 0.84 y una diversidad de Shannon-Wiener 1.85, que alcanza su diversidad máxima de 2.20, cuando las especies se encuentren en la misma cantidad.

Dentro de este estrato no se encontraron especies catalogadas con alguna categoría establecida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Estrato arbustivo

A continuación, se listan las especies florísticas del estrato arbustivo encontradas en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 4 Composición florística del estrato arbustivo**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Theaceae	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	-	No endémica
2	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	-	No endémica
3	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	-	No endémica
4	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	-	No endémica
5	Rosaceae	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	-	No endémica
6	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	-	No endémica
7	Styracaceae	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	-	No endémica
8	Theaceae	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron en el estrato arbustivo 6 familias que integran 8 especies.

En la siguiente Tabla, se observó que las especies que tiene un mayor valor de importancia en el estrato arbustivo es *Styrax ramirezii* Greenm. con 90.44, *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. con el 50.24 y *Cleyera theaeoides* (Sw.) Choisy. con el 49.04. Por lo tanto, estas especies captan la mayor parte de los recursos de la comunidad.

**Tabla VI. 5 Tabla no. VI.5. Índice de valor de importancia (IVI) de especies arbustivas.**

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)
1	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	9.28	24.37	15.38	49.04
2	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	21.65	13.21	15.38	50.24
3	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	14.43	7.72	15.38	37.54
4	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	1.03	0.92	7.69	9.65
5	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	1.03	2.82	7.69	11.55
6	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	3.09	2.19	7.69	12.97
7	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	35.05	40.00	15.38	90.44
8	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	14.43	8.76	15.38	38.58

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)
		Total	100.00	100.00	100.00	300.00

El estrato arbustivo tiene una riqueza de 8 especies, presenta una diversidad máxima de 2.08 y un índice de diversidad de Shannon de 1.68 y una equidad ( $J'$ ) de 0.81, cuyas estimaciones se pueden observar en la siguiente Tabla.

**Tabla VI. 6 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbustivo.**

No	Nombre científico	Nombre común	$p_i$	$\ln p_i$	$p_i \cdot \ln p_i$	Índice Shannon	$p_i^2$	Equidad
1	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.)	Mamuyo	0.09	-2.38	-0.22	0.22	0.0086	0.11
2	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.)	Mano de león	0.22	-1.53	-0.33	0.33	0.0469	0.16
3	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.)	Fresno	0.14	-1.94	-0.28	0.28	0.0208	0.13
4	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex	Pino ocote	0.01	-4.57	-0.05	0.05	0.0001	0.02
5	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	0.01	-4.57	-0.05	0.05	0.0001	0.02
6	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	0.03	-3.48	-0.11	0.11	0.0010	0.05
7	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	0.35	-1.05	-0.37	0.37	0.1229	0.18
8	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.14	-1.94	-0.28	0.28	0.0208	0.13
<b>Total</b>			<b>1.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.68</b>	<b>0.2212</b>	<b>0.81</b>
				<b>Diversidad Máxima</b>		<b>2.08</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

El estrato arbustivo de la vegetación de Bosque de Pino posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales poseen una distribución de 0.81 y una diversidad de Shannon-Wiener 1.68, que alcanza su diversidad máxima de 2.08, cuando estas especies se encuentran en la misma cantidad.

Dentro de este estrato no se encontraron especies catalogadas en ninguna categoría establecida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Estrato herbáceo

A continuación, se listan las especies florísticas del estrato herbáceo encontradas en el muestreo de campo.

**Tabla VI. 7 Composición florística del estrato herbáceo**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Asteraceae	<i>Cirsium acantholepis</i> (Hemsl.)	Cardo	-	No endémica
2	Rubiaceae	<i>Didymaea floribunda</i> Hook. F.	Desconocido	-	No endémica
3	Myrsinaceae	<i>Parathesis melanosticta</i> (Schlech.) Hemsley	Desconocido	-	No endémica
4	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	-	No endémica
5	Smilacaceae	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens &	Itamo real	-	No endémica
6	Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	Desconocido	-	No endémica

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
7	Anacardiaceae	<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hierva venenosa	-	No endémica
8	Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex	Vejuco blanco	-	No endémica
9	Poaceae	<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth)	Pasto	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo, se registraron en el estrato herbáceo 8 familias que la integran 9 especies.

En la Tabla VI.8, se observó que las especies que tienen un mayor valor de importancia en el estrato herbáceo es la *Zeugites mexicanus* (Kunth) con 80.34, *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze. con 79.12 y *Didymaea floribunda* Hook. F. con 44.31. Por lo tanto, estas especies captan la mayor parte de los recursos de la comunidad.

**Tabla VI. 8 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo**

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de valor de importancia (I.V.I.)
1	<i>Cirsium acantholepis</i> (Hemsl.)	Cardo	0.95	8.09	10.00	19.04
2	<i>Didymaea floribunda</i> Hook. F.	Desconocido	13.33	10.98	20.00	44.31
3	<i>Parathesis melanosticta</i> (Schlech.) Hemsley	Desconocido	1.90	1.77	10.00	13.68
4	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	0.95	4.82	10.00	15.77
5	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	Itamo real	0.95	2.03	10.00	12.98
6	<i>Smilax sp.</i>	Desconocido	0.95	0.97	10.00	11.92
7	<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hierva venenosa	38.10	31.02	10.00	79.12
8	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Vejuco blanco	3.81	9.03	10.00	22.84
9	<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth)	Pasto	39.05	31.29	10.00	80.34
			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

El estrato herbáceo tiene una riqueza de 9 especies, presenta una diversidad máxima de 2.20 y un índice de diversidad de Shannon de 1.38 y una equidad ( $J'$ ) de 0.63, cuyas estimaciones se presentan a continuación:

**Tabla VI. 9 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato herbáceo**

No	Nombre científico	Nombre común	pi	ln pi	pi*lnpi	Índice Shannon	pi <sup>2</sup>	Equidad
1	<i>Cirsium acantholepis</i> (Hemsl.)	Cardo	0.01	-4.65	-0.04	0.04	0.0001	0.02
2	<i>Didymaea floribunda</i> Hook. F.	Desconocido	0.13	-2.01	-0.27	0.27	0.0178	0.12
3	<i>Parathesis melanosticta</i> (Schlech.)	Desconocido	0.02	-3.96	-0.08	0.08	0.0004	0.03
4	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	0.01	-4.65	-0.04	0.04	0.0001	0.02
5	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens &	Itamo real	0.01	-4.65	-0.04	0.04	0.0001	0.02
6	<i>Smilax sp.</i>	Desconocido	0.01	-4.65	-0.04	0.04	0.0001	0.02



No	Nombre científico	Nombre común	pi	ln pi	pi*lnpi	Índice Shannon	pi <sup>2</sup>	Equidad
7	<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hierva venenosa	0.38	-0.97	-0.37	0.37	0.1451	0.17
8	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex	Vejuco blanco	0.04	-3.27	-0.12	0.12	0.0015	0.06
9	<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth)	Pasto	0.39	-0.94	-0.37	0.37	0.1525	0.17
<b>Total</b>			<b>1.00</b>			<b>1.38</b>	<b>0.3176</b>	<b>0.63</b>
				<b>Diversidad Máxima</b>		<b>2.20</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

El estrato herbáceo de la vegetación de Bosque de Pino posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales poseen una distribución de 0.63 y una diversidad de Shannon-Wiener 1.38, que alcanza su diversidad máxima de 2.20, cuando sus especies estén igualmente presentes.

Dentro de este estrato no se encontraron especies catalogadas en ninguna categoría establecida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### VI.2.1.1.2 CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FLORA EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

#### Estrato arbóreo

A continuación, se listan las especies florísticas del estrato arbóreo encontradas en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 10 Composición florística del estrato arbóreo**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	-	No endémica
2	Clethraceae	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	-	No endémica
3	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	-	No endémica
4	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	-	No endémica
5	Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	-	No endémica
6	Fagaceae	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo	-	No endémica
7	Fagaceae	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	-	No endémica
8	Styracaceae	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	-	No endémica
9	Pentaphylacaceae	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se registraron en el estrato arbóreo 7 familias que integran 9 especies.

En la siguiente Tabla, se observó que las especies que tienen un mayor valor de importancia en el estrato arbóreo es el *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl. con 147.18, por lo tanto, esta especie capta la mayor parte de los recursos de la comunidad.

**Tabla VI. 11 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo**

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	9.15	1.92	13.33	24.41
2	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	0.65	0.12	6.67	7.44
3	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	0.65	0.01	6.67	7.33
4	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	50.33	83.52	13.33	147.18
5	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	15.69	3.75	13.33	32.77
6	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo	2.61	1.00	13.33	16.95
7	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	17.65	9.55	13.33	40.53
8	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	2.61	0.13	13.33	16.07
9	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.65	0.01	6.67	7.33
		Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Cabe señalar, que el estrato arbóreo tiene una riqueza de 9 especies, presentó una diversidad máxima de 2.20 y un índice de diversidad de Shannon de 1.45 y una equidad ( $J'$ ) de 0.66, cuyas estimaciones se pueden observar en la Tabla VI.12.

**Tabla VI. 12 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbóreo**

No	Nombre científico	Nombre común	pi	ln pi	pi*lnpi	Índice Shannon	pi <sup>2</sup>	Equidad
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	0.09	-2.39	-0.22	0.22	0.00837	0.10
2	<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	0.01	-5.03	-0.03	0.03	0.00004	0.01
3	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.)	Fresno	0.01	-5.03	-0.03	0.03	0.00004	0.01
4	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex	Pino ocote	0.50	-0.69	-0.35	0.35	0.25328	0.16
5	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et	Encino de hoja	0.16	-1.85	-0.29	0.29	0.02461	0.13
6	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo	0.03	-3.64	-0.10	0.10	0.00068	0.04
7	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	0.18	-1.73	-0.31	0.31	0.03114	0.14
8	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	0.03	-3.64	-0.10	0.10	0.00068	0.04
9	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.01	-5.03	-0.03	0.03	0.00004	0.01
			<b>1.00</b>			<b>1.45</b>	<b>0.31889</b>	<b>0.66</b>
		<b>Total</b>				<b>2.20</b>		<b>Dominancia de Simpson</b>

El estrato arbóreo de la vegetación de Bosque de Pino posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales poseen una distribución de 0.66 y una diversidad de Shannon-Wiener 1.45, que alcanza su diversidad máxima de 2.20, cuando sus especies estén igualmente presentes.

Dentro de este estrato no se encontraron especies catalogadas en ninguna categoría establecida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.





### Estrato arbustivo

A continuación, se listan las especies florísticas del estrato arbustivo encontradas en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 13 Composición florística del estrato arbustivo**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	-	No endémica
2	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	-	No endémica
3	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	-	No endémica
4	Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	-	No endémica
5	Fagaceae	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo	-	No endémica
6	Fagaceae	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	-	No endémica
7	Styracaceae	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	-	No endémica
8	Pentaphylacaceae	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se registraron en el estrato arbustivo 6 familias que integran 8 especies.

En la siguiente Tabla, se observó que las especies que tiene un mayor valor de importancia en el estrato arbustivo es *Quercus scytophylla* Liebm. con 83.31, *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl. con el 63.42 y *Arbutus xalapensis* Kunth con el 57.70. Por lo tanto, estas especies captan la mayor parte de los recursos de la comunidad.

**Tabla VI. 14 Índice de valor de importancia (IVI) de especies arbustivas**

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	22.22	18.81	16.67	57.70
2	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.)	Fresno	2.22	0.84	8.33	11.40
3	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	15.56	9.33	16.67	41.55
4	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	26.67	20.09	16.67	63.42
5	<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo	4.44	0.95	8.33	13.73
6	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	20.00	46.65	16.67	83.31
7	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	6.67	2.85	8.33	17.85
8	<i>Terntroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	2.22	0.48	8.33	11.03
		<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

El estrato arbustivo tiene una riqueza de 8 especies, presenta una diversidad máxima de 2.08 y un índice de diversidad de Shannon de 1.79 y una equidad ( $J'$ ) de 0.86, cuyas estimaciones se pueden observar en la Tabla VI.15.

**Tabla VI. 15 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato arbustivo**

No	Nombre científico	Nombre común	pi	ln pi	pi*lnpi	Índice Shannon	pi <sup>2</sup>	Equidad
1	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	0.22	-1.50	-0.33	0.33	0.0494	0.16
2	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	0.02	-3.81	-0.08	0.08	0.0005	0.04
3	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	0.16	-1.86	-0.29	0.29	0.0242	0.14
4	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha	0.27	-1.32	-0.35	0.35	0.0711	0.17
5	<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	Encino amarillo	0.04	-3.11	-0.14	0.14	0.0020	0.07
6	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco	0.20	-1.61	-0.32	0.32	0.0400	0.15
7	<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	0.07	-2.71	-0.18	0.18	0.0044	0.09
8	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	0.02	-3.81	-0.08	0.08	0.0005	0.04
		<b>Total</b>	<b>1.00</b>			<b>1.79</b>	<b>0.1921</b>	<b>0.86</b>
					<b>Diversidad Máxima</b>	<b>2.08</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

El estrato arbustivo de la vegetación de Bosque de Pino posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales poseen una distribución de 0.86 y una diversidad de Shannon-Wiener 1.79, que alcanza su diversidad máxima de 2.08, cuando sus especies estén igualmente presentes.

Dentro de este estrato no se encontraron especies catalogadas en ninguna categoría establecida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Estrato herbáceo

A continuación, se listan las especies florísticas del estrato herbáceo encontradas en el muestreo de campo.

**Tabla VI. 16 Composición florística del estrato herbáceo**

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	-	No endémica
2	Lamiaceae	<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia	-	No endémica
3	Oxalidaceae	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trebol de cuatro hojas	-	No endémica
4	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	-	No endémica
5	Lamiaceae	<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia	-	No endémica
6	Lamiaceae	<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se registraron en el estrato herbáceo 4 familias que la integran 6 especies.



En la siguiente Tabla, se observó que las especies que tienen un mayor valor de importancia en el estrato herbáceo son *Lepechinia flammea* Mart.Gord. & Lozada-Pérez con 92.90, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. con 59.39 y *Ageratina glabrata* (Spreng.) R. M. King & H. Rob. con 51.46. Por lo tanto, estas especies captan la mayor parte de los recursos de la comunidad.

**Tabla VI. 17 Índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo**

No	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de valor de importancia
1	<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	7.69	18.77	25.00	51.46
2	<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia	38.46	41.94	12.50	92.90
3	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trebol de	17.95	5.00	12.50	35.45
4	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	10.26	24.13	25.00	59.39
5	<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia	20.51	5.71	12.50	38.73
6	<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil	5.13	4.45	12.50	22.07
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

El estrato herbáceo tiene una riqueza de 6 especies, presenta una diversidad máxima de 1.79 y un índice de diversidad de Shannon de 1.58 y una equidad (J') de 0.88, cuyas estimaciones se presentan a continuación:

**Tabla VI. 18 Cálculo de Índice de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima del estrato herbáceo**

No	Nombre científico	Nombre común	pi	ln pi	pi*lnpi	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina	0.08	-2.56	-0.20	0.20	0.006	0.11
2	<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia	0.38	-0.96	-0.37	0.37	0.148	0.21
3	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trebol de	0.18	-1.72	-0.31	0.31	0.032	0.17
4	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	0.10	-2.28	-0.23	0.23	0.011	0.13
5	<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia	0.21	-1.58	-0.32	0.32	0.042	0.18
6	<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil	0.05	-2.97	-0.15	0.15	0.003	0.09
<b>Total</b>			<b>1.00</b>			<b>1.58</b>	<b>0.241</b>	<b>0.88</b>
<b>Diversidad Máxima</b>						<b>1.79</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

El estrato herbáceo de la vegetación de Bosque de Pino posee una riqueza específica de 6 especies, las cuales poseen una distribución de 0.88 y una diversidad de Shannon-Wiener 1.58, que alcanza su diversidad máxima de 1.79, cuando sus especies estén igualmente presentes.

Dentro de este estrato no se encontraron especies catalogadas en ninguna categoría establecida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las Tablas siguientes se hace un resumen en donde se indican los índices de diversidad, tanto para el Sistema Ambiental como para el área sujeta a cambio a uso de suelo.



**Tabla VI. 19 Índices de diversidad estimados para el Sistema Ambiental (microcuena)**

Indicador	Árboles	Arbustos	Herbáceas
Especies (S)	9	8	9
Dominancia	0.18	0.22	0.31
Simpson 1-D	0.82	0.78	0.69
Shannon H'	1.85	1.68	1.38
Diversidad	2.20	2.08	2.20
Equidad J	0.84	0.81	0.63

**Tabla VI. 20 Índices de diversidad estimados para el área sujeta a cambio de uso de suelo.**

Indicador	Árboles	Arbustos	Herbáceas
Especies (S)	9	8	6
Dominancia	0.31	0.19	0.24
Simpson 1-D	0.69	0.81	0.76
Shannon H'	1.45	1.79	1.58
Diversidad	2.20	2.08	1.79
Equidad J	0.66	0.86	0.88

De acuerdo con los resultados de los índices de biodiversidad en el índice de Shannon-Wiener para el **estrato arbóreo**, la diversidad es más alta en el Sistema Ambiental que en el área sujeta a cambio de uso de suelo. Asimismo, no se observan muchas especies dominantes y las especies en ambas áreas se encuentran equitativamente distribuidas, presentando valores de 0.66 en el área sujeta a cambio de uso de suelo y 0.84 en el área del Sistema Ambiental, es decir, la vegetación que integra el estrato arbóreo tiende a ser altamente homogénea.

De acuerdo con los resultados de los índices de biodiversidad en el índice de Shannon-Wiener para el **estrato arbustivo**, la diversidad es ligeramente más alta en el área sujeta a cambio de uso de suelo que en el Sistema Ambiental. Asimismo, no se observan muchas especies dominantes y las especies en ambas áreas se encuentran equitativamente distribuidas presentando valores de 0.86 en el área sujeta a cambio de uso de suelo y 0.81 en el área del Sistema Ambiental, es decir la vegetación que integra el estrato arbustivo tiende a ser altamente homogénea.

De acuerdo con los resultados de los índices de biodiversidad en el índice de Shannon-Wiener para el **estrato herbáceo**, la diversidad es ligeramente más alta en el área sujeta a cambio de uso de suelo que en el Sistema Ambiental. Asimismo, no se observan muchas especies dominantes y las especies en ambas áreas se encuentran equitativamente distribuidas presentando valores de 0.88 en el área sujeta a cambio de uso de suelo y 0.63 en el área del Sistema Ambiental, es decir, la vegetación que integra el estrato tiende a ser altamente homogénea.

Derivado de los resultados obtenidos, a fin de no afectar el Sistema Ambiental, se contemplan medidas de mitigación, mismas que se señalan más adelante, en las cuales se incluye la aplicación de un *Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal* y *Programa de reforestación*.

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación registrada en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo, correspondiente a la densidad (número de individuos /ha) y al Índice de Valor de Importancia (IVI) por especies.

### **Estrato arbóreo.**

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en el estrato arbóreo de la vegetación registrada en el área sujeta a



cambio de uso de suelo y el sistema ambiental (microcuena), correspondiente a la densidad (número de individuos /ha) y al Índice de Valor de Importancia (IVI) por especies.

**Tabla VI. 21 Densidad (Número de individuos/ha) de las especies del estrato arbóreo encontradas en el sistema ambiental (microcuena) y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre científico	Nombre común	Densidad (Número de individuos/ha)		IVI	
		Sistema Ambiental	CUSTF	Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	20		12.69	
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño		70		24.41
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	15	5	6.98	7.44
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	130		24.88	
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	135		24.21	
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	165	5	28.68	7.33
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	325	385	123.73	147.18
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	25		27.32	
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha		120		32.77
<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo		20		16.95
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco		135		40.53
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	265	20	35.28	16.07
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	70	5	16.25	7.33

**Análisis:**

En el área sujeta a cambio de uso de suelo, la riqueza específica resultó de 9 especies y para el Sistema Ambiental de 9. Las especies *Arbutus xalapensis* Kunth, *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl., *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm., su densidad (individuos por ha) y el IVI son menores en el Sistema Ambiental (microcuena), por lo que dichas especies se consideran en la reforestación propuesta, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Adicionalmente, se aplicará, entre otras medidas de mitigación un Programa para el rescate y reubicación de especies de vegetación forestal (ANEXO 4).

En tabla siguiente se presenta una comparación de presencia y ausencia de especies entre el área sujeta a cambio de suelo y el Sistema Ambiental.

**Tabla VI. 22 Comparación de presencia y ausencia de especies en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el Sistema Ambiental**

Nombre científico	Nombre común	Presencia y ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	X	



Nombre científico	Nombre común	Presencia y ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño		X
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	Jaboncillo	X	X
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	X	
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	X	
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	X	X
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	X	X
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	X	
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha		X
<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo		X
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco		X
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	X	X
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	X	X

### Análisis:

De las especies encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo, las especies *Arbutus xalapensis* Kunth, *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm, no se encuentran en la microcuenca, por lo que se consideran en la reforestación propuesta y en el Programa para el Rescate y Reubicación de Especies de Vegetación Forestal, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo.

### Estrato arbustivo.

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en el estrato arbustivo de la vegetación registrada en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el ecosistema en el Sistema Ambiental, correspondiente a la densidad (número de individuos/ha) y al IVI por especies.

**Tabla VI. 23 Densidad (Número de individuos/ha) de las especies del estrato arbustivo encontradas en el sistema ambiental (microcuenca) y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Especie	Nombre común	Densidad (Número de individuos/ha)		IVI	
		Sistema Ambiental	CUSTF	Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño		50		57.70
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	45		49.04	
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	105		50.24	
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	70	5	37.54	11.40
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	5	35	9.65	41.55
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	5		11.55	

Especie	Nombre común	Densidad (Número de individuos/ha)		IVI	
		Sistema Ambiental	CUSTF	Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	15		12.97	
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha		60		63.42
<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo		10		13.73
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco		45		83.31
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	170	15	90.44	17.85
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	70	5	38.58	11.03

En el Sistema Ambiental, la riqueza específica resultó de 8 especies al igual que en el área sujeta a cambio de uso de suelo. Las especies *Arbutus xalapensis* Kunth, *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl., *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm, su densidad (individuos por ha) y su IVI es menor en el Sistema Ambiental, por lo que dichas especies se consideran en la reforestación propuesta, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Por otro lado, también las especies *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm se rescatarán y reubicarán, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo, cuyos detalles se indican en el Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, el cual se anexa al presente estudio.

En tabla siguiente se presenta una **comparación de presencia y ausencia** de especies del estrato arbustivo entre el área sujeta a cambio de suelo y el sistema ambiental (microcuenca).

**Tabla VI. 24 Comparación de presencia y ausencia de especies del estrato arbustivo en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el Sistema Ambiental**

Nombre científico	Nombre común	Presencia y ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño		X
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	Mamuyo	X	
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	X	
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	X	X
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	Pino ocote	X	X
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulin	X	
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	X	
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha		X
<i>Quercus magnolifolia</i> Née	Encino amarillo		X
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco		X
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	Mameyito	X	X



Nombre científico	Nombre común	Presencia y ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Ternstroemia lineata</i> DC.	Flor de tila	X	X

**Análisis:**

De las especies encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo la *Arbutus xalapensis* Kunth, *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Quercus magnolifolia* Née y *Quercus scytophylla* Liebm, no se encuentra en el Sistema Ambiental, en este sentido, se consideran en la reforestación propuesta, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo; para el caso de las especies de encino que tengan las características adecuadas, se rescatarán y reubicarán, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo, los detalles se indican en el *Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal*, el cual se anexa al presente estudio.



**Estrato herbáceo.**

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en el estrato herbáceo de la vegetación registrada en el área sujeta a cambio de uso de suelo y en el Sistema Ambiental, correspondiente a la densidad (número de individuos/ha) y al IVI por especies.

**Tabla VI. 25 Densidad (Número de individuos/ha de las especies del estrato herbáceo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre científico	Nombre común	Densidad (Número de individuos/ha)		IVI	
		Sistema Ambiental	CUSTF	Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina		15000		51.46
<i>Cirsium acantholepis</i> (Hemsl.)	Cardo	5000		19.04	
<i>Didymaea floribunda</i> Hook. F.	Desconocido	70000		44.31	
<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia		75000		92.90
<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trebol de cuatro hojas		35000		35.45
<i>Parathesis melanosticta</i> (Schlech.) Hemsley	Desconocido	10000		13.68	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	5000	20000	15.77	59.39
<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia		40000		38.73
<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil		10000		22.07
<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	Itamo real	5000		12.98	
<i>Smilax sp.</i>	Desconocido	5000		11.92	
<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hierva venenosa	200000		79.12	
<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Vejuco blanco	20000		22.84	
<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth)	Pasto	205000		0.34	

En el área sujeta a cambio de uso de suelo, la riqueza específica resultó de 6 especies y para el Sistema Ambiental de 9. Cabe señalar que, se propiciará la regeneración natural de las distintas especies del estrato herbáceo en el área donde se efectuará la reforestación, a fin de fomentar su desarrollo y permanencia.

En la Tabla siguiente se presenta una **comparación de presencia y ausencia** de especies de presencia entre el área sujeta a cambio de suelo y el Sistema Ambiental correspondiente al estrato herbáceo.



**Tabla VI. 26 Densidad (no. de individuos/ha) de las especies del estrato herbáceo encontradas en el Sistema Ambiental y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre científico	Nombre común	Presencia y ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Ageratina glabrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ageratina		X
<i>Cirsium acantholepis</i> (Hemsl.)	Cardo	X	
<i>Didymaea floribunda</i> Hook. F.	Desconocido	X	
<i>Lepechinia flammea</i> Mart.Gord. & Lozada-Pérez	Salvia		X
<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Trebol de cuatro hojas		X
<i>Parathesis melanosticta</i> (Schlech.) Hemsley	Desconocido	X	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Helecho	X	X
<i>Salvia mexicana</i> L.	Salvia		X
<i>Satureja mexicana</i> L.	Toronjil		X
<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	Itamo real	X	
<i>Smilax</i> sp.	Desconocido	X	
<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hierva venenosa	X	
<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Vejuco blanco	X	
<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth)	Pasto	X	

Se propiciará la regeneración natural de las distintas especies del estrato herbáceo en el área donde se efectuará la reforestación, a fin de mantener su presencia.

Derivado de los resultados obtenidos, a efecto de no afectar el ecosistema, se contemplan medidas de mitigación, entre las cuales se destaca la realización de una reforestación con especies nativas de la región (se anexa al estudio) y la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, el cual se adjunta al presente estudio. A continuación, se señalan las especies de flora a rescatar y a reubicar.

**Tabla VI. 27 especies de flora que se rescatarán y reubicarán**

Nombre científico	Nombre común
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	Encino de hoja ancha
<i>Quercus magnoliaefolia</i> Née	Encino amarillo
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	Encino blanco

El rescate y reubicación de dichas especies, será realizado de manera previa a las labores de remoción de vegetación; previendo relocalizar aquellos individuos que presenten mayor vigor en la superficie de cambio de uso de suelo, realizando así mismo las acciones de seguimiento necesarias por un periodo de 5 años para garantizar su adaptación al nuevo hábitat, procurando





mantener una sobrevivencia mínima del 80%. De esta manera, se promoverá la conservación de la diversidad vegetal del lugar.

### **Medidas y acciones de prevención y mitigación para la conservación de la biodiversidad de la flora**

- Se prohibirá la extracción de especies de flora silvestre.
- Se llevará a cabo capacitación ambiental al personal de campo involucrado en el área sujeta a cambio de uso de suelo, asimismo, se realizarán pláticas de concientización al personal que labore en el proyecto, así como se efectuará la supervisión de estos, indicándoles que quien ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la flora.
- Se evitará en todo momento, el uso de fuego o defoliantes para realizar las actividades de remoción de vegetación, lo que permitirá conservar los hábitats para la flora silvestre.
- El derribo del arbolado se llevará a cabo usando de la técnica de derribo direccional mediante el uso de motosierra y hacha, a fin de que el arbolado caiga dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo y no perturbe la vegetación existente y el renuevo de las zonas aledañas, lo que permitirá conservar los hábitats existentes de flora.
- Realización de una reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región con una densidad de 1,100 individuos en una zona aledaña al proyecto (ver Programa de Reforestación anexo), superficie mayor a la solicitada para cambio de uso de suelo.
- Rescate de ejemplares de flora de encino que se encuentren en el área sujeta a cambio de uso de suelo, mediante la aplicación del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal (ANEXO 4).

El rescate y reubicación de los ejemplares de flora, se realizará de manera previa de la preparación del sitio. Adicionalmente, se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento de especies flora de interés económico y ambiental, así como aquellas que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de esta manera se promoverá la continuidad de la biodiversidad en el ecosistema.

- También como medida de mitigación, se permitirá la regeneración natural del estrato herbáceo en el área donde se realizará la reforestación propuesta.

**Bajo este contexto, la biodiversidad (flora) no se verá comprometida en la superficie donde se solicita el cambio de uso de suelo con motivo de la ejecución del proyecto, ya que, con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, se asegurará la permanencia de esta vegetación de bosque de pino en el Sistema Ambiental.**



## VI.3 CRITERIO DE EXCEPCIÓN DE BIODIVERSIDAD

### VI.3.1 FAUNA

Para fines del cambio de uso de suelo, el muestreo realizado tanto en el Sistema Ambiental como en el área sujeta a cambio de uso de suelo, consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales. Sin embargo, con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados de la zona, pero se tiene la suficiente información para establecer una caracterización general de la fauna existente en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Para cada grupo de vertebrados se utilizaron distintos métodos de muestreo: transectos y puntos de observación. Se realizaron 2 transectos de 150 m y 4 puntos de observación en el Sistema Ambiental y también en el área sujeta a cambio de uso de suelo. Las coordenadas de los sitios y transectos de muestreo que se establecieron para la fauna tanto para Sistema Ambiental como para el área sujeta a cambio de uso de suelo, se indican en las siguientes tablas.

**Tabla VI. 28 Transectos para muestreo de fauna en el Sistema Ambiental**

Datum WGS84 UTM Z 14 N			
Transecto	Vértice	X	Y
1	Inicio	384221.745	2116323.41
	Final	384368.014	2116362.05
2	Inicio	384259.83	2116226.27
	Final	384405.547	2116255.52
Punto de observación			
1		384221.745	2116323.41
2		384368.014	2116362.05
3		384259.83	2116226.27
4		384405.547	2116255.52

**Tabla VI. 29 Transectos para muestreo de fauna en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Datum WGS84 UTM Z 14 N			
Transecto	Vértice	X	Y
1	Inicio	384052.294	2116699.3
	Final	384194.699	2116643
2	Inicio	383891.675	2116793.13
	Final	383939.695	2116651.27
Punto de observación			
1		384052.294	2116699.3
2		384194.699	2116643
3		383891.675	2116793.13
4		383939.695	2116651.27

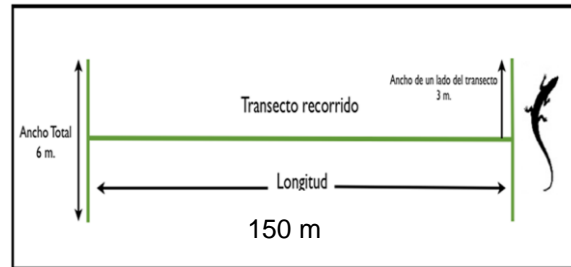
Los puntos de observación se ubicaron al inicio y al final de cada transecto, en los cuales se observaron las aves.

El método que se utilizó para muestrear los diferentes grupos de fauna silvestre (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) para fines del cambio de uso de suelo, tanto para el Sistema Ambiental como para el área sujeta a cambio de uso de suelo, se describen a continuación.

***Método de muestreo de la herpetofauna.***

Previo al inicio de campo, se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna del área sujeta a cambio de uso de suelo, con la finalidad de integrar un listado preliminar.

En campo, se realizaron muestreos y observaciones de anfibios y reptiles en el Sistema Ambiental y en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el tipo de vegetación de Bosque de pino presente. Los anfibios y reptiles se muestrearon a través de transectos diurnos en los sitios de muestreo mencionados, entre las 8:00 y las 20:00 horas. Durante estos periodos se caminó lentamente en los transectos de 150 m y un ancho de 6 m (figura no.VI.1), revisando cada microhábitat potencial dónde se podría localizar a la herpetofauna (sombra de vegetación, rocas, troncos, hoyos en suelo). También se realizaron muestreos nocturnos, en los mismos sitios recorridos en el horario diurno, con ayuda de linternas de mano. Se buscaron mudas de serpiente, las cuales muchas veces permiten realizar su identificación. La captura de ejemplares durante estos muestreos se realizó manualmente o con la ayuda de lazos para lagartijas o ganchos herpetológicos. Una vez fotografiados y registrados, se procedió a su liberación en el mismo sitio donde fueron tomados.



**Figura VI. 2** Transecto para reptiles y anfibios

La determinación específica de los individuos encontrados se realizó utilizando las claves para anfibios y reptiles de Casas Andreu y McCoy (1979), guías de anfibios y reptiles del Este y Centro de América de Conant y Collins (1998) y del Oeste de Stebbins (1985), así como de Lemos Espinal y Smith (2007).

***Métodos de muestreo de la Avifauna.***

El muestreo de la avifauna se realizó en transectos de 150 m de longitud y 6 metros de ancho (Figura VI.2). dimensiones de recorrido usuales para las tipologías de vegetación predominantes en la zona. Este método se realiza a pie, registrando las aves vistas u oídas dentro de la superficie delimitada.

Para establecer los transectos se usaron brechas secundarias o senderos previamente establecidos dentro del área. Los recorridos se realizaron por la mañana, entre las 7:00 a.m. y 11:00 a.m., procurando coincidir con el período de mayor actividad de las aves. Para la observación de aves

se utilizaron binoculares, también se realizaron puntos de observación al inicio y al final del transecto, 4 puntos de observación en el Sistema Ambiental y 4 en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

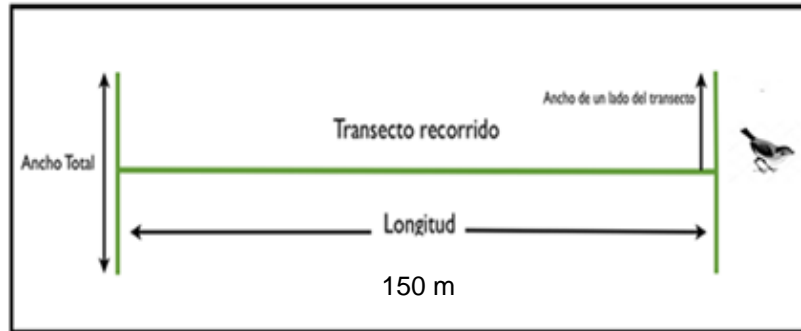


Figura VI. 3 Transecto para aves

### Métodos de muestreo para Mamíferos

El muestreo de mamíferos se diferenció de acuerdo con las características de los grupos, según sus hábitos y tamaño. Los medios disponibles y las condiciones permitieron distinguir entre mamíferos medianos y grandes y mamíferos pequeños.

### Transectos

En total se realizaron 2 transectos en el Sistema Ambiental y 2 en el área sujeta a cambio de uso de suelo, son transectos por vías terrestres, principalmente a lo largo de brechas y veredas de tipo de vegetación de bosque de pino, en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término al área del Sistema Ambiental y al área sujeta a cambio de uso de suelo y en segundo término al tipo de vegetación (bosque de pino), en donde se registraron las huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000).

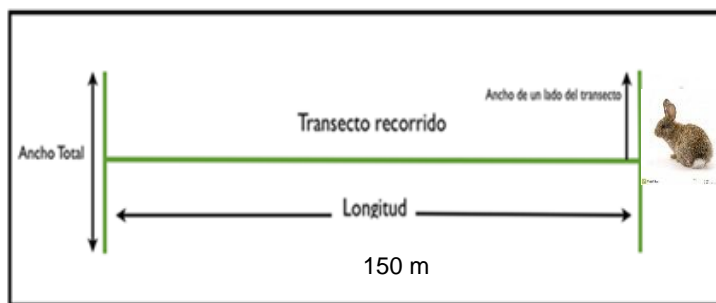


Figura VI. 4 Transecto para mamíferos

### Determinación taxonómica de las especies

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000), y la guía de audio (Boesman, 2006). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de



los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 52 (Chesser et al., 2011).

El endemismo se determinó a través de las categorías propuestas por Howell y Webb (1995). Las categorías de riesgo en la cual se ubica una especie de flora o fauna se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad.

En este capítulo, se determinaron los índices de valor de importancia, de diversidad Shannon-Wiener, de Simpson y de equitatividad de Pielou.

### **Índice de Valor de Importancia**

El índice de valor de importancia es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, su valor máximo es de 100%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio faunístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia.

Para el cálculo de los atributos de la fauna se utilizaron las siguientes fórmulas:

*Densidad (d)*. Se refiere al Número de individuos por unidad de Área.

$$d = \Sigma i$$

Donde:

d= Densidad

$\Sigma i$  =Sumatoria del total de los individuos de cada especie

*Densidad relativa (dr)*. Es el porcentaje del número de individuos por unidad de área.

Se obtiene a partir de la densidad por especie dividido entre el número total de las especies por unidad de área y multiplicado por 100.

$$Dr = \frac{N \times 100 (\%)}{T}$$

Donde :

N = Número de individuos de cada especie

T = Total de individuos

*Abundancia Relativa (A)*. De acuerdo con los supuestos de muestreo por distancias, solamente los individuos que se encuentren en el centro del transecto tienen un 100% de probabilidades de ser detectados.





La abundancia relativa para cada especie muestreada emplea la siguiente fórmula:

$$AR = \frac{n}{Dop * L}$$

Dónde:

- AR= Abundancia relativa
- n = Número de individuos observados en el transecto
- Dop = Distancia de observación promedio
- L= largo total del transecto

*Frecuencia relativa (Fr)*. Es el porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos.

$$Fr = \frac{F * 100}{\Sigma F}$$

Donde:

- F = Frecuencia absoluta
- ΣF =Sumatoria de las frecuencias de todas las especies

### **Índice de Diversidad y Equitatividad**

El estudio de la diversidad es un tema central en ecología de comunidades y de ecosistema (Magurran, 1988). El índice de Shannon o de Shannon-Wiener se aplica en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad; expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía de 0, como límite mínimo y no tiene límite superior, o en todo caso, lo da la base del logaritmo que se utilice. Las mayores limitaciones de este índice, es que no toma en cuenta la distribución espacial de las especies y no discrimina por abundancia.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

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

Dónde:

- S = número de especies (la riqueza de especies)
- Pi = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):
- Ni = número de individuos de la especie  $i$
- N = número de todos los individuos de todas las especies

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



### Índice de Dominancia de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad (D) puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

$\lambda$  = Dominancia de Simpson

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra

Valores de  $\lambda$  bajos indican mayor diversidad, en tanto que valores altos (cerca de 1) representan baja diversidad.

### Índice de Pielou

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). La fórmula del índice de Pielou es la siguiente:

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

Dónde:

$H'$  = Diversidad de especies en la muestra (en función de la abundancia relativa)

$H'_{\max}$  = logaritmo natural de la riqueza específica (S) como indicador de máxima equitatividad

## VI.3.1.1 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

A continuación, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de aves que se encontraron en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 30 Composición faunística del grupo de aves**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	-	No endémica
2	Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	-	No endémica
3	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	-	No endémica
4	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Verdín	-	No endémica
5	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	-	No endémica
6	Parulidae	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	-	No endémica
7	Fringilidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	-	No endémica
8	Turdidae	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	-	No endémica



No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
9	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared	-	No endémica
10	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibri oreja violeta	-	No endémica
11	Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tórtola	-	No endémica
12	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas Boreal	-	No endémica
13	Tyrannidae	<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas	-	No endémica
14	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	-	No endémica
15	Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	-	No endémica
16	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso	-	No endémica
17	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	-	No endémica
18	Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre	Pr	Endémica
19	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	Pr	Endémica
20	Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	-	No endémica
21	Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	-	No endémica
22	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	-	No endémica
23	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	-	No endémica
24	Thraupidae	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	-	No endémica
25	Thraupidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	-	No endémica
26	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Pr	Endémica
27	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas	-	No endémica
28	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla	-	No endémica
29	Parulidae	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza	-	No endémica
30	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Garganta	-	No endémica
31	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho	Pr	Endémica
32	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	-	No endémica
33	Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	-	No endémica
34	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas	-	No endémica
35	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	-	No endémica
36	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	-	No endémica
37	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	-	No endémica
38	Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	-	No endémica

(Pr): Sujeta a protección especial

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron en el grupo de las aves, 19 familias con 38 especies. En la siguiente Tabla se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 31 Índices de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima para aves**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi <sup>2</sup>	Equidad
1	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
2	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021



No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
3	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
4	<i>Auriparus flaviceps</i>	Verdin	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
5	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
6	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
7	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
8	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
9	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	3	5.88	5.000	0.167	0.0035	0.046
10	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
11	<i>Columba inca</i>	Tortola	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
12	<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas Boreal	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
13	<i>Empidonax hammondi</i>	Papamoscas Hammond	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
14	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
15	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
16	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
17	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
18	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre	1	1.96	0.000	0.077	0.0004	0.021
19	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
20	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
21	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
22	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
23	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
24	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
25	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
26	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
27	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
28	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
29	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
30	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Garganta Canela	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
31	<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Blanco	2	3.92	5.000	0.127	0.0015	0.035
32	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
33	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
34	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	4	7.84	5.000	0.200	0.0062	0.055
35	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
36	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
37	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	1	1.96	2.500	0.077	0.0004	0.021
38	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	2	3.92	2.500	0.127	0.0015	0.035
		<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>100.00</b>	<b>100.000</b>	<b>3.541</b>	<b>0.0327</b>	<b>0.973</b>
					<b>Diversidad Máxima</b>	<b>3.638</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Las **aves** encontradas en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 38 especies, con una distribución de 0.973 y una diversidad de Shannon de 3.541, la cual puede alcanzar una diversidad máxima de 3.638 cuando todas las especies estuvieran igualmente representadas.

En la Tabla siguiente, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de mamíferos que se encontraron en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 32 Composición faunística de mamíferos**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	No endémica
2	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	-	No endémica
3	Leporida	<i>Silvilagus cunicularis</i>	Conejo mexicano	-	No endémica
4	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	No endémica



De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron para el grupo de mamíferos, 4 familias con 4 especies. A continuación, se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 33 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para mamíferos**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi <sup>2</sup>	Equidad
1	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	20.00	20.00	0.322	0.040	0.2322
2	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	2	40.00	40.00	0.367	0.160	0.2644
3	<i>Silvilagus cunicularis</i>	Conejo mexicano	1	20.00	20.00	0.322	0.040	0.2322
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	20.00	20.00	0.322	0.040	0.2322
			5	100.00	100.00	1.332	0.2800	0.9610
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>1.386</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Los **mamíferos** encontrados en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 4 especies, con una distribución de 0.961 y una diversidad de Shannon de 1.332, la cual puede alcanzar una diversidad máxima de 1.386 cuando todas las especies estuvieran igualmente representadas.

En la Tabla siguiente, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de reptiles que se encontraron en los muestreos.

**Tabla VI. 34 Composición faunística de reptiles**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Plethodontidae	<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	-	No endémica
2	Scincidae	<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	Eslizón chato	-	No endémica
3	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	Pr	No Endémica

(Pr): Sujeta a protección especial

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron en el grupo de reptiles, 3 familias con 3 especies. A continuación, se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 35 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para reptiles**

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	1	25.00	33.33	0.347	0.063	0.315
2	<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	Eslizón chato	1	25.00	33.33	0.347	0.063	0.315
3	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	2	50.00	33.33	0.347	0.250	0.315
		<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>1.040</b>	<b>0.375</b>	<b>0.946</b>
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>1.099</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Los reptiles encontrados en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 3 especies, con una distribución de 0.946 y una diversidad de Shannon de 1.040, la cual puede alcanzar una diversidad máxima de 1.099 cuando todas las especies estuvieran igualmente representadas.

En la Tabla siguiente, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de anfibios que se encontraron en los muestreos.

**Tabla VI. 36 Composición faunística de anfibios**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Craugastoridae	<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	Rana ladrona pigmea	-	No endémica
2	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i> (Cope, 1866)	Rana	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron en el grupo de reptiles, 2 familias con 2 especies. A continuación, se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 37 Índices de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima para anfibios**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	Rana ladrona pigmea	1	50.00	50.00	0.347	0.250	0.500
2	<i>Hyla arenicolor</i> (Cope, 1866)	Rana	1	50.00	50.00	0.347	0.250	0.500
			<b>2</b>	<b>100.00</b>	<b>100</b>	<b>0.693</b>	<b>0.500</b>	<b>1.000</b>
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>0.693</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Los **anfibios** encontrados en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 2 especies, con una distribución de 1.00 y una diversidad de Shannon de 1, la cual es igual a la diversidad máxima, ya que todas las especies estuvieron igualmente representadas.

### VI.3.1.2 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA PRESENTE EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

A continuación, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de aves que se encontraron en los muestreos de campo.

**Tabla VI. 38 Composición faunística del grupo de aves**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	-	No endémica
2	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	-	No endémica
3	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	-	No endémica
4	Parulidae	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	-	No endémica
5	Fringilidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	-	No endémica
6	Turdidae	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	-	No endémica
7	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	-	No endémica
8	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibri oreja violeta	-	No endémica
9	Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tortola	-	No endémica
10	Tyrannidae	<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas	-	No endémica
11	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo	-	No endémica
12	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	-	No endémica
13	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	-	No endémica
14	Thraupidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	-	No endémica
15	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	-	No endémica
16	Parulidae	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza	-	No endémica
17	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	-	No endémica
18	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina	-	No endémica
19	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	-	No endémica
20	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron en el grupo de las aves, 12 familias con 20 especies. En la siguiente tabla se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 39 Índices de Diversidad Shannon -Wiener, Simpson y diversidad máxima para aves**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
2	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	2	5.405	7.692	0.158	0.003	0.053
3	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033



No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
4	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
5	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	5	13.514	7.692	0.270	0.018	0.090
6	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	4	10.811	7.692	0.240	0.012	0.080
7	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
8	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibri oreja violeta	3	8.108	7.692	0.204	0.007	0.068
9	<i>Columba inca</i>	Tortola	4	10.811	7.692	0.240	0.012	0.080
10	<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas Hammond	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
11	<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo Barranqueño	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
12	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
13	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	2	5.405	3.846	0.158	0.003	0.053
14	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
15	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
16	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
17	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
18	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina	2	5.405	3.846	0.158	0.003	0.053
19	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	1	2.703	3.846	0.098	0.001	0.033
20	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	3	8.108	7.692	0.204	0.007	0.068
		<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>2.803</b>	<b>0.072</b>	<b>0.936</b>
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>2.996</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Las **aves** encontradas en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 20 especies, con una distribución de 0.936 y una diversidad de Shannon de 2.803, la cual puede alcanzar una diversidad máxima de 2.996 cuando todas las especies estuvieran igualmente representadas.

En la Tabla siguiente, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de **mamíferos** que se encontraron en los muestreos de campo.



**Tabla VI. 40 Composición faunística de mamíferos**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	-	No endémica
2	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	-	No endémica
3	Leporida	<i>Silvilagus cunicularis</i>	Conejo mexicano	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron para el grupo de mamíferos, 3 familias con 3 especies. A continuación, se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 41 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para mamíferos**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	1	25.000	25.000	0.347	0.063	0.315
2	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	2	50.000	50.000	0.347	0.250	0.315
3	<i>Silvilagus cunicularis</i>	Conejo mexicano	1	25.000	25.000	0.347	0.063	0.315
		<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1.040</b>	<b>0.375</b>	<b>0.946</b>
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>1.099</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Los **mamíferos** encontrados en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 3 especies, con una distribución de 0.946 y una diversidad de Shannon de 1.040, la cual puede alcanzar una diversidad máxima de 1.099 cuando todas las especies estuvieran igualmente representadas.

En la Tabla VI.42, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de reptiles que se encontraron en los muestreos.

**Tabla VI. 42 Composición faunística de reptiles**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	Pr	No endémica
2	Scincidae	<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	Eslizón chato	-	No endémica

Pr: Sujeta a Protección especial



De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registraron en el grupo de reptiles, 2 familias con 2 especies. A continuación, se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 43 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para reptiles**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	1	50.000	50.000	0.347	0.250	0.500
2	<i>Plestiodon brevisrostris</i> (Günther, 1860)	Eslizón chato	1	50.000	50.000	0.347	0.250	0.500
		<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>0.693</b>	<b>0.500</b>	<b>1.000</b>
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>0.693</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	

Los reptiles encontrados en este tipo de vegetación de bosque de pino poseen una riqueza específica de 2 especies, con una distribución de 1.0 y una diversidad de Shannon de 0.693, la cual es igual a la diversidad máxima, siendo que todas las especies estuvieron igualmente representadas.

En la Tabla siguiente, se listan las especies de fauna silvestre del grupo de anfibios que se encontraron en los muestreos.

**Tabla VI. 44 Composición faunística de anfibios**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Craugastoridae	<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	Rana ladrona pigmea	-	No endémica

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos de campo realizados, se registró en el grupo de reptiles, 1 familia con 1 especie. A continuación, se indican los índices de diversidad obtenidos.

**Tabla VI. 45 Índices de Diversidad Shannon –Wiener, Simpson y diversidad máxima para anfibios**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice Shannon	pi2	Equidad
1	<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	Rana ladrona pigmea	1	100	100	0.0	1.0	-
		<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>-</b>
				<b>Diversidad máxima</b>		<b>0.0</b>	<b>Dominancia de Simpson</b>	



Los **anfibios** encontrados en este tipo de vegetación de Bosque de Pino poseen una riqueza específica de 1 especie, en donde índice de diversidad es 0, ya que es una sola especie, en donde no se puede determinar la homogeneidad por ser una sola especie.

A continuación, se señalan los Índices de Diversidad de Shannon, de Simpson y de Diversidad Máxima obtenidos para el Sistema Ambiental (microcuenca) y para el área sujeta a cambio de uso de suelo, correspondiente a los grupos de fauna (Tablas no. VI.46. y VI.47).

**Tabla VI. 46 Índices de diversidad estimados para el Sistema Ambiental**

Indicador	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Dominancia	0.280	0.032	0.375	0.500
Simpson D-1				0.500
Shannon H'	1.332	3.541	1.040	0.693
Diversidad	1.386	3.637	1.099	0.693
Equidad J	0.961	0.973	0.946	1.000

**Tabla VI. 47 Índices de diversidad estimados para el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Indicador	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Dominancia	0.375	0.072	0.500	1.00
Simpson D-	0.625	0.928	0.500	0
Shannon H'	1.040	2.803	0.693	0
Diversidad	1.099	2.996	0.693	0
Equidad J	0.946	0.936	1.000	--

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de diversidad de Shannon-Wiener, se tiene que en el sistema ambiental (microcuenca) es más alta la diversidad que en el área sujeta a cambio de suelo en los cuatro grupos (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), así también están mejor distribuidos y presentan una dominancia más baja en la microcuenca que en el área sujeta a cambio de uso de suelo. Dentro de las medidas de mitigación que se aplicarán para atenuar el efecto a la fauna, se considera la aplicación de un *Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna (ANEXO 4)*. El ahuyentamiento de la fauna se realizará previo al inicio de obras, y en caso de ser necesario, se reubicarán las especies respectivas, con especial énfasis en aquellas catalogadas con alguna categoría señalada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de fauna silvestre encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo y que presentan alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la norma ambiental NOM-059-SEMARNAT-2010, se reiteran a continuación.

**Tabla VI. 48 Especie con alguna categoría de riesgo, de conformidad con la norma ambiental NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	Pr

Pr: Sujeta a Protección Especial

En la Tabla no. VI.49, se presenta un **análisis comparativo** en cuanto a los individuos de fauna silvestre encontrados en los sitios de muestreo del SA y del área sujeta a cambio de uso de suelo.



**Tabla VI. 49 Análisis comparativo de la fauna silvestre encontrada en el SA y en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Nombre común	Nombre científico	Presencia o ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<b>Aves</b>			
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	X	X
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	X	
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	X	X
<i>Auriparus flaviceps</i>	Verdin	X	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	X	X
<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	X	X
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	X	X
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	X	X
<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	X	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor		X
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta	X	X
<i>Columba inca</i>	Tortola	X	X
<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas Boreal	X	
<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas Hammond	X	X
<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo		X
<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	X	
<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	X	
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	X	
<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	X	
<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre	X	
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul		X
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	X	
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	X	
<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	X	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	X	X
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	X	
<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	X	
<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja	X	X
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	X	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	X	
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro		X
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	X	
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	X	X
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Garganta Canela	X	
<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Blanco	X	
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	X	X
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	X	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	X	
<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina		X
<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	X	
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche		X
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	X	X
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pálido	X	
<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	X	
<b>Mamíferos</b>			
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo		X



Nombre común	Nombre científico	Presencia o ausencia de especies	
		Sistema Ambiental	CUSTF
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X	
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	X	X
<i>Silvilagus cunicularis</i>	Conejo mexicano	X	X
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	
<b>Reptiles</b>			
<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	X	
<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	Eslizón chato	X	X
<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	x	x
<b>Anfibios</b>			
<i>Craugastor pygmaeus</i> (Taylor, 1937)	Rana ladrona pigmea	X	X
<i>Hyla arenicolor</i> (Cope, 1866)	Rana	X	

Hay algunas especies de fauna del grupo de las aves y una de mamíferos, que se encontraron en el área sujeta a cambio de uso de suelo, sin embargo, no se observaron en el sistema ambiental, por lo que se aplicará un **Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna** (se adjunta al estudio), a fin de **rescatar toda la fauna** que se llegase a encontrar durante el cambio de uso de suelo y la ejecución del proyecto, poniendo énfasis en las especies que presenten un estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies rescatadas se reubicarán en un área cercana al Proyecto, cuyas coordenadas se indican a continuación:

**Tabla VI. 50 Coordenadas del lugar donde se reubicará la fauna rescatada**

Vértice	Coordenadas Datum WGS 84 UTM	
	X	Y
1	384267.6949	2116158.2002
2	384407.1612	2116226.1453
3	384473.3183	2116095.6191
4	384367.8245	2116036.6141
1	384267.6949	2116158.2002

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de diversidad de Shannon-Wiener, se tiene que en el sistema ambiental (microcuena) es más alta la diversidad que en el área sujeta a cambio de suelo en los cuatro grupos (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), así también están mejor distribuidos y presentan una dominancia más baja en el sistema ambiental (microcuena) que en el área sujeta a cambio de uso de suelo. Como medida de mitigación para atenuar el efecto a la fauna, se aplicará un *Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna*, donde se efectuará el ahuyentamiento de la fauna, previo al inicio de obras y en caso de ser necesario, se rescatarán y reubicarán todas las especies que requieran dicha reubicación, con especial énfasis en aquellas especies catalogadas con alguna categoría señalada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de lento desplazamiento.

Las especies de fauna silvestre encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo que presentan alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, se indican a continuación.



Tabla VI. 51 Especies en alguna categoría de riesgo, en relación con la norma ambiental NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828)	Lagartija espinosa menor	Pr	No Endémica.

Pr: Sujeta a protección especial

### VI.3.1.3 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA

- Se llevará a cabo una capacitación en materia ambiental al personal que labore en el proyecto, a fin de evitar que perturben las especies de fauna del lugar. Asimismo, se prohibirá la extracción y comercialización de la fauna del sitio, realizando pláticas de concientización al personal, advirtiéndole que la persona que ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la fauna silvestre.
- Establecimiento de un límite máximo de velocidad de los vehículos que llegaran a transitar en los caminos existentes, a fin de evitar cualquier accidente con la fauna, disminuyendo la afectación a la biodiversidad de la fauna.
- Para el caso de la ornitofauna, a fin de evitar la reubicación o manipulación de nidos con polluelos, se dejarán en pie los árboles que se encuentran en el área sujeta a cambio de uso de suelo hasta que los mismos alcancen su madurez y abandonen los nidos.
- Se implementará un *Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna*, el cual se anexa al estudio, poniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas de importancia ecológica, y para la toda la fauna en general que se encuentre al momento de realizar el cambio de uso de suelo y cuando se realice la construcción del proyecto, lo que permitirá conservar la biodiversidad de fauna presente en el sitio.
- Realización del proyecto en forma paulatina y comenzando de un punto hacia adelante, a fin de permitir el desplazamiento de la fauna, lo que disminuirá la afectación de la biodiversidad de la fauna presente.
- Se prohibirá el uso de fuego para la remoción de vegetación, así como la aplicación de agroquímicos y plaguicidas que pongan en riesgo a la fauna, lo que permitirá conservar los hábitats y disminuirá la lesión de la fauna silvestre.
- Se realizará una reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región en una zona aledaña al área sujeta a cambio de uso de suelo, la cual servirá para recuperar la cubierta forestal, donde la fauna silvestre podrá usarla como refugio, anidamiento y alimento.





Bajo este contexto, la biodiversidad (fauna) no se verá comprometida en la superficie donde se solicita el cambio de uso de suelo con motivo de la ejecución del proyecto, ya que la fauna se encuentra representada en el sistema ambiental (microcuenca); adicionalmente con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, se asegurará la permanencia de la fauna en el Sistema Ambiental.

## VI.4 CRITERIOS DE EXCEPCIÓN DE SUELO

Para obtener el grado de erosión presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), siguiendo los criterios descritos por Páez (1994). El riesgo de erosión hídrica potencial depende sólo de los factores físicos de clima, topografía y suelo, cuya ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

Dónde:

E = Pérdida de suelo (ton/ha/año)

R= Factor de la lluvia

K=Tipo de suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C=Factor de manejo de cultivo

P=Prácticas mecánicas

De acuerdo con la información vectorial de tipos de suelo del INEGI, escala 1:250,000, el suelo presente en el área sujeta a cambio de uso de suelo es el Andosol húmico.

### **Andosol.**

De las palabras japonesas *an* oscuro; y *do*: tierra. Literalmente, tierra negra. Suelos de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Se extiende territorialmente en las regiones de mil cumbres y la Neovolcánica Tarasca, en el estado de Michoacán, en las Sierras Neovolcánicas Nayaritas, Sierra de los Tuxtlas en Veracruz y en la región de Lagos y Volcanes de Anáhuac, en el centro del país. Son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad. El uso más favorable para su conservación es forestal. Son más susceptibles a la erosión eólica y su símbolo es (T).

Húmico viene del latín *humus*: tierra. Suelos con una capa superficial oscura. Suelos con una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas.

### **Estimación de la tasa de erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

La obtención de los valores de cada factor y su implicación con la erodabilidad del suelo se presenta a continuación:



**Erosividad de la lluvia (R)**

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Las gotas de lluvia primero mojan el suelo y después remueven las partículas. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y transportar las partículas de suelo.

Las gotas de lluvia al impacto con la superficie del suelo rompen los agregados y remueven las partículas de suelo, produciendo una ligera compactación. La capa compactada disminuye la capacidad de infiltración, originando el escurrimiento superficial. Wischmeier y Smith (1965) señalan que, el mejor estimador de la erosividad de la lluvia es mediante la fórmula  $EI_{30}$ , la cual se obtiene con la siguiente ecuación:

$$EI_{30} = (E) (I_{30})$$

Dónde:

$EI_{30}$  = Índice de erosividad para un evento (MJmm/ha hr)

E = Energía cinética de la lluvia (MJ/ha)

$I_{30}$  = Intensidad máxima en 30 minutos continuos de lluvia (mm/hr)

Con la suma de todos los  $EI_{30}$  de cada uno de los eventos del año, se obtiene el índice de erosividad anual (R).

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de:

$$Ec = \frac{mv^2}{2}$$

Dónde:

$m$  es la masa de lluvia y  $v$  la velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación, se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería:

$$R = \sum_{i=1}^n (EI_{30})$$

O sea, el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como  $Ec = 0.119 + 0.0873 \log_{10}$ , donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de  $Ec$  y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de  $EI_{30}$  en un año da el valor de R.

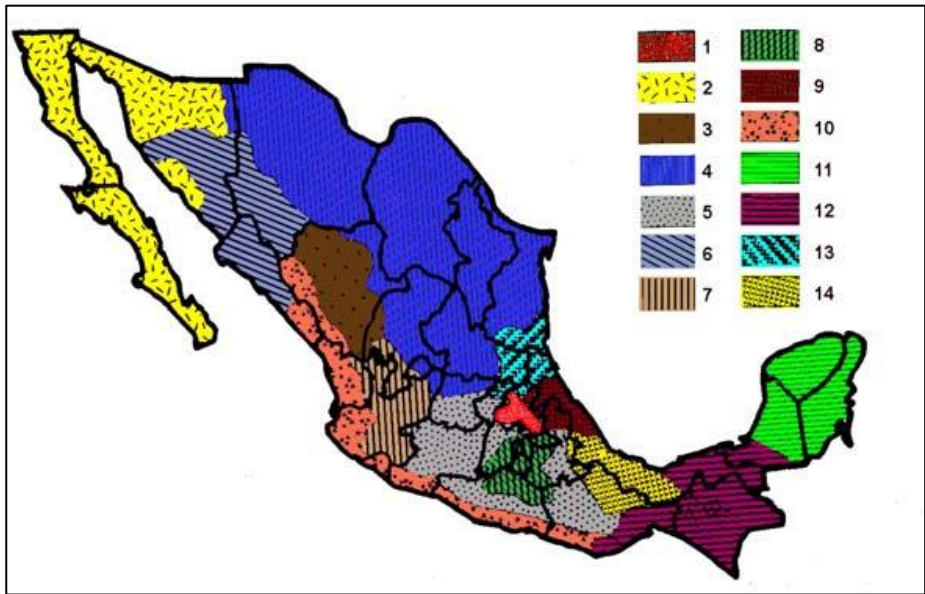
Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS (Tabla VI.52). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país mostradas en la Figura siguiente.

**Tabla VI. 52Tabla no. VI.53. Ecuaciones de erosividad de la lluvia (R) para las diferentes regiones de México**

Región	Ecuación	R2
1	$R = 1.2078x + 0.002276x^2$	0.92
2	$R = 3.4555x + 0.006470x^2$	0.93
3	$R = 3.6752x - 0.001720x^2$	0.94
4	$R = 2.8559x + 0.002983x^2$	0.92
5	$R = 3.4880x - 0.000188x^2$	0.94
6	$R = 6.6847x + 0.001680x^2$	0.90
7	$R = 0.03334x + 0.006661x^2$	0.98
8	$R = 1.9967x + 0.003270x^2$	0.98
9	$R = 7.0458x - 0.002096x^2$	0.97
10	$R = 6.8938x + 0.000442x^2$	0.95
11	$R = 3.7745x + 0.004540x^2$	0.98
12	$R = 2.4619x + 0.006067x^2$	0.96
13	$R = 10.7427x - 0.001008x^2$	0.97
14	$R = 1.5005x + 0.002640x^2$	0.95

Fuente: Cortés, 1991



**Figura VI. 5 Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad**

Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos\\_excell/](http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/)

Para calcular R se tomó la ecuación de erosividad de lluvia para la región 5, que corresponde a la zona donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, siendo la siguiente:



$R = 3.4880x - 0.000188x^2$  en donde "x" es la precipitación media anual, siendo de **2057.1 mm** en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Sustituyendo:

$$R = 3.4880(2,057.1) - 0.000188 (2,057.1)^2=6,379.63$$

Erodabilidad del suelo (K)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erodabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erodabilidad pueden agruparse en dos categorías (Wischmeier y Smith, 1965; Beasley, 1972): las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Figuroa *et al.* (1991), señalan que la erodabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo, 1986) y ésta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

En la Tabla siguiente, se muestran los valores del Factor de Erodabilidad (K), en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

**Tabla VI. 53 Valores del Factor de Erodabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial**

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plántico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c, d, e, k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v, x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h, k, l)	Chernozem (háptico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d, e)	Podzolvisol (dístrico, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026



Unidades y subunidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F (a, h, p, o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plántico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d, e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G (v, x)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G (p, x)	Gleysol plántico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c, g, h, l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol éutrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plántico	0.053	0.079	0.026
K (h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol albico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plántico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a, g)	Greyssem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d, e, h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d, e, x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a, c, f, l)	Arenosol (albico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	<b>0.026</b>	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013





Unidades y subunidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Rx	Regosol géllico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ótrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V (c, p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dítrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol étrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol géllico	0.053	0.079	0.026
X (k, h, l, g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h, k, l, g, t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

El factor K tomado para el área sujeta a cambio de uso de suelo se determinó por el tipo de suelo, el cual es un Andosol y tiene una textura media, dando un factor **K=0.020**.

### Longitud y grado de la pendiente (LS)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. La acumulación del volumen escurrido a lo largo de la pendiente incrementa la capacidad de desprendimiento y transporte del



escurrimiento (Wischmeier y Smith, 1978). Estos autores propusieron en el año de 1965, una ecuación para estimar “LS” (SAGARPA, 2005), de la cual se deriva la siguiente fórmula:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Donde:

- S = Pendiente media del terreno (%)
- H<sub>f</sub> = Altura más alta del terreno (m)
- H<sub>i</sub> = Altura más baja del terreno (m)
- L = Longitud del terreno (m).

La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud de este.

Se procedió a determinar la parte más alta y la elevación en la parte más baja del polígono sujeto a cambio de uso de suelo, así como su longitud, esto se realizó en tres partes del polígono, buscando que fueran representativos, posteriormente se procedió a determinar la pendiente media, la cual se indica en la tabla siguiente:

**Tabla VI. 54 Cálculo de la pendiente media de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	H <sub>f</sub> (Altura más alta del terreno (promedio))	H <sub>i</sub> (Altura más baja del terreno) (promedio)	L = Longitud del terreno (m) (promedio)	Fórmula para determinar la S = Pendiente media del terreno (%) S = (H <sub>f</sub> - H <sub>i</sub> /L) x 100	S (promedio)
1	2,172	2,164	42.58	(2172-2164/42.58) x100	18%
2	2,195	2,193	42.88	(2195-2193/42.88) x100	4.66%
3	2,151	2,144	43.16	(2151-2144/43.16) x100	16.99%
Camino	2,179	2,174	44.97	(2179-2174/44.97) x100	9.16%

El detalle de los cálculos se encuentra en el anexo de Excel “cálculo de la erosión”

Para calcular “LS” (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utilizó la siguiente fórmula (SAGARPA, 2005):

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

Donde:

- LS = Factor de grado y longitud de la pendiente**
- λ = Longitud de la pendiente
- S = Pendiente media del terreno
- m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente



**Tabla VI. 55 Valores que toma *m* en función del grado de pendiente**

Grado de pendiente (%)	Valor de <i>m</i>
< 1	0.2
1 - 3	0.3
3 - 5	0.4
> 5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978

Considerando los valores de longitud de la pendiente, la pendiente media del terreno en % y *m* (Coeficiente que depende del grado de la pendiente) y sustituyendo los valores en la fórmula de "LS", se obtienen los valores siguientes:

**Tabla VI. 56 Cálculo de la "LS" de cada polígono sujeto a cambio de uso de suelo**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Longitud (λ)	S (pendiente media del terreno)	<i>m</i> (Coeficiente que depende del grado de la pendiente)	Fórmula para determinar la LS = Factor de grado y longitud de la pendiente $LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$	LS
1	42.58	18%	0.5	$LS = (42.58)^{0.5} \cdot (0.0138 + 0.00965 (18.00) + 0.00138 (18.00)^2)$	4.14
2	42.88	4.66%	0.4	$LS = (42.88)^{0.4} \cdot (0.0138 + 0.00965 (4.66) + 0.00138 (4.66)^2)$	0.40
3	43.16	16.69%	0.5	$LS = (43.16)^{0.5} \cdot (0.0138 + 0.00965 (16.69) + 0.00138 (16.69)^2)$	3.79
Cami no	44.97	9.16%	0.5	$LS = (44.97)^{0.5} \cdot (0.0138 + 0.00965 (9.16) + 0.00138 (9.16)^2)$	1.46

Factor de manejo de cultivo (C)

En la EUPS este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir.

El factor de C que se puede utilizar para estimar la pérdida de suelo de acuerdo con SAGARPA se menciona en la tabla siguiente:



**Tabla VI. 57 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo**

Cultivo	Nivel de Productividad		
	Alto	Medio	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 sobre pastoreada	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		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Considerando el tipo de vegetación que se encuentra en todos los polígonos sujetos a cambio de uso de suelo, el valor de "C" se tomó como bosque natural de alta productividad, siendo **C=0.001**.

Factor por prácticas mecánicas (P)

Las prácticas mecánicas o manejo del terreno son un factor atenuante del proceso erosivo. Su principal objetivo es controlar los escurrimientos superficiales para disminuir la erosión hídrica en terrenos con pendiente. En la EUPS, el valor de P varía de 0 a 1, e indica el valor de la práctica de conservación al compararse con un terreno continuamente barbechado en el sentido de la pendiente (adimensional). Algunos valores de P para las condiciones de México fueron obtenidos por Trueba (1981) y adaptados por la SAGARPA (2005), se muestran en la Tabla.

**Tabla VI. 58 Valores de P que se pueden utilizarse para estimar pérdidas de suelo en la EUPS**

Práctica mecánica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75
Surcos rectos	0.8
Fajas en contorno	0.6
Terrazas (2-7% de pendiente)	0.5
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13 %)	0.8
Terrazas de banco	0.1



Práctica mecánica	Valor de P
Surcado lister	0.5
Ripper	0.6
Terrazas de Zing	0.1

Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos\\_excell/1estim-erosion.xls](http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/1estim-erosion.xls)

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo, sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica existe un doble efecto. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y como última instancia se realizarían las prácticas mecánicas (Morgan, 1986).

Los valores utilizados para realizar el cálculo de la pérdida de suelo en el proyecto mediante la EUPS se presentan en la siguiente Tabla.

**Tabla VI. 59 Valores utilizados para el cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales**

Tipo de vegetación	Polígono	Superficie (ha)	Pendiente	Longitud de la pendiente	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de pino	1	0.0800	18	42.58	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	4.14	0.001
Bosque de pino	2	0.0800	4.66	42.88	Andosol húmico	Media	0.4	6379.633	0.020	0.40	0.001
Bosque de pino	3	0.0800	16.69	43.16	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	3.79	0.001
Bosque de pino	Camino	0.2557	9.16	44.97	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	1.46	0.001

### **Escenario 1. Cálculo de Pérdida de suelo actual**

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal (bosque de pino) y en cuanto a las prácticas mecánicas, no se realizan ninguna de ellas en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que, sustituyendo los valores en la EUPS, se tiene lo siguiente:





**Tabla VI. 60 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono en condiciones actuales.**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	R	K	LS	C	Fórmula para determinar la Pérdida de suelo $E = R \times K \times LS \times C$	Pérdida de suelo en condiciones actuales (ton/ha/año)
1	6,379.633	0.020	4.14	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 4.14 \times$	0.528
2	6,379.633	0.020	0.40	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 0.40 \times$	0.051
3	6,379.633	0.020	3.79	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 3.79 \times$	0.483
Camino	6,379.633	0.020	1.46	0.001	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 1.46 \times$	0.186

**Tabla VI. 61 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en condiciones actuales.**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo por polígono (ton/año)
1	800.00	0.0800	0.528	0.042
2	800.00	0.0800	0.051	0.004
3	800.00	0.0800	0.483	0.039
Camino	2557.00	0.2557	0.186	0.048
<b>Total</b>	<b>4,957.00</b>	<b>0.4957</b>		<b>0.133</b>

Derivado del resultado anterior, se tiene una pérdida en el área sujeta a cambio de uso de suelo de **0.133 ton/año** en una superficie total de **0.4957 ha**. Resumiendo, la erosión actual que se tiene sin proyecto es la siguiente:

<i>Erosión actual con vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo</i>	<b>0.133 ton/año</b>
---	----------------------

La memoria de cálculo de la erosión actual en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se anexa a este estudio en el archivo electrónico Excel denominado "Cálculo de la Erosión".

**Escenario 2. Cálculo de Pérdida de suelo removiendo la vegetación existente**

**Estimación de la erosión potencial:**

En la estimación de la erosión potencial, el factor C ya no se toma en cuenta, debido a que no hay cobertura que retenga suelo.

$$E = R \times K \times LS$$

Los valores utilizados para el cálculo de la erosión potencial son los siguientes:

**Tabla VI. 62 Valores utilizados para el cálculo de la erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo con la remoción de la vegetación**

Tipo de vegetación	Polígono	Superficie (ha)	Pendiente	Longitud de la pendiente	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de	1	0.0800	18	42.58	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	4.1	---
Bosque de	2	0.0800	4.66	42.88	Andosol húmico	Media	0.4	6379.633	0.020	0.4	
Bosque de	3	0.0800	16.69	43.16	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	3.7	
Bosque de	Camino	0.25578	9.16	44.97	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	1.4	

**Tabla VI. 63 Cálculo de la pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales por polígono removiendo la vegetación**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	R	K	LS	C	Fórmula para determinar la Pérdida de suelo $E = R \times K \times LS \times C$	Pérdida de suelo removiendo la vegetación (ton/ha/año)
1	6,379.633	0.020	4.14	-	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 4.14$	528.234
2	6,379.633	0.020	0.40	-	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 0.40$	50.964
3	6,379.633	0.020	3.79	-	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 3.79$	482.961
Camino	6,379.633	0.020	1.46	-	$E = 6379.633 \times 0.020 \times 1.46$	186.285

**Tabla VI. 64 Pérdida de suelo por erosión en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales removiendo la vegetación**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo por polígono (ton/año)
1	800.00	0.0800	528.234	42.259
2	800.00	0.0800	50.964	4.077



Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo por polígono (ton/año)
3	800.00	0.0800	482.961	38.637
Camino	2,557.00	0.2557	186.285	47.633
<b>Total</b>	<b>4,957.00</b>	<b>0.4957</b>		<b>132.606</b>

La erosión potencial que se obtendría al no existir cobertura del suelo (suelo desnudo) y no tener prácticas de conservación de suelo, resulta de **132.606 ton /año** en la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo (**0.4957 ha**), por lo que la:

<i>Erosión Potencial (removiendo la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo) es de:</i>	<b>132.606 ton/año</b>
---	------------------------

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en sus distintos escenarios:

**Tabla VI. 65 Resultados de la aplicación de la EUPS en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

<b>Escenario 1. <u>Cálculo de Pérdida de Suelo Actual</u></b>	
<i>Erosión actual con vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo</i>	<b>0.133 ton/año</b>
<b>Escenario 2. <u>Cálculo de Pérdida de Suelo removiendo la vegetación existente</u></b>	
<i>Erosión Potencial (removiendo la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo)</i>	<b>132.606 ton/año</b>

De acuerdo con la EUPS, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se pierden actualmente **0.133** toneladas de suelo por año; mientras que realizando la remoción de la vegetación existente y dejando el suelo expuesto, en esa misma superficie se estarían perdiendo **132.606** toneladas de suelo por año.

En este sentido, la ejecución del proyecto plantea el establecimiento de obras de conservación y restauración de suelos para mitigar el efecto causado por la remoción de la vegetación, a fin de evitar la pérdida de **132.473 toneladas de suelo por año** en el área sujeta a cambio de uso de suelo, ya que **0.133 toneladas de suelo al año** se están perdiendo actualmente con la vegetación existente.

**Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo con las obras de conservación y restauración de suelos**



En el área sujeta a cambio de uso de suelo, se pierden actualmente **0.133** toneladas de suelo por año; mientras que realizando la remoción de la vegetación existente y dejando el suelo expuesto, en esa misma superficie se estarían perdiendo **132.606** toneladas de suelo por año. Para poder recuperar las **132.473** ton/año que se pierden al realizar el cambio de uso de suelo, primeramente, se obtendrá el cálculo de la pérdida de suelo que se tiene actualmente en el área propuesta donde se realizarán las obras de conservación de suelos, el cual se encuentra cercano al área sujeta a cambio de suelo y que actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad baja, con una pendiente promedio del 8.87. %.

Los valores utilizados para el cálculo de la erosión actual en el terreno donde se realizarán las obras de conservación y restauración de suelos son los siguientes.

**Tabla VI. 66 Valores utilizados para el cálculo de la erosión en el área propuesta para la realización de las obras de conservación de suelos y agua.**

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Longitud de la pendiente (metros)	Tipo de suelo	Textura	Coefficiente de la pendiente	R	K	LS	C
Bosque de pino	3.27	8.87	232.9	Andosol húmico	Media	0.5	6379.633	0.020	3.18	0.1

Calculando la pérdida de suelo con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) que tiene actualmente el terreno donde se realizarán las obras de conservación propuestas, se obtuvo lo siguiente:

$$E = R \times K \times LS \times C$$

$$E = 6,379.633 \times 0.020 \times 3.18 \times 0.1 = 40.52 \text{ ton/ha/año.}$$

En el área donde se establecerán las obras de conservación de suelos y agua tiene una pérdida de suelo actual de **40.52** ton/ha/año.

La memoria de cálculo de la erosión actual en el área propuesta para establecer las obras de conservación de suelos y agua se encuentra en archivo electrónico Excel denominado "Cálculo de la Erosión", anexo a este estudio.

**A continuación, se señala la estimación de la cantidad de obras de conservación y restauración de suelos requeridas para llevar a cabo la recuperación del suelo que se pierde en el área sujeta a cambio de uso de suelo con motivo de la remoción de la vegetación y la ejecución del proyecto:**

Para poder recuperar las **132.473 ton/año** que se pierden al realizar el cambio de uso de suelo, se propone la realización de *zanjas trinchera*, por lo que primeramente se determinó la capacidad de retención de suelo que tendrán dichas zanjas trinchera.



En este sentido, las **zanjas trinchera** o tinajas ciegas son excavaciones rectangulares de 2 metros de longitud por 0.4 metros de base y 0.4 metros de profundidad.

*Cálculo área y volumen de captación de zanjas trinchera:*

**Área:**

$$A = b \times p$$

$$A = 2 \text{ m (base)} \times 0.40 \text{ m (profundidad)} = 0.8 \text{ m}^2$$

$$A = 0.8 \text{ m}^2$$

**Volumen:**

$$V = \text{Área de la base (A)} \times \text{Altura (H)}$$

$$V = 0.8 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ m}$$

$$V = 0.32 \text{ m}^3$$

Posterior al cálculo del volumen en  $0.32 \text{ m}^3$  de la zanja trinchera, se procedió a estimar la cantidad de suelo retenida en toneladas, utilizando el peso volumétrico del suelo con la siguiente expresión:

$$SR = V \times P_v$$

Dónde:

SR = suelo retenido

V = volumen del cuerpo prismático ( $\text{m}^3$ )

De acuerdo con el Manual de Conservación de Suelos de la CONAFOR, para este tipo de sedimentos, la densidad aparente:

$P_v$  = Peso volumétrico del suelo ( $1.2 \text{ ton}/\text{m}^3$ )

Al sustituir los valores se tiene que la cantidad de suelo retenido por las obras de conservación de suelos será de:

$$0.32 \text{ m}^3 \times 1.2 \text{ ton}/\text{m}^3 = 0.384 \text{ ton}$$

### **Determinación de las obras de conservación y restauración de suelos**

Para poder recuperar las **132.473** toneladas de suelo que se perderían al año por la ejecución del cambio de suelo, considerando la capacidad de retención de cada zanja trinchera de **0.384 toneladas**, se necesita un total de **345 zanjas trinchera**.

Para estimar el espaciamiento entre las zanjas trinchera, hay que determinar primero el escurrimiento superficial que tienen los terrenos donde se realizarán las obras de captación de agua.





Estimación de la lluvia máxima en 24 horas

La lluvia promedio máxima en 24 horas en el área sujeta a cambio de uso de suelo, para un periodo de retorno de 50 años resultó de **224.2 mm** en el mes de agosto, de conformidad con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00015368, denominada el fresno, situada en el municipio de Valle de Bravo, para el periodo 1951-2010.

Estimación del coeficiente de escurrimiento

*Coefficiente de escurrimiento.* Número adimensional (tanto por uno) que representa la proporción de agua que escurre, respecto del total de la lluvia, para su cálculo se multiplica la lámina de lluvia por el coeficiente de escurrimiento.

La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó considerando factores de textura de suelo, pendiente y tipo de vegetación, mediante la siguiente tabla.

**Tabla VI. 67 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno**

Tipo de Vegetación y relieve del terreno	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Fina
<b>Bosque</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.25	<b>0.35</b>	0.50
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.30	0.50	0.50
<b>Pastizales</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos cultivados</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1991, 3ra. Edición

Estimación del escurrimiento superficial

Para el cálculo del escurrimiento se toma en cuenta la lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de cinco años (mm) y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo con las condiciones del terreno, por lo que el cálculo consiste en multiplicar la lluvia máxima en 24 horas por el coeficiente de escurrimiento.

Las obras de captación de agua se realizarán en terrenos que actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad baja, pendiente promedio del **8.87%**, textura media, por lo que el coeficiente de escurrimiento seleccionado para este caso es de **0.35**.

**Cálculo**

$$Ecurrimiento\ superficial = 224.2\ mm \times 0.35 = 78.47\ mm$$



El escurrimiento superficial que se tiene en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de **78.47 mm**.

*Cálculo de separación entre zanjas trinchera:*

El escurrimiento es de 78.47 mm para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.

De acuerdo con el manual de obras de restauración y conservación de suelos forestales de la Comisión Nacional Forestal, se calcula el espaciamiento de la siguiente manera:

1. Se estima que el escurrimiento es de 78.47 milímetros para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.
2. Se multiplica el escurrimiento por 0.5,  $(78.47 \times 0.5) = 39.235$  milímetros
3. Se calcula el área de escurrimiento  $0.32$  metros cúbicos /  $0.039235$  metros lineales =  $8.15$  metros cuadrados.
4. Se divide entre dos  $8.15/2 = 4.075$  metros
5. De nuevo se divide entre dos, ya que las zanjas no son continuas  $4.075 / 2 = 2.075$
6. La separación entre líneas es de  $2.075$  metros

Tomando el distanciamiento indicado entre líneas consecutivas sería de  $2.075$  metros a una distancia entre zanjas de  $2$  metros se podrían construir  $1,025$  zanjas trinchera por ha, sin embargo, para recuperar las **132.473 toneladas de suelo al año** que se perderían en el área sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación, solo se requieren **345 zanjas trinchera**, las cuales se ubicarán en una superficie propuesta de **3.27 hectáreas**.

Dado que en el terreno donde se establecerían las obras de conservación y restauración de suelo, y considerando que actualmente ese terreno pierde  $40.57$  ton/ha al año, se establecerán **345 zanjas trinchera** para recuperar las **132.473 ton/ha** al año que se perderían en el área sujeta a cambio de uso de suelo con motivo de la ejecución del proyecto.

En conclusión, en **condiciones actuales** donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se tiene una pérdida de **0.133 ton/año**, mientras que cuando se **remueve la vegetación y se ejecuta el proyecto**, se tendría una pérdida de **132.606 ton/año**, lo cual indica que se estaría perdiendo **132.473 ton/año** de suelo en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. **En este sentido, ejecutando el proyecto y efectuando la medida de mitigación (realización de 345 zanjas trinchera), se recuperan 132.48 ton/año de suelo, la cual es mayor al que actualmente se estaría perdiendo por el cambio de uso de suelo.**

Las coordenadas de la superficie propuesta para establecer las 345 zanjas trinchera se señalan a continuación.



**Tabla VI. 68 Coordenadas del Terreno donde se efectuarán las zanjas trinchera para la retención de suelo**

Coordenadas UTM Zona 14 Datum WGS 84		
Vértice	X	Y
1	384630.6989	2115894.4623
2	384829.8022	2115890.67037
3	384802.2111	2115711.8394
4	384625.0778	2115726.8062
1	384630.6989	2115894.4623

**Medidas y acciones de prevención y mitigación para la protección de los suelos.**

- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, cumpliendo la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005; además los vehículos y maquinaria que se llegará a utilizar estará en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo mantendrá las condiciones fisicoquímicas del suelo.
- Los vehículos que se utilizarán con motivo de la ejecución del proyecto circularán en los caminos de acceso existentes, a fin de no abrir nuevos caminos y no provocar erosión en el área.
- Se realizará el establecimiento de obras de conservación y restauración de suelos, mediante el establecimiento de 345 zanjas trinchera, con una capacidad de retención de cada una de ellas de 0.384 ton, las cuales en total recuperarán 132.48 toneladas de suelo al año, cuya retención de suelo es mayor a la que se perdería por la implementación del proyecto (132.473 ton/año).
- Se permitirá la regeneración natural de especies del estrato herbáceo en el terreno donde se realizará la reforestación propuesta.
- Los vehículos que se utilizarán con motivo de la ejecución del proyecto circularán en los caminos de acceso existentes, a fin de no abrir nuevos caminos y no provocar erosión en el área.
- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, acatando la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005, además los vehículos y maquinaria que se llegara a utilizar estarán en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo mantendrá las condiciones fisicoquímicas del suelo.

**En virtud de lo anterior, con la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, no se comprometerá la pérdida de suelo que se tiene actualmente.**



## VI.5 CRITERIO DE EXCEPCIÓN DE AGUA

### VI.5.1 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo no se encuentran arroyos, ríos o cuerpos de agua perenne o intermitente.

El río más cercano al proyecto es el Ixtapan, se encuentra en el municipio de Valle de Bravo, México. Se localiza en la región hidrológica 18 Balsas, cuenca del río Cutzamala y subcuenca Alto Ixtapan.

### VI.5.2 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

El proyecto se encuentra en el Acuífero 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo. Su territorio se encuentra sujeto a las siguientes disposiciones:

- Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron en las vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970 publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 10 de julio de 1978;
- Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona del Bajo Balsas, estableciéndose veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona. Publicado en el DOF el 27 de junio de 1975;
- Decreto por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México, publicado en el DOF el 23 de septiembre de 1965.

### VI.5.3 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL ESCURRIMIENTO DE AGUA EN EL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

La metodología utilizada y aplicada para calcular el agua que se escurre en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se basa aplicando lo señalado en la **Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015**, "Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", la cual señala que los recursos hídricos accesibles para su aprovechamiento por el hombre tienen su origen en la precipitación pluvial, que al ocurrir sobre "tierra firme", se divide en dos fracciones:

- La primera fracción escurre superficialmente por las redes de drenaje natural como arroyos y ríos, hasta desembocar al mar o a cuerpos interiores de agua.
- La fracción complementaria se infiltra y circula a través de acuíferos, que a su vez descargan a cuerpos y cursos superficiales, a través de manantiales o subterráneamente al mar.



Donde el agua no es desviada de manera artificial, desde las fuentes hasta sus salidas al mar, a la parte baja de una cuenca interna o a la frontera interior de un acuífero, se desarrolla un sistema natural o "virgen".

En vista de lo anterior, es de suma importancia tomar conciencia de que sólo una fracción de los escurrimientos naturales, superficiales o subterráneos debe ser aprovechada por el hombre. Además de los requerimientos del ambiente, existen limitaciones de índole técnica que reducen aún más la proporción de los escurrimientos naturales aprovechables.

La porción accesible de los escurrimientos naturales de una cuenca, cuya infraestructura de regulación ha sido plenamente desarrollada, en la mayoría de los casos no supera el 70%, a la que hay que deducir los requerimientos del ambiente para determinar la cantidad de agua que puede destinarse a los diversos usos humanos.

Las áreas forestales desempeñan un papel importante en la regulación de los flujos hídricos y en la reducción de la sedimentación. Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja de la cuenca, además de su dinámica temporal, ya que:

- Regulan el ciclo hidrológico del agua, es decir, el mantenimiento del caudal de las cuencas hidrológicas durante la temporada de secas y controlan las inundaciones.
- Conservan la calidad del agua, reduciendo al mínimo de la carga de sedimentos, la carga de nutrientes (por ejemplo, de fósforo y nitrógeno), la carga de sustancias químicas y de salinidad.
- Controlan la erosión del suelo y la sedimentación.
- Reducen la salinidad del suelo y la regulación de los niveles freáticos.
- Mantienen los hábitats acuáticos al reducir la temperatura del agua, mediante la sombra sobre ríos o corrientes, el aseguramiento de restos adecuados de madera y hábitat para las especies acuáticas, entre otros ejemplos.

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores, tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse para áreas específicas y con información muy específica sobre la mayor parte de las variables mencionadas.

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en zonas arboladas. Dentro de los trabajos en esta área se encuentra el de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento, a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994).

La captura de agua proveniente de las áreas arboladas de nuestro país se estima en 48,028.840 millones de metros cúbicos al año, casi las tres cuartas partes de este volumen se supone que se capturan en áreas tropicales y sólo la cuarta parte en áreas templadas.



**Tabla VI. 69 Estimación de volumen de agua que se captura en regiones forestales**

Entidad	Total / Entidad (Millones de m <sup>3</sup> de			Volumen / ha (Miles de m <sup>3</sup> de agua)		
	Bosques	Selvas	Total	Bosques	Selvas	Media
Aguascalientes	20.698	0	20.698	0.316	0	0.316
Baja California	0	10.156	10.156	0	0.269	0.05
Baja California	0	108.655	108.655	0	0.23	0.215
Campeche	0	4186.3	4186.3	0	1.274	1.274
Coahuila	25.386	1.078	26.464	0.058	0.407	0.06
Colima	9.222	219.271	228.492	0.301	1.034	0.942
Chiapas	2790.777	4983.099	7773.876	2.498	2.29	2.361
Chihuahua	866.53	283.563	1150.093	0.122	0.561	0.151
Distrito Federal	4.387	1.959	6.347	0.087	0.923	0.12
Durango	275.448	393.37	668.818	0.055	0.795	0.122
Guanajuato	19.52	14.188	33.708	0.049	0.782	0.082
Guerrero	1207.789	2398.615	3606.404	0.621	1.493	1.015
Hidalgo	54.863	189.05	243.913	0.238	1.093	0.604
Jalisco	494.236	1213.415	1707.651	0.255	1.115	0.564
México	135.364	107.252	242.615	0.243	1.222	0.376
Michoacán	249.317	1149.211	1398.528	0.162	1.082	0.537
Morelos	5.029	70.5	75.529	0.191	1.135	0.854
Nayarit	380.176	667.359	1047.535	0.485	1.369	0.824
Nuevo León	18.197	0	18.197	0.052	0	0.052
Oaxaca	3479.701	4148.713	7628.413	1.281	1.736	1.494
Puebla	324.096	480.349	804.445	0.703	1.562	1.047
Querétaro	6.654	50.638	57.292	0.037	0.753	0.232
Quintana Roo	0	5330.461	5330.461	0	1.446	1.446
San Luis Potosí	184.473	473.306	657.779	0.406	1.289	0.8
Sinaloa	155.463	2063.442	2218.905	0.209	1.054	0.821
Sonora	606.963	968.949	1575.912	0.293	0.571	0.418
Tabasco	0	880.964	880.964	0	3.185	3.185
Tamaulipas	94.001	1072.582	1166.583	0.179	1.012	0.736
Tlaxcala	5.883	0	5.883	0.114	0	0.114
Veracruz	737.277	2285.778	3023.055	1.54	1.686	1.648
Yucatán	0	2042.995	2042.995	0	1.464	1.464
Zacatecas	11.429	70.745	82.174	0.011	0.681	0.075
Total, Nacional	12162.877	35865.962	48028.84			

Fuente: Estimación con datos del Inventario Nacional Forestal, 1994

#### **VI.5.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL VOLUMEN MEDIO ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL**

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina aplicando alguno de los siguientes métodos

1. Método Directo (Registros hidrométricos)
2. Métodos Indirectos (Precipitación-escurrimiento)

En este caso para el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se aplicará el método indirecto denominado: precipitación-escurrimiento.



#### VI.5.4.1 PRECIPITACIÓN-ESCURRIMIENTO.

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural de la cuenca} = \frac{\text{Precipitación anual de la cuenca}}{\text{Área de la cuenca}} * \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

#### Coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento se determina en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual de la cuenca en estudio. Se clasifican los suelos de la cuenca en estudio en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la Tabla VI.69 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K.

**Tabla VI. 70 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo**

Tipo de suelo	Características		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.		
Uso del suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo	0.14	0.20	0.28
Más del 75% - Poco -	0.20	0.24	0.30
Del 50 al 75% - Regular -	0.24	0.28	0.30
Menos del 50% - Excesivo -	0,07	0.16	0.24
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,12	0.22	0.26
Cubierto del 50 al 75%	0.17	0.26	0.28
Cubierto del 25 al 50%	0.22	0.28	0.30
Cubierto menos del 25%	0.26	0.29	0.32
Zonas urbanas	0.27	0.30	0.33
Caminos	0.18	0.24	0.30
Pradera permanente			



Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual ( $C_e$ ), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

**Tabla VI. 71 Formulas**

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coficiente de escurrimiento anual ( $C_e$ )
Si K resulta menor o igual que 0.15	$C_e = K (P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0.15	$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$

Donde:

P= Precipitación anual, en mm.

Rango de validez. - Las fórmulas se considerarán válidas para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm.

$C_e$ = coeficiente de escurrimiento anual

La **evapotranspiración** está incluida en el coeficiente de escurrimiento.

De acuerdo con la metodología antes mencionada, se presentan los cálculos de escurrimiento de agua antes de la remoción de la vegetación (condiciones actuales) y durante y después del cambio de uso de suelo (removiendo la vegetación) del área sujeta a cambio de uso de suelo:



**Escenario 1. Esguerrimiento de agua en condiciones actuales para el área sujeta a cambio de uso de suelo:**

Para determinar el esguerrimiento de agua en condiciones actuales en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se aplicaron las siguientes fórmulas y consideraciones.

P= Precipitación anual 2,057.1 mm.

$$\text{Volumen anual de esguerrimiento natural del área sujeta a cambio de uso de suelo} = \text{Precipitación anual del área sujeta a cambio de uso de suelo} * \text{Superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo} * \text{Coeficiente de esguerrimiento}$$

**Tabla VI. 72 Cantidad de agua que se esguerra en el área sujeta a cambio de uso de suelo en condiciones actuales**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Tipo de suelo	Características de los suelos	Uso de suelo	Valor de K	Fórmula para calcular el Ce	Ce	Volumen medio anual de esguerrimiento natural (m <sup>3</sup> /ha)	volumen medio anual de esguerrimiento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
1	Bosque de pino	800.00	0.0800	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad	Cubierto del 50 al 75%	0.26	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5	0.308	6,341.141	507.291
2	Bosque de pino	800.00	0.0800	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad	Cubierto del 50 al 75%	0.26	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5	0.308	6341.141	507.291



3	Bosque de pino	800.00	0.0800	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Cubierto del 50 al 75%	0.26	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.308	6341.141	507.291
Camino	Bosque de pino	2757.00	0.2757	Andosol húmico	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Cubierto del 50 al 75%	0.26	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.308	6341.141	2186.425
<b>Total</b>		<b>4957.00</b>	<b>0.4957</b>							<b>6341.141</b>	<b>3,143.304</b>

De acuerdo con los resultados, la cantidad de agua que se escurre el área sujeta a cambio de uso de suelo en condiciones actuales es de **3,143.304 m³ anuales** y de **6,341.141 m³/ha**.





**Escenario 2. Ecurrimiento de agua cuando la vegetación es removida en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Para cuando es removida la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, la cantidad de agua que se escurriría sería la siguiente:

**Tabla VI. 73 Agua que se escurriría con la remoción de vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Tipo de suelo	Textura	Características de los suelos	Uso de suelo	Valor de K	Fórmula para calcular el Ce	Ce	volumen medio anual de escurrimiento natural (m <sup>3</sup> /ha)	volumen medio anual de escurrimiento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
1	Bosque de pino	800.00	0.800	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	558.973
2	Bosque de pino	800.00	0.800	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	558.973
3	Bosque de pino	800.00	0.800	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	0.340	6987.160	558.973

Polígono del área sujeta a cambio de uso de suelo	Tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Tipo de suelo	Textura	Características de los suelos	Uso de suelo	Valor de K	Fórmula para calcular el Ce	Ce	volumen medio anual de escurrimiento natural (m <sup>3</sup> /ha)	volumen medio anual de escurrimiento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo (m <sup>3</sup> )
Camino	Bosque de pino	2557.00	0.2557	Andosol	Media	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad.	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.28	$Ce = \frac{K(P-250)}{2000 + (K-0.15)} / 1.5$	0.340	6987.160	2409.173
<b>Total</b>		<b>4,957.00</b>	<b>0.4957</b>								<b>6,987.160</b>	<b>3,463.535</b>

De acuerdo con los resultados, la cantidad de agua que se escurriría en el área sujeta a cambio de uso de suelo removiendo la vegetación es de **6,987.16 m<sup>3</sup> anuales** y de **3,463.535 m<sup>3</sup>/ha**.

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se escurre en la superficie para la cual se solicita el cambio de uso de suelo y el escurrimiento una vez que se haya ejecutado el cambio de uso de suelo, notamos que aumenta el escurrimiento en **320.231 m<sup>3</sup>**, es decir, **3,143.304 m<sup>3</sup>** del agua que se escurre sin proyecto y **3,463.535 m<sup>3</sup>** de agua que se escurriría con la ejecución del proyecto.



### Escenario 3. Escurrimiento de agua con la realización de las obras de captación de agua

El área propuesta donde se realizarán las obras de conservación de agua, el cual se encuentra aledaño al área sujeta a cambio de suelo, actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad baja, con una pendiente promedio del **8.87%**.

En virtud de los escenarios 1 y 2 antes analizados, para recuperar los **320.231 m<sup>3</sup>** de agua que se dejan de infiltrar por la realización del cambio de uso de suelo, se proponen realizar **zanjas trincheras**, por lo que se procede a calcular el volumen de captación de agua que tendrían.

Las **zanjas trincheras** o tinas ciegas son excavaciones rectangulares de 2 metros de longitud 0.4 metros de base y 0.4 metros de profundidad.

#### Cálculo área y volumen de captación de agua de zanjas trincheras:

*Área:*

$$A = b \times p$$

$$A = 2 \text{ m (base)} \times 0.40 \text{ m (profundidad)} = 0.8 \text{ m}^2$$

$$A = 0.8 \text{ m}^2$$

*Volumen:*

$$V = \text{Área de la base (A)} \times \text{Altura (H)}$$

$$V = 0.8 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ m}$$

$$V = 0.32 \text{ m}^3$$

La cantidad de agua que se captará por cada zanja trincheras será de **0.32 m<sup>3</sup>**, para poder recuperar los **320.231 m<sup>3</sup>** de agua que se dejarían de infiltrar por el cambio de uso de suelo, se proponen realizar **1,001 zanjas trincheras** en un terreno aledaño al área sujeta a cambio de uso de suelo. Al multiplicar las **1,001 zanjas trincheras** por su capacidad de captación (**0.32 m<sup>3</sup>**), dan como resultado una capacidad de captación de agua anual de **320.32 m<sup>3</sup>**, con lo cual se recuperarán **320.231 m<sup>3</sup>**, lo que equivale a recuperar la totalidad de agua que se dejaría de infiltrar por la ejecución del proyecto.

### **VI.5.5 DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA**

Para estimar el espaciamiento entre las zanjas trincheras, hay que determinar primero el escurrimiento superficial que tienen los terrenos donde se realizarán las obras de captación de agua.

#### Estimación de la lluvia máxima en 24 horas

La lluvia promedio máxima en 24 horas en el área sujeta a cambio de uso de suelo, para un periodo de retorno de 50 años resultó de **224.2 mm** en el mes de agosto, de conformidad con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00015368, denominada el Fresno, situada en el municipio de Valle de Bravo, para el periodo 1951-2010.



### Estimación del coeficiente de escurrimiento

*Coefficiente de escurrimiento.* Número adimensional (tanto por uno) que representa la proporción de agua que escurre, respecto del total de la lluvia, para su cálculo se multiplica la lámina de lluvia por el coeficiente de escurrimiento.

La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó considerando factores de textura de suelo, pendiente y tipo de vegetación, mediante la siguiente tabla:

**Tabla VI. 74 Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno**

Tipo de Vegetación y relieve del terreno	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Fina
<b>Bosque</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.25	<b>0.35</b>	0.50
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.30	0.50	0.50
<b>Pastizales</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos cultivados</b>			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1991, 3ra. Edición

### Estimación del escurrimiento superficial

Para el cálculo del escurrimiento se toma en cuenta la lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de cinco años (mm) y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo con las condiciones del terreno, por lo que el cálculo consiste en multiplicar la lluvia máxima en 24 horas por el coeficiente de escurrimiento.

Las obras de captación de agua se realizarán en terrenos que actualmente sustenta vegetación de bosque de pino con una productividad baja, pendiente promedio del **8.87%**, textura media, por lo que el coeficiente de escurrimiento seleccionado para este caso es de **0.35**.

### *Cálculo*

$$\text{Escurrimiento superficial} = 224.2 \text{ mm} \times 0.35 = 78.47 \text{ mm}$$

El escurrimiento superficial que se tiene en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de **78.47 mm**.

### *Cálculo de separación entre zanjas trinchera:*

El escurrimiento es de 78.47 mm para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.



De acuerdo con el manual de obras de restauración y conservación de suelos forestales de la Comisión Nacional Forestal, se calcula el espaciamiento de la siguiente manera:

1. Se estima que el escurrimiento es de 78.47 milímetros para una lluvia máxima de 24 horas en un periodo de retorno de cinco años.
2. Se multiplica el escurrimiento por 0.5,  $(78.47 \times 0.5) = 39.235$  milímetros
3. Se calcula el área de escurrimiento  $0.32 \text{ metros cúbicos} / 0.039235 \text{ metros lineales} = 8.15$  metros cuadrados.
4. Se divide entre dos  $8.15 \times / 2 = 4.075$  metros
5. De nuevo se divide entre dos, ya que las zanjas no son continuas  $4.075 / 2 = 2.0375$ .
6. La separación entre líneas es de 2.04 metros

Tomando el distanciamiento indicado entre líneas consecutivas sería de 2.04 metros a una distancia entre zanjas de 2 metros se podrían construir 1,025 zanjas trinchera por ha, sin embargo, para recuperar el agua que se deja de captar por el proyecto se necesitan **1,001 zanjas trinchera**, las cuales estarían separadas entre sí cada 2 metros y entre líneas cada 2.04 m, por lo que se necesitaría una superficie de 0.9763 ha, sin embargo, como se dispone de una superficie de 3.27 ha, las 1,001 zanjas serán distribuidas en esta superficie.

En conclusión, en **condiciones actuales** donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo **se tiene un escurrimiento de agua de 3,143.304 m<sup>3</sup>**, mientras que cuando se **remueve la vegetación y se ejecuta el proyecto**, se tendría un escurrimiento de **3,463.535 m<sup>3</sup> de agua**, lo cual indica que se estaría dejando de infiltrar **320.231 m<sup>3</sup>** de agua de manera anual en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. **En este sentido, ejecutando el proyecto y efectuando la medida de mitigación (realización de 1,001 zanjas trinchera), se recupera una infiltración de agua de 320.32 m<sup>3</sup>, la cual es mayor a la que actualmente se estaría dejando de infiltrar por el cambio de uso de suelo.**

Las coordenadas de la superficie propuesta para establecer las 1001 zanjas trinchera se señalan a continuación.

**Tabla VI. 75. Coordenadas donde se efectuarán las zanjas trinchera para captación de agua**

Coordenadas UTM Zona 14 Datum WGS 84		
Vértice	X	Y
1	384630.6989	2115894.4623
2	384829.8022	2115890.67037
3	384802.2111	2115711.8394
4	384625.0778	2115726.8062
1	384630.6989	2115894.4623

**Medidas y acciones de prevención y mitigación para mantener la infiltración de agua**

- Se realizarán 1,001 zanjas trinchera, con las cuales se recuperarán los 320.231 m<sup>3</sup> de agua que se dejarían de infiltrar por la realización del cambio de uso de suelo.





- Se realizará una reforestación (1 ha) en un terreno aledaño al área sujeta a cambio de uso de suelo, lo que permitirá la regeneración de la cobertura vegetal, lo que permitirá disminuir el escurrimiento del agua y propiciará su infiltración al suelo.
- Al término de la jornada laboral, se llevará a cabo la recolección de cualquier residuo que pudiera afectar el área sujeta a cambio de uso de suelo, mismos que serán depositados en los sitios autorizados para tal fin, lo que mantendrá la calidad del agua.
- Se instalará un sanitario portátil por cada 20 trabajadores durante el tiempo que dure la ejecución del proyecto, con un mantenimiento cada tercer día, a fin de evitar la contaminación del agua, así también se prohibirá el aseo personal o el lavado de trastes en el área del proyecto, lo que mantendrá calidad del agua.
- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, cumpliendo la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005; además los vehículos y maquinaria que se llegara a utilizar estarán en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo que mantendrá calidad del agua.
- El lavado de equipos utilizados para el proyecto se realizará fuera del mismo, lo que mantendrá calidad del agua.
- Se permitirá el crecimiento natural de especies herbáceas en el polígono donde se establecerá la reforestación con especies nativas de la región, lo que propiciará la infiltración del agua.

**En virtud de lo anterior, con la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, no se comprometerá la infiltración de agua que se tiene actualmente.**

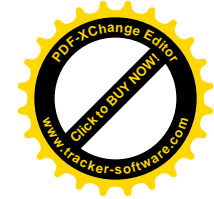
## **VI.6 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Cabe señalar, que los usos alternativos propuestos en el área sujetan a cambio de uso de suelo son más productivos a largo plazo en comparación con los que actualmente sustenta.

En este sentido, se realizó el comparativo económico, en cuanto a los beneficios que actualmente se obtienen de los recursos biológicos del Sistema Ambiental en relación con los que se generarán en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

### ***Beneficios económicos de los recursos biológicos forestales***

**Los beneficios económicos de los recursos biológicos forestales presentes en el área sujetan a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, son de \$307,684.07 (Trescientos siete mil seiscientos ochenta y cuatro pesos 07/100 M.N). La memoria de cálculo se encuentra en el capítulo II de este estudio.**



**Tabla VI. 76 Estimación económica de los recursos biológicos forestales**

Recursos Biológicos Forestales	Monto
Recursos forestales maderables	\$236,419.32
Recursos forestales no maderables tierra de monte	\$ 61,704.75
Recursos forestales no maderables fauna silvestre	\$9,560.00
<b>Total</b>	<b>\$307,684.07</b>

Para demostrar que el proyecto es más productivo a largo plazo, se consideró un periodo de 30 años, tanto para los recursos biológicos como para el proyecto en sí, cuyos análisis se presentan a continuación (se anexa en archivo Excel denominado “Corridas financieras” donde se especifican los cálculos realizados).

**Tabla VI. 77 Valoración económica de los recursos biológicos forestales a intervenir por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en un periodo de 30 años**

Servicios ambientales	Monto unitario (Pesos)	Valor de los servicios ambientales durante 30 años (pesos)
Recursos forestales maderables*	\$236,419.32	\$236,419.32
Recursos forestales no maderables (tierra de monte) *	\$ 61,704.75	\$61,704.75
Recursos forestales no maderables (fauna silvestre)	\$9,560.00	\$286,800.00
<b>Total</b>	<b>\$307,684.07</b>	<b>\$584,924.07</b>

\* Para el caso de los recursos maderables y no maderables (tierra de monte), se consideró por una sola vez los beneficios económicos, ya que la recuperación de estos se estima en más de 30 años para el caso de la madera, mientras que para tierra de monte sería de más de 100 años.

La estimación económica para los recursos biológicos forestales presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo para el periodo de 30 años, será de \$584,924.07 (Quinientos ochenta y cuatro mil novecientos veinticuatro pesos 07/100 M.N.).

***Beneficios económicos por la realización del proyecto***

El principal beneficio económico que tendrá el proyecto, serán los **ingresos que se tendrán por la renta de las casas**, cuyo monto anual será de **\$36,000,000.00** (Treinta y seis millones de pesos 00/100 M.N.).

Por otra parte, los recursos económicos que se aplicarán con motivo de la construcción y ejecución del Proyecto se señalan a continuación:



La inversión para aplicar con motivo de la ejecución del Proyecto será de **\$220,000,000.00** (Doscientos veinte millones de pesos 00/100). En la Tabla no. VI.77, se desglosa dicho monto en sus diferentes conceptos:

**Tabla VI. 78 Inversión para utilizar para ejecutar el proyecto**

Descripción	Proyecto
Permisos y autorizaciones	2,200,000
Preparación de terrenos y construcción (mano de obra)	44,000,000
Maquinaria y equipo (operación y mano de obra)	26,400,000
Acarreo de materiales (transporte y mano de obra)	28,600,000
Compra de materiales	118,800,000
<b>TOTAL</b>	<b>\$220,000,000.00</b>

***Evaluación financiera de los recursos biológicos forestales***

En el horizonte a 30 años, se consideró que la venta de los recursos forestales maderables y no maderables sería únicamente para el primer año, mientras que los demás beneficios se consideraron anuales y permanentes.

Una vez conocida la valoración económica de los beneficios obtenidos en las estimaciones anteriores, se procedió a realizar la corrida financiera, cuya memoria de cálculo se presenta en el archivo electrónico de Excel denominado “Corridas financieras” anexo a este estudio, obteniéndose los siguientes indicadores financieros:

**Tabla VI. 79 Indicadores financieros de la productividad actual en los terrenos sujetos al cambio de uso de suelo, considerando una tasa de descuento del 7.51%**

Indicador	Resultado
Tasa Interna de Retorno (TIR)	9.86%
Valor Presente Neto (VPN)	\$10,230.65
Relación Beneficio/Costo (R B/C)	1.16

***Evaluación financiera por la ejecución del proyecto (renta de las casas)***

En el horizonte a 30 años, se consideraron los beneficios económicos que se tendrían por la puesta en marcha del proyecto (renta de casas), los cuales son sostenidos, al igual que las actividades de mantenimiento. La principal inversión se realiza en el primer año.

Una vez conocida la valoración económica de los costos e ingresos establecidos en los supuestos anteriores, se realizó la corrida financiera, cuya memoria de cálculo se presenta en el archivo electrónico de Excel denominado “Corridas financieras” anexo a este estudio, donde se obtuvieron los siguientes indicadores financieros:



**Tabla VI. 80 Indicadores financieros de la productividad del Proyecto (uso propuesto), considerando una tasa de descuento del 7.51%**

Indicador	Resultado
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13.13%
Valor Presente Neto (VPN)	\$76,649,465.61
Relación Beneficio/Costo (R B/C)	1.90

Derivado de anterior, se realiza el siguiente comparativo de los indicadores financieros obtenidos, considerando la rentabilidad que ofrecen los recursos biológicos y los servicios ambientales actuales, y la rentabilidad que se tendría con motivo de la ejecución del Proyecto propuesto.

**Tabla VI. 81 Comparativo de los Indicadores financieros de la productividad de los recursos biológicos y del Proyecto (uso propuesto) en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Indicadores Financieros	Rentabilidad con los Recursos Biológicos Forestales	Rentabilidad con la ejecución del proyecto propuesto
Tasa Interna de Retorno (TIR)	9.86%	13.13%
Valor Presente Neto (VPN)	\$10,230.65	\$76,649,465.61
Relación Beneficio/Costo (R B/C)	1.16	1.90

Como se puede observar, al comparar los indicadores financieros de la TIR, VPN y R B/C, en todos ellos, resulta mayor la rentabilidad financiera cuando se ejecuta el proyecto propuesto con relación a la rentabilidad de los recursos biológicos y servicios ambientales actuales. Por ejemplo, al traer a valor presente la utilidad generada que se podría obtener, el proyecto tendría una utilidad de **\$76.64 millones de pesos**, mientras que la utilidad de los recursos biológicos y servicios ambientales actuales sería de **\$0.010 millones de pesos**.

*Con los resultados obtenidos, queda evidenciado que el nuevo uso propuesto para los terrenos para los cuales se solicita el CUSTF es más productivo que el que se tiene actualmente, dándose cumplimiento al cuarto criterio de excepción señalado en el artículo 117 de la LGDFS.*

Asimismo, con la ejecución del proyecto se constituye en una oportunidad para contribuir a mejorar la calidad de vida de la población en la zona, así como a facilitar su desarrollo económico. *Por lo que, en el aspecto económico, la operación del Proyecto es más productivo a largo plazo que el que actualmente sustenta el suelo, además de contribuir a mejorar las condiciones de vida de las localidades cercanas al proyecto que actualmente tienen, dado los empleos que se generarán con motivo del desarrollo del proyecto.*

## VI.6 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Para determinar el impacto social que tendrá la población con motivo de la ejecución del proyecto, se utilizará el indicador de Índice de Desarrollo Humano (IDH).



Según Amartya Sen, el generador del IDH se enfoca en una idea básica de desarrollo concreto, el cual es el aumento de la riqueza de la vida humana, en lugar de la riqueza de la economía en la que los seres humanos viven, que es sólo una parte de la vida misma.

El IDH tiene como objetivo medir el conjunto de capacidades y libertades que tienen los individuos para elegir entre formas de vida alternativas. Para ello, se toman en cuenta tres dimensiones básicas para el desarrollo: 1) la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable; 2) la capacidad de adquirir conocimientos; y 3) la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno.

El Informe mundial sobre Desarrollo Humano 2010, introdujo ajustes en la metodología para calcular el IDH. Los cambios refinan las dimensiones de educación e ingreso, modifican los referentes internacionales de todas sus variables y el método de agregación. Ahora, el IDH se calcula empleando la media geométrica de los índices de los tres componentes. Por ello, un mal desempeño en cualquiera de los componentes se refleja directamente en el valor del índice y ya no existe sustentabilidad perfecta entre ellos. El método determina qué tan equilibrado es el desempeño de un país, estado o municipio en las dimensiones básicas del desarrollo (PNUD, 2010).

En el Informe sobre Desarrollo Humano 2015<sup>2</sup>, considerando el IDH, México se encuentra en el lugar 74 de 188 países analizados.

A nivel estatal, según el IDH para las entidades federativas, México 2010<sup>3</sup>, El Estado de México se encuentra en el lugar 19 de 33 estados que conforman el país, con un IDH de 0.8195.

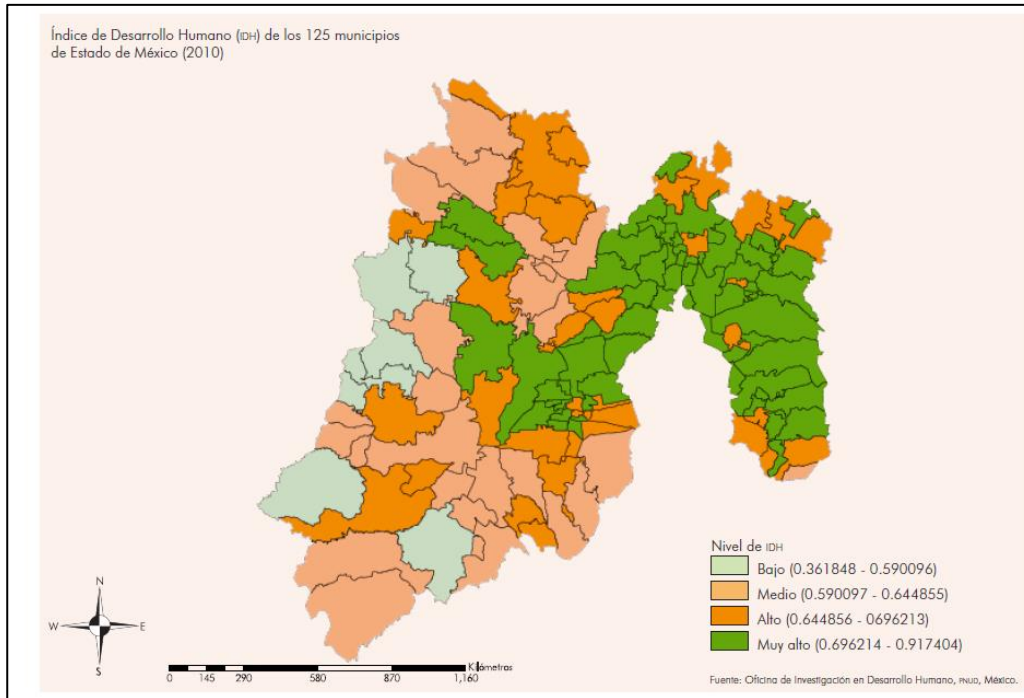
El nivel de desarrollo humano del Estado de México se calcula mediante los logros de la entidad en salud (0.826), educación (0.696) e ingreso (0.710), alcanzados en relación con los parámetros observados a nivel internacional.

En el Estado de México tiene los cuatro niveles de IDH. En la siguiente figura, se presenta un panorama general de cómo se presenta el IDH en los municipios del Estado de México, donde el municipio de Valle de Bravo presenta un IDH de nivel Alto.

---

<sup>2</sup> PNUD. 2015. Panorama general. Informe sobre Desarrollo Humano 2015. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. En <http://www.mx.undp.org/>

<sup>3</sup> PNUD. 2015. Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas México, 2015. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. En <http://www.mx.undp.org/>



**Figura VI. 6 Índice de Desarrollo Humano municipal en el Estado de México**

La calidad de vida de las personas tiene una evolución constante y dinámica, además que está ligada al desarrollo económico de las regiones. El Gobierno Federal, como responsable detonador de las condiciones favorables para el desarrollo humano de sus gobernados, tiene la necesidad de propiciar las condiciones de inversión y seguridad, para contribuir a mantener las condiciones de vida de la población actual y la venidera.

Con la ejecución del proyecto, en el corto plazo se generarán **90** empleos directos y 180 indirectos para la preparación del sitio y para su construcción, en el mediano y largo plazo, con lo cual se contribuirá al bienestar social y el nivel de vida digno de las personas de la zona.

Con los empleos permanentes y temporales que se generarán durante la preparación del sitio, la construcción, operación del proyecto y mantenimiento, se aumentarán los ingresos económicos de las familias de la zona, cubriéndose salarios superiores al mínimo establecido en la zona.

Cabe señalar, que el proyecto proporcionará vivienda a personas que requieran tranquilidad debido al lugar donde se construirán.

Además, con la realización de la reforestación propuesta y las obras de conservación de suelo y agua, y el rescate de flora y fauna, como medidas de mitigación por la ejecución del proyecto, propiciará la generación de otros **25** empleos directos y 50 indirectos. Dichas obras permitirán y asegurarán beneficio a la población del lugar, ya que permitirá la captación e infiltración del agua de lluvia, captura de Carbono, generación de oxígeno y hábitat para la fauna.

Se estima que generarán en total **115** empleos directos y 230 indirectos durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, y la realización de las medidas de mitigación





propuestas. La contratación de personal se cubrirá con habitantes de las localidades cercanas al municipio donde se implementará el proyecto.

En virtud de lo anterior, con la ejecución del proyecto, se constituye una oportunidad para contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, ya que se generará empleo directo e indirecto, contribuyendo a su desarrollo social y económico. *Por lo que se considera, que, tanto en la dimensión social como en la económica, al ejecutarse el proyecto, se está contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las localidades cercanas al proyecto, así como en su área de influencia, a las que actualmente se tienen.*



## VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

### VII.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

#### VII.1.1 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA

- Se prohibirá la extracción de especies de flora silvestre.
- Se llevará a cabo capacitación ambiental al personal de campo involucrado en el área sujeta a cambio de uso de suelo, asimismo, se realizarán pláticas de concientización al personal que labore en el proyecto, así como se efectuará la supervisión de estos, indicándoles que quien ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la flora.
- Se evitará en todo momento, el uso de fuego o defoliantes para realizar las actividades de remoción de vegetación, lo que permitirá conservar los hábitats para la flora silvestre.
- El derribo del arbolado se llevará a cabo usando de la técnica de derribo direccional mediante el uso de motosierra y hacha, a fin de que el arbolado caiga dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo y no perturbe la vegetación existente y el renuevo de las zonas aledañas, lo que permitirá conservar los hábitats existentes de flora.
- Realización de una reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región con una densidad de 1,100 individuos en una zona aledaña al proyecto (ver Programa de Reforestación anexo), superficie mayor a la solicitada para cambio de uso de suelo.
- Rescate de ejemplares de flora de encino que se encuentren en el área sujeta a cambio de uso de suelo, mediante la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Vegetación Forestal (**ANEXO 4**).

El rescate y reubicación de los ejemplares de flora, se realizará de manera previa de la preparación del sitio. Adicionalmente, se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento de especies flora de interés económico y ambiental, así como aquellas que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de esta manera se promoverá la continuidad de la biodiversidad en el ecosistema.

- También como medida de mitigación, se permitirá la regeneración natural del estrato herbáceo en el área donde se realizará la reforestación propuesta.



### VII.1.2 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA

- Se llevará a cabo una capacitación en materia ambiental al personal que labore en el proyecto, a fin de evitar que perturben las especies de fauna del lugar. Asimismo, se prohibirá la extracción y comercialización de la fauna del sitio, realizando pláticas de concientización al personal, advirtiéndole que la persona que ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la fauna silvestre.
- Establecimiento de un límite máximo de velocidad de los vehículos que llegaran a transitar en los caminos existentes, a fin de evitar cualquier accidente con la fauna, disminuyendo la afectación a la biodiversidad de la fauna.
- Para el caso de la ornitofauna, a fin de evitar la reubicación o manipulación de nidos con polluelos, se dejarán en pie los árboles que se encuentran en el área sujeta a cambio de uso de suelo hasta que los mismos alcancen su madurez y abandonen los nidos.
- Se implementará un *Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna*, el cual se anexa al estudio, poniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas de importancia ecológica, y para la toda la fauna en general que se encuentre al momento de realizar el cambio de uso de suelo y cuando se realice la construcción del proyecto, lo que permitirá conservar la biodiversidad de fauna presente en el sitio.
- Realización del proyecto en forma paulatina y comenzando de un punto hacia adelante, a fin de permitir el desplazamiento de la fauna, lo que disminuirá la afectación de la biodiversidad de la fauna presente.
- Se prohibirá el uso de fuego para la remoción de vegetación, así como la aplicación de agroquímicos y plaguicidas que pongan en riesgo a la fauna, lo que permitirá conservar los hábitats y disminuirá la lesión de la fauna silvestre.
- Se realizará una reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región en una zona aledaña al área sujeta a cambio de uso de suelo, la cual servirá para recuperar la cubierta forestal, donde la fauna silvestre podrá usarla como refugio, anidamiento y alimento.

### VII.1.3 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SUELOS

- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, cumpliendo la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005; además los vehículos y maquinaria que se llegará a utilizar estará en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo mantendrá las condiciones fisicoquímicas del suelo.



- Los vehículos que se utilizarán con motivo de la ejecución del proyecto circularán en los caminos de acceso existentes, a fin de no abrir nuevos caminos y no provocar erosión en el área.
- Se realizará el establecimiento de obras de conservación y restauración de suelos, mediante el establecimiento de 345 zanjas trinchera, con una capacidad de retención de cada una de ellas de 0.384 ton, las cuales en total recuperarán 132.48 toneladas de suelo al año, cuya retención de suelo es mayor a la que se perdería por la implementación del proyecto (132.473 ton/año).
- Se permitirá la regeneración natural de especies del estrato herbáceo en el terreno donde se realizará la reforestación propuesta.
- Los vehículos que se utilizarán con motivo de la ejecución del proyecto circularán en los caminos de acceso existentes, a fin de no abrirán nuevos caminos y no provocar erosión en el área.
- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, acatando la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005, además los vehículos y maquinaria que se llegara a utilizar estarán en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo mantendrá las condiciones fisicoquímicas del suelo.

#### **VII.1.4 MEDIDAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA MANTENER LA INFILTRACIÓN DE AGUA**

- Se realizarán 1,001 zanjas trinchera, con las cuales se recuperarán los 320.231 m<sup>3</sup> de agua que se dejarían de infiltrar por la realización del cambio de uso de suelo.
- Se realizará una reforestación (1 ha) en un terreno aledaño al área sujeta a cambio de uso de suelo, lo que permitirá la regeneración de la cobertura vegetal, lo que permitirá disminuir el escurrimiento del agua y propiciará su infiltración al suelo.
- Al término de la jornada laboral, se llevará a cabo la recolección de cualquier residuo que pudiera afectar el área sujeta a cambio de uso de suelo, mismos que serán depositados en los sitios autorizados para tal fin, lo que mantendrá la calidad del agua.
- Se instalará un sanitario portátil por cada 20 trabajadores durante el tiempo que dure la ejecución del proyecto, con un mantenimiento cada tercer día, a fin de evitar la contaminación del agua, así también se prohibirá el aseo personal o el lavado de trastes en el área del proyecto, lo que mantendrá calidad del agua.
- No se manejarán aceites, grasas o combustibles en el área donde se solicita el cambio de uso de suelo. Éstos se dispondrán en un almacén fuera del área del proyecto, cumpliendo la norma de disposición de residuos peligrosos de la NOM-052-SEMARNAT-2005;



además los vehículos y maquinaria que se llegara a utilizar estarán en buenas condiciones y en constante mantenimiento, a fin de evitar cualquier derrame en el suelo, lo que mantendrá calidad del agua.

- El lavado de equipos utilizados para el proyecto se realizará fuera del mismo, lo que mantendrá calidad del agua.
- Se permitirá el crecimiento natural de especies herbáceas en el polígono donde se establecerá la reforestación con especies nativas de la región, lo que propiciará la infiltración del agua.

## VII.2 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: “*El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*”.

Los impactos residuales se identifican con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales es el siguiente:

1. **Reducción espacial del hábitat.** La reducción espacial del hábitat resultará de las actividades de la remoción de vegetación para la construcción del proyecto, sin embargo, se aplicarán medidas de prevención y mitigación, que revertirán o disminuirán su afectación, que consiste en medidas que se aplican antes y durante de las actividades de la remoción de vegetación para la preparación del sitio, entre las que destacan la realización de una reforestación de 1.0 ha con especies nativas de la región en una zona cercana al proyecto y la aplicación de un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, a fin de disminuir este impacto. Así mismo, se realizarán actividades de ahuyentamiento y reubicación de fauna, que permitirá el desplazamiento de fauna local cuando se lleven a cabo las actividades de cambio de uso de suelo. Las medidas también mitigarán las afectaciones que pudieran realizarse a las especies con alguna categoría en la NOM-O59-SEMARNAT-2010 que se encuentren en el sitio, ya que se les aplicará los programas de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, así como el de ahuyentamiento y reubicación de fauna.
2. **El desmonte de 0.4957 ha** será un impacto residual del Proyecto. Este impacto se verá compensado por las medidas de mitigación en materia forestal propuestas a lo largo del presente documento.

## VII.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS

El instrumento de la garantía será gestionado por la empresa constructora a la que se le adjudique el Proyecto para efectuar el proceso constructivo, a fin de que dé cumplimiento a los términos y condicionantes de la autorización del Documento Técnico Unificado en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.



El costo total de las medidas de mitigación a implementar con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales es el siguiente.

**Tabla VII. 1 Costo total de la implementación de las medidas de mitigación con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales**

Concepto	Costo total \$
Reforestación	\$ 214,350.00
Revegetación del estrato herbáceo	\$ 59,897.00
Obras de conservación de suelos y agua	\$ 119,779.84
<b>Total</b>	<b>\$394,026.84</b>

Cabe señalar, que el monto total de las medidas de mitigación propuestas con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de **\$394,026.84 (Trescientos noventa y cuatro mil veintiséis pesos 84/100 M.N.)**, este monto considera la realización de dichas obras, así como su mantenimiento por un periodo de 5 años.

#### **VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO**

El Artículo 7, Fracción XXXIII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) señala que “la restauración forestal es el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

La restauración de las áreas a intervenir por la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales implica la intervención del hombre para la recuperación de estas por la remoción de la vegetación. Considerando que se cambiará la condición de los recursos forestales, la restauración debe considerar las actividades necesarias para llevar el ecosistema degradado a las condiciones que presenta antes de la alteración, donde se incluye su composición, estructura, funcionalidad y servicios ecosistémicos que presta.

Por lo que, los costos estimados para la restauración incluyen los distintos costos involucrados desde la preparación del terreno (corto plazo), hasta el mantenimiento de las actividades propuestas a 10 años (largo plazo), tiempo considerado como el mínimo donde la vegetación establecida puede brindar los mismos servicios ambientales que actualmente ofrece y las obras de conservación de suelos necesarias para minimizar los procesos erosivos.

Las actividades que se realizarán son las siguientes:

- Restablecimiento del suelo.
- Actividades de reforestación con especies nativas del ecosistema de bosque de pino.
- Revegetación del estrato herbáceo en el sitio.
- Obras de conservación de suelos y agua.





### VII.4.1 RESTABLECIMIENTO DEL SUELO

Para estimar la cantidad y valor por la adquisición de suelo, que se perdió con motivo del despalme por la ejecución del proyecto, se tomaron como indicadores: la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo (0.4957 ha) y la profundidad del suelo fértil que se despalmó, estimándose en 10 cm (0.10 m), así como el precio por tonelada de suelo, considerada en \$746.85 (obtenido con el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2016).

**Tabla VII. 2 Estimación económica del restablecimiento del suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo**

Superficie (ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Profundidad del suelo fértil (m)	Toneladas de tierra de monte posible de obtener (m <sup>3</sup> )	Costo Unitario (\$/ton)	Costo total (\$)
0.4957	4,957	0.1	495.7 m <sup>3</sup> =	\$746.85	\$61,704.75
			82.62 toneladas		

Posteriormente, se considera el transporte de dicho suelo, así como la mano de obra empleada para su carga y descarga en camiones y su dispersión en el sitio.

**Tabla VII. 3 Estimación económica por el flete del suelo para su restablecimiento en el sitio**

Total de suelo a restablecer (ton)	Toneladas por camión	No. de camiones requeridos	Costo de flete (pesos)	Total (pesos)
82.62	8	11	\$2,000.00	\$22,000.00

**Tabla VII. 4 Estimación económica de la carga, descarga y dispersión del suelo para su establecimiento en el sitio**

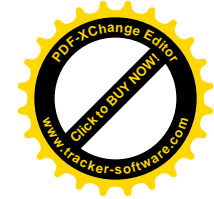
Etapas	No. de camiones	No. de jornales para carga y descarga de suelo, así como para su dispersión en el sitio	Costo unitario (pesos)	Costo total (pesos)
Carga y descarga de camiones	11	22	\$250.00	\$5,500.00
Dispersión de suelo en el sitio	-	30	\$250.00	\$7,500.00
<b>Total</b>				<b>\$13,000.00</b>

Resumen del costo por el restablecimiento del suelo.

**Tabla VII. 5 Resumen del costo por el restablecimiento del suelo**

Concepto	Costo (pesos)
Adquisición de suelo	\$61,704.75
Flete	\$22,000.00
Carga y descarga de suelo de los camiones	\$5,500.00
Dispersión de suelo en el sitio	\$7,500.00
<b>Total</b>	<b>\$96,704.75</b>

El costo total por el restablecimiento del suelo en el sitio sería de **\$96,704.75** (Noventa y seis mil setecientos cuatro pesos 75/100 M.N.)



#### VII.4.2. ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN

Para llevar el sitio a condiciones similares que actualmente presenta, se propone la realización de una reforestación con especies nativas en una superficie de 1.0 hectárea, que es un área mayor a las 0.4957 ha que se solicitan para el cambio de uso de suelo. El detalle de sus costos para el establecimiento y mantenimiento mínimo de 10 años para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%, se señalan a continuación:

En la Tabla VII.5 se muestran los costos de establecimiento por hectárea y totales para llevar a cabo la reforestación en 1.0 ha con especies nativas de la región.

**Tabla VII. 6 Costos de establecimiento por ha y por la superficie total a reforestar**

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Precio unitario promedio	Costo total/ha	Costo/superficie a reforestar (1.0 ha)
Limpieza del terreno	Jornales	2	\$250.00	\$500.00	\$500.00
Adquisición de planta	Plantas	1,100	\$30.00	\$33,000.00	\$33,000.00
Traslado de planta	Flete	1	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00
Trazo de plantación	Jornales	2	\$250.00	\$500.00	\$500.00
Apertura de cepa y establecimiento de la planta	Jornales	3	\$250.00	\$750.00	\$750.00
Fertilización	Kg	25	\$40.00	\$1,000.00	\$1,000.00
Asesoría técnica	Asesoría	1	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00
Herramienta y equipo	Piezas	8	\$200.00	\$1,600.00	\$1,600.00
Riego de auxilio	Pipa	2	\$1,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$56,350.00</b>

En Tabla siguiente, se muestran los costos de mantenimiento de la reforestación para un periodo de 10 años.

**Tabla VII. 7 Costos de mantenimiento de la reforestación**

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Precio unitario promedio	Total/ha (Pesos)	Precio anual de 1.0 ha de reforestación	Costo total de mantenimiento para 10 años
Mano de obra para mantenimiento (control de malezas, fertilización, replante, etc.)	Jornales	8	\$250.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$20,000.00
Reposición de planta	Planta	220	\$30.00	\$6,600.00	\$6,600.00	\$66,000.00
Manejo sanitario	Kg o lt	10	\$300.00	\$3,000.00	\$3,000.00	\$30,000.00
Fertilización	kg	25	\$40.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$10,000.00
Herramienta	Lote	1	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$40,000.00



Protección a la reforestación (incluye riegos de auxilio)	Lote	1	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	\$50,000.00
Asesoría Técnica	Asesoría	1	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$100,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 31,600.00</b>	<b>\$ 316,000.00</b>

Los **costos totales para el establecimiento y mantenimiento de la reforestación con especies nativas** por un periodo de 10 años de 1.0 hectárea, se muestran en la Tabla siguiente.

**Tabla VII. 8 Costos totales para el establecimiento y mantenimiento de 10 años de la reforestación propuesta**

Concepto	Monto (Pesos)
Costo de establecimiento de la reforestación	\$56,350,00
Costo de mantenimiento de la reforestación durante 10 años	\$ 316,000.00
<b>Total</b>	<b>\$ 372,350.00</b>

El costo total estimado para llevar el sitio a su condición original, contemplando las actividades de reforestación y mantenimiento durante un periodo de 10 años para una superficie de 1.0 hectárea, sería de **\$372,350.00** (Trecientos setenta y dos mil trescientos cincuenta pesos 00/100 M.N.).

#### **VII.4.3. REVEGETACIÓN DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL SITIO**

Para llevar el sitio a condiciones similares que actualmente presenta, se propone la realización de la revegetación del estrato herbáceo en el sitio en una superficie de 1.0 hectáreas, la cual es superior a la solicitada para el cambio de uso de suelo. El costo por revegetación de herbáceas considera la adquisición de semilla, el transporte para su almacenamiento, la preparación del suelo, el esparcimiento de las semillas para realizar la revegetación, así como todos los insumos que se utilizarán en las actividades, así como su mantenimiento y seguimiento por 10 años, se señalan a continuación.

**Tabla VII. 9 Costos totales para la revegetación del estrato herbáceo en el sitio**

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
<b>Adquisición y manejo de germoplasma del estrato herbáceo</b>				
Adquisición de germoplasma	Kg	0.5	\$800.00	\$400.00
Mano de obra	Jornal	3	\$250.00	\$750.00
Asesoría técnica	Mes	1	\$6,000.00	\$6,000.00
<b>Subtotal</b>				<b>\$7,150.00</b>
<b>Preparación del sitio para llevar a cabo la revegetación del estrato herbáceo</b>				
Preparación del sitio	Jornal	3	\$250.00	\$750.00
Talacho	Piezas	1	\$315.00	\$315.00
Pala recta	Piezas	1	\$90.00	\$90.00
Azadón	Piezas	1	\$260.00	\$260.00
Limatón	Piezas	2	\$100.00	\$200.00
Guantes de carnaza	Piezas	1	\$62.00	\$62.00



Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
<b>Adquisición y manejo de germoplasma del estrato herbáceo</b>				
Revegetación	Jornal	3	\$250.00	\$750.00
Rastrillo	Piezas	1	\$220.00	\$220.00
Fertilizante nitrofoska o similar	Costal	1	\$1,000.00	\$1,000.00
Asesoría técnica	Mes	1	\$6,000.00	\$6,000.00
<b>Subtotal</b>				<b>\$9,647.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$16,797.00</b>

El costo total para la revegetación del estrato herbáceo en el sitio (1.0 ha), es de **\$16,797.00** (Dieciséis mil setecientos noventa y siete pesos 00/100 MN).

Mientras que el costo para mantenimiento de la revegetación del estrato herbáceo en el sitio por un periodo de 10 años es el siguiente:

**Tabla VII. 10 Costos de mantenimiento la revegetación del estrato herbáceo en el sitio por un periodo de 10 años**

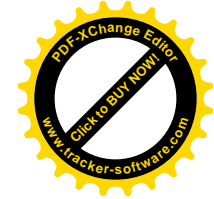
Actividad/ insumos (materiales, herramientas, equipo)	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Pesos)	Total (Pesos)
Azadón	Piezas	10	\$260.00	\$2,600.00
Pala recta	Piezas	10	\$90.00	\$900.00
Fertilizante nitrofoska o similar	Costal	10	\$1,000.00	\$10,000.00
Rastrillo	Piezas	10	\$220.00	\$2,200.00
Tijeras de podar	Piezas	10	\$300.00	\$3,000.00
Mano de obra	Jornal	30	\$250.00	\$7,500.00
Asesoría técnica	Anual	10	\$6,000.00	\$60,000.00
<b>Total</b>				<b>\$86,200.00</b>

El costo total de mantenimiento de la revegetación del estrato herbáceo por un periodo de 10 años es de **\$86,200.00** (Ochenta y seis mil doscientos pesos 00/100 MN).

El costo total de la revegetación del estrato herbáceo es el siguiente:

**Tabla VII. 11 Costo total de la revegetación del estrato herbáceo en el sitio por un periodo de 10 años**

Concepto	Monto (\$)
Revegetación del estrato herbáceo	\$16,797.00
Mantenimiento de la revegetación del estrato herbáceo	\$86,200.00
<b>Total</b>	<b>\$102,997.00</b>



El costo total por la revegetación del estrato herbáceo y su mantenimiento durante 10 años es de **\$102,997.00** (Ciento dos mil novecientos noventa y siete pesos 00/100 M.N.)

#### VII.4.4. OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA

A fin de garantizar la restauración del suelo y la captación del agua al sitio, se propone la realización de 1,346 zanjas trinchera (412 zanjas por hectárea) en la superficie del sitio (3.27 ha), así como su mantenimiento por un periodo de 10 años.

Se señalan a continuación, la estimación de los costos de las obras a desarrollar para la conservación de suelo y agua con motivo de llevar a la condición similar al sitio a la que tiene actualmente. El costo referente a las obras de zanjas trinchera se estimó a partir del cálculo del volumen de excavación que resultará de la construcción de las **1,346 zanjas trinchera** (2.0 m por 0.4 metros de ancho x 0.4 m de profundidad), lo cual arroja un volumen unitario de 0.32 m<sup>3</sup> que, al multiplicarlo por las **1,346 zanjas**, nos da un volumen total de **430.72 m<sup>3</sup>**, cuyos costos de realización se indican en la siguiente tabla.

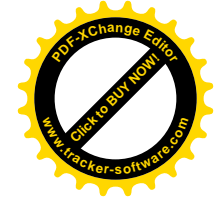
**Tabla VII. 12 Costo promedio por la realización de las zanjas trinchera**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (Pesos)	Total (Pesos)
Trazo de zanjas trinchera en campo (marcaje con estaca y cal sobre terreno)	Cuadrilla	4	\$4,500.00	\$18,000.00
Excavación en material tipo A (2.0 m por 0.4 metros de ancho x 0.4 m de profundidad).	m <sup>3</sup>	430.72	\$97.00	\$41,779.84
Asistencia técnica	Servicio	1	\$10,000.00	\$10,000.00
<b>Total</b>				<b>\$ 69,779.84</b>

En Tabla VII.12, se muestran los costos de mantenimiento de las obras de conservación de suelos y agua para un periodo de 10 años.

**Tabla VII. 13 Costos de mantenimiento las obras de conservación de suelos y agua por un periodo de 10 años**

Concepto	Unidad	Cantidad (anual)	Precio Unitario (Pesos)	Costo total anual (Pesos)	Periodo de mantenimiento (años)	Costo total final
Mantenimiento a obras de conservación de suelo	Jornal	20	\$250.00	\$ 5,000.00	10	\$50,000.00
Asesoría técnica	Servicio	1	\$5,000.00	\$ 5,000.00	10	\$ 50,000.00
<b>Total</b>						<b>\$ 100,000.00</b>



Los costos totales para el establecimiento y mantenimiento de las obras de conservación de suelos y agua por un periodo de 10 años.

**Tabla VII. 14 Costos totales para el establecimiento y mantenimiento de 10 años de las obras de conservación de suelos y agua**

Concepto	Monto (\$)
Costo por realización de zanjas trinchera	\$ 69,779.84
Costo de mantenimiento de las obras de conservación de suelos y agua por un periodo de 10 años	\$ 100,000.00
<b>Total</b>	<b>\$ 179,779.84</b>

El costo total estimado para la conservación de suelos, contemplando la realización de zanjas trinchera, considerando su mantenimiento durante un periodo de 10 años, sería de **\$179,779.84** (Ciento setenta y nueve mil setecientos setenta y nueve pesos 84/100 M.N.)

#### **VII.4.5. COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES PARA LLEVAR EL SITIO A LA CONDICIÓN SIMILAR A LA QUE ACTUALMENTE SUSTENTA**

El **costo total de las actividades para llevar el sitio a la condición similar a la que actualmente sustenta** resulta de la suma de los costos de restablecimiento del suelo, reforestación, revegetación del estrato herbáceo (corto plazo) y de las obras de conservación de suelo y agua, así como de su mantenimiento por un periodo de 10 años (largo plazo), el cual se presenta en la Tabla VII.14.

**Tabla VII. 15 Costo total de las actividades para llevar el sitio a una condición similar a la que actualmente sustenta**

Concepto	Costo total \$
Restablecimiento del suelo	\$96,704.75
Reforestación	\$ 372,350.00
Revegetación del estrato herbáceo	\$102,997.00
Obras de conservación de suelos y agua	\$ 179,779.84
<b>Total</b>	<b>\$ 751,831.59</b>

De acuerdo con la información presentada los costos totales para llevar el sitio a una condición similar a la que actualmente sustenta y mantener dichas obras por un periodo de 10 años, se estiman en **\$751,831.59** (Setecientos cincuenta y un mil ochocientos treinta y un pesos 59/100 MN).





## VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Como lo sugiere la guía para la elaboración del DTU-B, con apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados precedentes, se realizó una proyección en la que se ilustra el resultado de la acción de las medidas preventivas, de mitigación, de compensación y de restauración sobre los impactos ambientales encontrados.

### VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

#### VIII.1.1 MEDIO ABIÓTICO

El SA presenta un clima templado, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior al 5%; es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano. El tipo de clima es: C(w2) (w)b(i)g según la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García.

La temperatura media anual se encuentra en el rango ubicado entre los 12°C y los 18°C; la temperatura del mes más frío se encuentra entre -3°C y 18°C y; la temperatura del mes más caliente en 22°C. La precipitación pluvial en el mes más seco es menor de 40 mm, mientras que la del mes más lluvioso se encuentra por arriba de los 200 mm.; con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

Aunque en la zona no se realiza el monitoreo de la calidad del aire, se presupone que presenta una buena calidad, debido a que no existen zonas industriales importantes, la calidad del aire se ve disminuida durante los incendios forestales que se llegan a registrar. Otras fuentes de emisiones a la atmósfera son los vehículos que transitan por la carretera, caminos y terracerías.

De acuerdo al monitoreo climatológico del Municipio de Valle de Bravo, la velocidad imperante es en dirección nornoroeste y noreste con una velocidad promedio >5 km/h.

El SA se localiza en la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico y en la Subprovincia de Mil Cumbres que es el Sistema de topofomas más importante, presenta lomeríos de Colinas redondeadas y mesetas de basalto.

En el Área del Proyecto las altitudes varían entre los 1,900 y los 2,500 msnm; las zonas más elevadas se registran al Sur y constituyen parte de la ladera del Cerro San Agustín, de Sur a Norte se registran dos barrancas con pendientes pronunciadas por donde escurren los arroyos intermitentes. En la zona Norte, se encuentran las áreas más planas con pendientes entre el 0 y 10%.

De acuerdo con la clasificación de INEGI, en sistema ambiental predomina el suelo de tipo Andosol húmico (Th) con textura media. El suelo tipo Andosol húmico es un suelo formado a partir de materiales ricos en vidrio volcánico y que comúnmente presenta un horizonte superficial oscuro. Las propiedades húmicas se refieren a suelos con alto contenido de carbono orgánico en la superficie del suelo.



De acuerdo a la clasificación del centro Nacional de Prevención de Desastres y de acuerdo a la regionalización sísmica, en una Zona C, es decir, se encuentra en una zona donde se reportan sismos no tan frecuentes.

El SA se localiza en la Región Hidrológica 18 Balsas. Subregión 18 B, Medio Balsas. Cuenca del Río Cutzamala y en la Cuenca Presa Valle de Bravo, la cual tiene una superficie de 61,548.47 has, en toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por manantiales, los cuales existen en toda la cuenca (oriente, centro y sur), en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura.

La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas es la del Arroyo San Diego, donde se ubica el SA y abarca una superficie de 3,751.00 ha.

Además, se ubica en el acuífero No. 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, tiene una superficie aproximada de 2, 144 km<sup>2</sup> (CONAGUA, 2007). Perteneció al esquema administrativo del Organismo de Cuenca Balsas, 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 la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México” (CONAGUA, 2007).

En el SA no existen cuerpos de agua permanentes, el cuerpo de agua más cercano y donde desembocan los arroyos intermitentes es el Lago Valle de Bravo, el cual está aproximadamente a 3,600 m del Área del Proyecto.

### VIII.1.2 MEDIO BIÓTICO

De acuerdo con la serie V de uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2013) la cobertura más abundante en el SA corresponde a bosque de pino, la cual cubre el 67.16% del área. La agricultura de temporal anual representa el 7.86% del área y se localiza principalmente en las áreas de menor pendiente, la agricultura de temporal anual y permanente representa el 0.33%. El 6.12% del área corresponde a asentamientos humanos y está representado por la cabecera municipal de Valle de Bravo.

En el SA predomina el bosque de pino - encino, el cual se distribuye entre la cota de 2,400 a 2,800 msnm. Predominan los bosques de pino, con una mayor diversidad de *Pinus sp*, el oyamel está presente hasta los 2,400 msnm, como elemento aislado. Debajo de la cota 2,800 msnm cada vez hay mayor presencia de encinos, que vuelven a ser bosques de pino - encino, que son dominantes entre los 2,000 a 2,400 msnm: Entre las especies presentes están *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, pero también *P. oocarpa* entremezclado con *Quercus laurina*, *Quercus crassipes*, *Q. crassifolia*, *Q. rugosa*, además de *Arbutus xalapensis*, *Alnus firmifolia* y *Alnus jorullensis*; más abajo.

El Bosque de Pino (BP) fue el tipo de vegetación mejor representado en la zona de estudio, ya que estuvo conformado por 10 parcelas de muestreo. Las especies dominantes de la asociación de Bosque de Pino son; *Pinus pseudostrobus*, *Quercus scytophylla*, *Pteridium aquilinum* y *Dendropanax arboreus*.



Se encontraron géneros propios del Bosque Mesófilo de Montaña (*Cleyera*, *Dendropanax*, *Symplocus* y *Ternstroemia*) en las parcelas de Bosque de Pino, la vegetación en la zona está formada por gradientes altitudinales, de precipitación y de humedad atmosférica y no existe un límite definido entre ambos tipos de vegetación lo que provoca que se formen mosaicos. Adicionalmente se reconoce en el área el aprovechamiento forestal como una de las actividades que históricamente han impactado la región lo que a su vez ha provocado la degradación de los ambientes lo cual se refleja con la presencia de especies consideradas malezas o asociadas a zonas de disturbio como: *Vernonia alamanii*, *Brickellia secundiflora*, *Pteridium aquilinum*, *Didymaea floribunda*, *Euphorbia graminea*, *Desmodium grahamii* y *Parathesis melanosticta*.

Las parcelas de BMM presentaron una composición florística semejante a la reportada por López-Pérez, J. et. al., 2011 con especies como *Quercus scytophylla*, *Q. laurina*, *Styrax ramirezii*, *Clethra hartwegii*, *Ternstroemia lineata* y *Dendropanax arboreus*. Al igual que en el Bosque de Pino estas áreas han sido afectadas principalmente por el aprovechamiento forestal y el desmonte para el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, lo cual se refleja en la presencia de un estrato arbustivo abundante en diferentes parcelas y la presencia de especies asociadas a los disturbios *Vernonia alamanii*, *Toxicodendron radicans*, *Brickellia secundiflora*, *Monnina ciliolata* y *Desmodium grahamii*.

La composición florística registrada en el área considerando el muestreo del área del Proyecto autorizado y el presente muestro fue de 117 especies distribuidas en 80 géneros y 47 familias. Del total de especies registradas en este estudio, 109 se identificaron a nivel de especie y 8 a nivel de género.

Se registraron 2 especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Cupressus lusitanica* y *Saurauia serrata* se encuentran listadas en la categoría de Protección Especial (Pr), **ninguna de ellas se encuentra dentro del Área del Proyecto.**

**Tabla VIII. 1 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Familia	Especie	Categoría
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Pr
Actinidiaceae	<i>Saurauia serrata</i>	Pr

Como resultado de los muestreos realizados en el Área donde se llevará a cabo la Proyecto, se registraron ocho especies de mamíferos de las 36 especies de probable ocurrencia. Las especies registradas corresponden a tres órdenes (Rodentia, Lagomorpha y Carnivora), cinco familias (Leporidae, Sciuridae, Felidae, Canidae y Procyonidae) y siete géneros.

**Tabla VIII. 2 Número de especies registradas en el Área de la Proyecto**

Grupo	Número de Orden	Número de Familia	Número de especies
Anfibios	2	2	2
Reptiles	1	2	2
Aves	7	20	46
Mamíferos	3	5	8



Durante el trabajo de campo realizado se registraron dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Isthmura bellii* y *Sciurus oculatus*, una amenazada y otra sujeta a protección especial. Ambas son endémicas a México. *Isthmura bellii* está clasificada como vulnerable dentro de la lista roja de especies amenazadas.

**Tabla VIII. 3 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estatus	Endemismo
<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	1	Amenazada	En
<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter	5	Protección	En

### VIII.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El SA se ubica dentro del territorio del Municipio de Valle de Bravo en el Estado de México, abarca una superficie 430 km<sup>2</sup> que representa el 1.93% de la superficie del Estado. En el 2010 el Municipio de Valle de Bravo registró una población total de 61,599 personas que representa el 0.46% de la población Estatal, con una densidad de 143.16 personas por km<sup>2</sup>, casi cinco veces menor al promedio Estatal que es de 675 habitantes por km<sup>2</sup>.

El Municipio de Valle de Bravo cuenta con 71 localidades, siendo la cabecera municipal la más importante con una población de 25,554 habitantes, seguida de Colorines con 5,543 habitantes y Loma Bonita con 2,244 habitantes de acuerdo con el censo del 2010. Otras localidades destacadas son El Arco, San Juan Atezcapan y Santa María Pipioltepec.

La tasa de crecimiento (TCA) en el Municipio ha sido positiva durante el periodo de 1990-2000, con excepción del periodo 2000-2005, tal como se registra en la siguiente tabla.

**Tabla VIII. 4 Tasa de crecimiento en el Municipio de Valle de Bravo**

Concepto	1990	1995	2000	2005	2010
Población	36,135	47,502	57,375	52,902	61,599
TCA	2.6	1.91	2.0	-1.61	3.09

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

Las localidades ubicadas al interior del SA se presentan en la siguiente tabla, así como el registro de la población en el censo del 2010.

**Tabla VIII. 5 Localidades y población total de las localidades ubicadas dentro del SA**

Localidad	Población	Localidad	Población
Avándaro	ND	La Huerta San Agustín	150
Cerro Gordo	515	La Mecedora	31
Casas Viejas	1006	Espinos	ND
Peña Blanca	183	La Zaurda	ND

ND: de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010

La PEA de Valle de Bravo asciende a 24,895 personas que corresponden aproximadamente el 40% de la población total. En la siguiente tabla se presenta el desglose de la PEA.

En lo concerniente a la tasa de desempleo en el Municipio, las estadísticas muestran que se encuentra por encima de la media Estatal, debida a que el Municipio de Valle de Bravo tiene



aproximadamente un 6% de la PEA en condiciones de desempleo. (Plan Municipal de Desarrollo).

En el Municipio Valle de Bravo se registraron un total de 2,091 unidades económicas, de las cuales 18 estaban en el sector primario, 207 en el sector secundario y 1,866 en el sector terciario; y representaban porcentualmente el 1.0%, 10.0% y el 89.0% respectivamente.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio tuvo una marginación baja. Sin embargo, al realizar un análisis a detalle se observa que en algunos parámetros el rezago es importante, como por ejemplo casi el 43.83% de los ocupantes de vivienda no tienen agua entubada y el 36.29% tiene un ingreso de hasta dos salarios mínimos.

## VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El Proyecto consiste en la construcción de tres viviendas con una superficie de desplante de 800 m<sup>2</sup> cada una (2,400 m<sup>2</sup> en total) y; el acondicionamiento y construcción de caminos con una superficie de 2,257 m<sup>2</sup>, que se arrojan un total de 4,957 m<sup>2</sup>.

Los principales componentes del Proyecto

- Construcción de tres viviendas tipo campestre
- Reacondicionamiento y construcción de caminos
- Instalación eléctrica
- Abastecimiento de agua potable
- Instalación hidrosanitaria

### VIII.2.1 MEDIO ABIÓTICO

Se requiere realizar la construcción de tres viviendas y el acondicionamiento y construcción de caminos que en total abarcarán una superficie 4,957 m<sup>2</sup>.

El sistema constructivo tipo de las viviendas, consta de muros exteriores aislantes, conformados por muro doble de tabique rojo recocido de reúso (al hilo y capuchino) separados 5 cm entre sí para alojar aislante de lana mineral de 2" de espesor, acabado exterior con mezcla de piedra en tono beige (s.m.a.), mortero y/o aglutinante (argamasa) y acabado interior con aplanado fino yeso-cemento con pintura vinil-acrílica. Los muros interiores con tabique rojo recocido, acabados con aplanado fino de yeso-cemento y pintura vinil-acrílica.

El Proyecto contempla el acondicionamiento y construcción del camino con una base de 30 cm de balastro y revestimiento compactado, que ocupará una superficie de 2,557 m<sup>2</sup>. El clima del Sistema Ambiental no se verá afectado, pero sí la superficie del Proyecto, debido al desmonte, cortes y despalmes; habrá modificaciones del microclima por variaciones de temperatura debido a una mayor exposición solar y se podría aumentar el proceso erosivo.

La calidad del aire en el Sistema Ambiental es Buena. En el Área del Proyecto la principal fuente de contaminación atmosférica se debe al humo y a las partículas ocasionada por los vehículos automotores que circulan. Durante etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán emisiones de partículas a la atmósfera por el desmonte, cortes y despalmes, así como por el





movimiento de tierras durante las excavaciones y el transporte de los materiales a granel. Sin embargo estas emisiones serán de carácter temporal. En la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto la calidad del aire disminuirá debido principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc.), se generarán por el tránsito de los vehículos, equipo y maquinaria. Sin embargo, el impacto a este componente no se incrementará significativamente, ya que en el área del Proyecto no existe un tránsito constante de vehículos.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del camino se incrementarán los niveles de ruido que se generará por el uso principal de herramientas y la presencia de personal en el sitio, el transporte de materiales e insumos ocasionarán ruido por el tránsito de camiones en los caminos y carreteras por donde circulen. En la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, el impacto será principalmente por el ruido de las personas y el equipo empleado en las actividades de mantenimiento.

En el área donde se llevará la construcción de las viviendas y el acondicionamiento y construcción del camino el relieve se verá modificado debido a las nivelaciones y rellenos. El camino por desarrollarse se localiza en una zona con pendiente.

En el SA no habrá impactos significativos sobre el tipo de suelo. Actualmente, el impacto se presentará en el área en donde se construirán las viviendas y el acondicionamiento y construcción de caminos en el Proyecto, ya que se modificará la estructura del suelo debido a las actividades de desmonte, cortes, despalme, movimiento de tierras y excavaciones.

La hidrología superficial del SA no se ha visto ni verá afectado por la ejecución del Proyecto. Únicamente ha habido modificaciones mínimas en el área debido a que se requiere la nivelación y relleno, esto podría modificar los patrones puntuales de escurrimiento, aunque de forma mínima ya que se han contemplado los escurrimientos y las pendientes en el diseño del camino.

Respecto a la hidrología superficial, no se afectará la calidad del agua del SA., pero durante la etapa de preparación del sitio y construcción se podría disminuir la calidad del agua de los escurrimientos superficiales temporales que se ubican en el Área del Proyecto por el inadecuado manejo de residuos sólidos o peligrosos o por el derrame de algunas sustancias como gasolina o diesel de la maquinaria que será utilizada.

No se afectará la disponibilidad del agua del acuífero por la ejecución del Proyecto, debido a que el Proyecto cuenta con 12 cuerpos receptores de agua pluvial y el embalse que se ubica en el área este del predio. No se requerirá de extracción de agua subterránea, por lo que no habrá una disminución del volumen disponible del acuífero. El acuífero podría contaminarse por las descargas de aguas residuales producto de la estancia de los 67 trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción y, por las 42 personas en la etapa de operación y mantenimiento. También podría contaminarse por el manejo inadecuado de residuos sólidos, peligrosos y por derrames accidentales en el manejo de los combustibles.

Se requiere realizar cortes, desmonte y despalme. Cabe destacar que, la superficie de desmonte que se plantea en el Proyecto será de 4,957 m<sup>2</sup>, que podrían generar problemas de erosión y/o contaminación.





### VIII.2.2 MEDIO BIÓTICO

Para la superficie desmontada corresponde a 4,957 m<sup>2</sup> de superficie, para la construcción de tres viviendas con 800 m<sup>2</sup> de desplante y 2,557 m<sup>2</sup> de superficie para el acondicionamiento y construcción de caminos.

En el SA el bosque de pino-encino ha sido fragmentado por el desarrollo de las actividades agropecuarias, caminos y el desarrollo urbano como Avándaro y otras las localidades. En el Área del Proyecto autorizado, se llevaba a cabo el aprovechamiento del bosque e introducción de especies de ornato, por lo que se advirtió la fragmentación. Actualmente se delimitará previamente el área en donde que se realizará el desmonte, cortes, despalmes y nivelaciones. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.

El Proyecto se desarrollará en las áreas donde no se registraron las especies en estatus de conservación, sin embargo, podría existir algún organismo de estas especies que se encuentre en dichas áreas por lo que durante el desmonte podrían verse afectadas.

La calidad del hábitat de la fauna se verá afectada por la habilitación y construcción del camino, ya que se desmontará pastizal natural que afectará principalmente a reptiles y pequeños mamíferos.

La riqueza de las especies se afectará principalmente por la pérdida de hábitat (mamíferos y reptiles). Las aves serán las menos afectadas debido a su alta movilidad. Los trabajadores podrían capturar, cazar o molestar a la fauna silvestre. El tránsito de vehículos y maquinaria incrementará el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento.

Durante los trabajos de campo realizados, se registraron 2 especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 1 se encuentra en la categoría de protección especial y 1 amenazada y 3 en peligro de extinción, que son el *Isthmura bellii* (amenazada) y el *Sciurus oculatus* (protección especial).

### VIII.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El paisaje del SA se caracteriza por ser un bosque de pino con diferentes grados de perturbación debido al manejo que se le ha dado. El área del Proyecto tiene alta visibilidad con una calidad paisajística alta, así como una alta fragilidad. La frecuencia de la presencia humana varía entre baja a media y presenta una singularidad paisajística media.

En el 2010 el Municipio de Valle de Bravo registró una población total de 61,599 personas que representa el 0.46% de la población Estatal, con una densidad de 143.16 personas por km<sup>2</sup>, casi cinco veces menor al promedio Estatal que es de 675 habitantes por km<sup>2</sup>. Se estima que la tasa de crecimiento para el periodo 2010-2030 será del 0.92%.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio tuvo una marginación baja. Sin embargo, al realizar un análisis a detalle se observa que en algunos parámetros el rezago es importante, como por ejemplo casi el 43.83% de los ocupantes de vivienda no tienen agua entubada y el 36.29% tiene un ingreso de hasta dos salarios mínimos. Durante la etapa de habilitación y construcción del camino se contempla una generación de 26 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.



Durante la etapa de operación y mantenimiento se generaron hasta 37 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.

Dentro del Sistema Ambiental no se observaron vestigios arqueológicos, el Proyecto no afectará a ningún sitio con valor cultural o histórico dentro

### **VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

El Proyecto contempla medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados e implementar un Programa de Manejo Ambiental y subprogramas con indicadores de seguimiento para garantizar su cumplimiento. Se implementarán buenas prácticas en el procedimiento constructivo para minimizar las emisiones a la atmósfera y el ruido proveniente de la maquinaria y equipo, se contempla el manejo de los residuos líquidos sólidos y peligrosos de acuerdo con lo establecido a la normatividad ambiental federal y estatal a fin de evitar la contaminación del suelo.

En la siguiente tabla se hace una síntesis de los escenarios actual, con proyecto y con medidas de mitigación por cada componente ambiental.

**Tabla VIII. 6 Escenario actual, con Proyecto y con medidas de mitigación, medio abiótico**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Clima	Proyecto del microclima	Mediante el oficio No. DFMARNAT/1937/2014 con fecha del 9 de Mayo del 2014, se han construido nueve de los trece ranchos autorizados en la MIA-P Mesa de Gallos, áreas comunes, construcción del lago artificial y el acondicionamiento total de los caminos. Aún existen algunas áreas desmontadas, en estos sitios las condiciones de exposición al sol se han modificado con alteraciones en el microclima	El Proyecto contempla el desplante de 4,957 m <sup>2</sup> , en estos sitios el microclima se modificará por la ausencia de vegetación, sin embargo, el Proyecto contempla la elaboración e implementación del Subprograma de Manejo Forestal y Reforestación, lo que contribuirá a restablecer las condiciones del microclima en algunas zonas del Área del Proyecto.	<p>Solo se harán los desmontes en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de éstas.</p> <p>Se contempla la restauración de las áreas de afectación temporal, lo que permitirá que se recupere paulatinamente el microclima de estas áreas.</p>
Aire	Presencia o ausencia de fuentes de contaminación atmosférica	La calidad del aire es buena debido a que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes y existen buenas condiciones de dispersión. En el Área del Proyecto la principal fuente de contaminación atmosférica se debe al humo y a las partículas ocasionada por los vehículos automotores que circulan.	<p>Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto se generarán emisiones a la atmósfera por el desmonte y despalme, así como por el movimiento de tierras durante las excavaciones, rellenos y cortes, así como por el transporte de los materiales a granel. Sin embargo estas emisiones serán de carácter temporal y se contemplan medidas de mitigación.</p> <p>Durante la operación de la Proyecto las emisiones a la atmósfera se generarán por el tránsito de los vehículos, por lo que el impacto a este componente no se incrementará significativamente.</p>	<p>Se implementará un Programa de Calidad del Aire y Acústica con el objetivo de minimizar la dispersión de partículas y emisiones de gases de combustión que disminuya la calidad del aire de la Proyecto.</p> <p>Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.</p> <p>Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos.</p>
Ruido	Número de fuentes de emisión de ruido	No existen fuentes importantes de emisión de ruidos, la principal fuente la constituyen los vehículos que transitan en los caminos y la herramienta manual utilizada en los trabajos de mantenimiento.	<p>Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto se incrementarán los niveles de ruido por el uso de maquinaria y equipo, sin embargo será de carácter temporal.</p> <p>Durante la operación del Proyecto, no habrá fuentes importantes de emisión de</p>	La calidad acústica será minimizada con el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria y cumplirán con la normatividad en materia de ruido. Además, se trabajará solamente en horarios diurnos a fin de minimizar los efectos derivados de dichas actividades.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			ruidos, la principal fuente será por el tránsito de vehículos, por lo que los niveles de ruido se mantendrán durante la operación de la Proyecto.	
Relieve	Superficie con cortes, excavaciones o rellenos	En el SA se pueden observar básicamente tres tipos de topoformas: llanura en un 41.71%, lomerío en un 53.14% y meseta en un 5.15%. El Sitio del Proyecto forma parte de una topoforma tipo llanura.	En el área en donde se llevará a cabo el Proyecto, el relieve será modificado por las nivelaciones y rellenos. Las excavaciones que se llevarán a cabo por las cimentaciones de las edificaciones modificarán el relieve, pero serán temporales ya que una vez terminadas las cimentaciones las excavaciones serán rellenadas con el mismo material de excavación.	Solo se harán los cortes, nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de las áreas señaladas previamente, de esta forma la modificación al relieve será temporal en el área en donde se llevará a cabo el Proyecto. En caso de requerirse material de banco, se obtendrá sólo de bancos de materiales autorizados a fin de no afectar al relieve del SA.
Hidrología superficial	Proyecto del drenaje superficial	En el área del Proyecto no existen ríos o arroyos perennes y los cauces de los arroyos intermitentes no presentan modificaciones.	Si fuera necesario el Proyecto contempla el establecimiento de puentes los cauces de los principales escurrimientos para mantener el libre flujo del agua. La Proyecto no tendrá impactos significativos sobre los cauces de los escurrimientos intermitentes.	Solo se harán los cortes, nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de éstas. Con las medidas de mitigación planteadas no habrá cambios significativos en el drenaje superficial en el área donde se desarrollará la Proyecto.
	Fuentes de contaminación	Las principales fuentes de contaminación de agua en el SA son los agroquímicos, las descargas del agua residual sin tratamiento y la inadecuada disposición de residuos sólidos. En el área del Proyecto se realiza el tratamiento del agua residual. Además, se implementó un Reglamento General con la finalidad de dar cumplimiento a la	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se contempla implementar un Reglamento General, con la finalidad de establecer lineamientos que cumplan con la normatividad ambiental en materia de residuos. También, se contempla cumplir con los ordenamientos legales en caso de requerirse el uso de plaguicidas, por lo que no contaminarán los escurrimientos artificiales, ya que no contempla el uso de herbicidas.	Se minimizará el riesgo de contaminación de los escurrimientos superficiales dentro del área donde se llevará a cabo el Proyecto con el manejo adecuado y conforme a la ley de los residuos líquidos, sólidos y peligrosos.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		normatividad ambiental en materia de residuos.	El agua residual generada recibirá tratamiento para ser utilizadas en riego de áreas verdes, por lo que se evitarán las fuentes de contaminación a los escurrimientos intermitentes presentes.	
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	El Proyecto autorizado cuenta con cuerpos para captar el agua pluvial para su uso doméstico y el tratamiento de las aguas residuales para su reúso, minimizando así el consumo del agua subterránea. El proyecto cuenta con un pozo con número de autorización MEX-L-0264-12-11-13 de CONAGUA ANEXO 1, que sirve como abastecimiento de reserva para el uso doméstico, para el riego de las áreas comunes y para mantener los niveles del vaso de captación sobre todo en la época de secas, cuando el riesgo de incendios se incrementa.	La Proyecto hará uso de los cuerpos para captar el agua pluvial construidos en el Proyecto autorizado para el uso doméstico y el tratamiento del agua residual para su reúso, minimizando así el consumo del agua subterránea.	Con las medidas planteadas no habrá afectación sobre la disponibilidad de agua del acuífero.
	Fuente de contaminación	En el SA no existen fuentes de contaminación para el acuífero.	El acuífero podría contaminarse por las descargas de aguas residuales producto de la estancia de los 67 trabajadores durante la etapa de preparación de sitio y construcción y por las 42 personas en la etapa de operación y mantenimiento. También podría contaminarse por el manejo inadecuado de residuos sólidos, peligrosos y por derrames accidentales en el manejo de los combustibles.	Para controlar los residuos sanitarios en la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán sanitarios portátiles, se contratará una empresa para su mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en un sitio autorizado.  Con las medidas de mitigación planteadas en la Proyecto no habrá contaminación al acuífero.
Suelo	Superficie con problemas de erosión y/o contaminación	Durante el Proyecto autorizado se realizó desmonte y despalme, sin impactar de manera significativa, ya que se aprovecharon los claros	Se requiere realizar cortes, desmonte y despalme. Cabe destacar que, si bien la superficie de desmonte que se plantea en la presente Proyecto es de 4,957 m <sup>2</sup> , no	Se delimitarán previamente las áreas donde se realizarán los cortes, desmontes, despalme y nivelación. Por

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		forestales para la construcción de las viviendas.	diferirá significativamente con respecto a la tala y poda selectiva.	ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.  El material producto de los cortes será empleado para la protección de taludes en las zonas que el Proyecto lo requiera

**Tabla VIII. 7 Escenario actual, con el Proyecto y con las medidas de mitigación, medio biótico**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Vegetación	Superficie desmontada	En el área del Proyecto autorizado se realizaban actividades de aprovechamiento forestal. Dentro de las actividades de desmonte y despalme se delimitó el área para la actividad.	Se requiere realizar el desmonte y despalme de un área de 4,957 m <sup>2</sup> en Proyecto, tomando en cuenta activamente con respecto a la tala y poda selectiva.	Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos. La delimitación de las áreas a desmontar se diseñó respetando la mayor cantidad posible de ejemplares arbóreos y arbustivos.  Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento y es equivalente a 3.3 ha con características similares a la superficie desmontada.
	Fragmentación	En el SA el bosque de pino-encino ha sido fragmentado por el desarrollo de las actividades agropecuarias, caminos y el desarrollo urbano como Avándaro y otras las localidades. En el Área del Proyecto, se llevaba a cabo el aprovechamiento del bosque, por lo que se advirtió la fragmentado sobre todo hacia las zonas norte y centro.	Se delimitarán previamente las áreas que se realizarán los cortes, desmontes, despalmes y nivelaciones. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.	En el desarrollo de los tres nuevos ranchos no se construirán bardas verdes o bermas para delimitar la superficie. Es decir, ffuera del área delimitada de los cortes se respetará la vegetación nativa.



Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/Ausencia	En el área del Proyecto autorizado se registraron dos especies en estatus de conservación: <i>Symplocos citrea</i> y <i>Tilia americana</i> .	En el área de la Proyecto no se registraron especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El Proyecto no afectará a ninguna especie en estatus de conservación, solo en el caso excepcional de que se llegará a registrar alguna planta perteneciente a una especie en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, se procederá a su rescate y reubicación. La Proyecto contempla la elaboración e implementación de un Programa de Manejo Forestal y Restauración en el que se contemplan las acciones para la conservación de las especies vegetales.
Fauna	Calidad del hábitat	En la ejecución del Proyecto autorizado se desmontó pastizal natural que afectó principalmente a reptiles y pequeños mamíferos. Con la construcción de los cuerpos de agua artificial, las aves encontraron un área de descanso y anidación.	Con la ejecución del Proyecto se desmontará el pastizal natural que afectará principalmente a reptiles y pequeños mamíferos. Las especies de aves perderán algunos sitios de descanso y percha al desmontar algunas especies leñosas.	Con las medidas de mitigación se minimizarán los impactos al hábitat de la fauna silvestre. Entre las medidas que se plantean están las siguientes:  Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos. Se respetará la vegetación herbácea.
	Riqueza de especies	De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada en la literatura especializada y en las bases de datos de CONABIO, se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SA fue de 275 especies, de los cuales 10 corresponde a especies de anfibios, 23 especies de reptiles, 193 especies de aves y 49 especies de mamíferos.	Con el desmonte del pastizal se afectarán principalmente a las especies de reptiles y mamíferos por la pérdida de hábitat. Las aves serán las menos afectadas debido a su alta movilidad.  Los trabajadores podrían capturar, cazar o molestar a la fauna silvestre.  El tránsito de vehículos y maquinaria incrementará el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento.	No se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes durante el mantenimiento.  Los cortes y desmonte se hará de forma paulatina y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.  El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos respetarán los límites de velocidad establecidos para disminuir el riesgo

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p>En los trabajos de campo se registraron 74 especies de vertebrados, distribuidas en 43 familias y 20 órdenes.</p>		<p>de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento. Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, por medio de capacitación constante sobre la importancia de la conservación de especies.</p> <p>Se realizarán actividades de vigilancia durante la Preparación del Sitio y Construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie, así como de su hábitat.</p> <p>Se les indicarán las acciones que se llevarán a cabo en caso de encontrar algún organismo durante las actividades de desmonte, además de establecer que está prohibido matar, molestar, cazar, capturar cualquier organismo.</p> <p>Se realizarán actividades de vigilancia durante la preparación del sitio y construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento o comercialización de alguna especie.</p> <p>Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento in situ. Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				<p>En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte se realizará acciones de ahuyentamiento y el rescate de la fauna silvestre (captura manual o por medios mecánicos) y reubicación en ambientes similares de donde fueron extraídos. Los sitios de reubicación serán identificados previamente.</p> <p>Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes, se aplicarán técnicas adecuadas para cada grupo de vertebrados.</p>
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/Ausencia	En el Proyecto autorizado no se registraron especies de fauna en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	En el área de la Proyecto se registraron dos especies de fauna en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, <i>Isthumura belli</i> y <i>Sciurus oculatus</i> .	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se contempla un Subprograma de Conservación de Flora y Fauna en donde en caso de encontrar especies en estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010 se contempla su rescate y reubicación

**Tabla VIII. 8 Escenario actual, con Proyecto y con las medidas de mitigación, medio socioeconómico**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Paisaje	Calidad	La calidad del paisaje es buena debido a las actividades de conservación y mantenimiento que se realizan en el área del Proyecto autorizado.	<p>En la etapa de preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales serán de carácter temporal.</p> <p>El desmonte y corte, así como la introducción de las viviendas y habilitación de caminos, serán las</p>	Solo se harán los desmontes y cortes en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de éstas.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			principales actividades que disminuirán la calidad de paisaje de forma permanente.	
Demografía	Tasa de crecimiento	Durante la etapa de operación y mantenimiento se generaron hasta 84 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.	Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto se contempla la generación de 67 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.	Se dará preferencia a la contratación de trabajadores de las localidades cercanas.
Calidad de vida de la población	Índice de marginación	El Municipio de Valle de Bravo tiene un índice de marginación baja. Sin embargo, al realizar un análisis a detalle se observa que en algunos parámetros el rezago es importante, como por ejemplo casi el 43.83% de las viviendas no tienen agua entubada y el 36.29% de la población tiene un ingreso de hasta dos salarios mínimos. El Proyecto autorizado genera empleos directos durante la etapa de operación y mantenimiento del sitio.	La Proyecto generará empleos directos durante la etapa de preparación del sitio por la contratación de 67 trabajadores, además de los empleos indirectos generados por el consumo de servicios y materiales. Durante la operación del Proyecto se generarán 42 empleos permanentes.	Se contratarán trabajadores de las localidades cercanas lo que implicará beneficios económicos a ellos y sus familias.
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	En el SAR no se registran sitios con valor cultural o histórico	La Proyecto no afectará a ningún sitio con valor cultural o histórico.	La Proyecto no afectará a ningún sitio con valor cultural o histórico.

## VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

El proyecto implica una modificación del paisaje y de la geomorfología al introducir en el ambiente elementos que contrastan con el entorno natural; cabe señalar que dicho contraste es sólo parcial, pues ya existen otros elementos urbanos de similares características, reflejados en la infraestructura ya existente en el sitio del Proyecto. No obstante, se prevé que las condiciones generales del sitio (actualmente con un grado importante de perturbación) y de las áreas circundantes mejoren en cuanto a sus características y en la función ambiental que desempeñan mediante la aplicación de las medidas de mitigación consideradas, lo que representará un impacto de alcance que va más allá del ámbito local.

El Proyecto tendrá un impacto en contribuir al desarrollo de los sectores económicos y del componente sociocultural. Contribuirá en un grado importante al mejoramiento de las condiciones del entorno. El proyecto considera la aplicación de las medidas de mitigación respectivas para contrarrestar el efecto de los impactos ambientales adversos que serán generados.

## VIII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Monitoreo Ambiental (PMA) es una herramienta básica cuyo propósito final es cumplir con el control ambiental mediante la aplicación de medidas, métodos y sistemas necesarios para el cumplimiento de las disposiciones jurídicas y normativas en la materia, así como las medidas de mitigación propuestas. Estos Programas se encuentran rigen el control ambiental en el Proyecto autorizado, la Proyecto contempla apegarse a los mismos.

El Programa de Vigilancia Ambiental contempla los siguientes subprogramas a fin de hacer del proyecto ambientalmente factible.

**Tabla VIII. 9 Objetivos del Reglamento, Subprogramas y/o Planes propuestos**

Reglamento, programa y/o plan	Objetivo
Reglamento General del Proyecto	<p>Establecer las reglas para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de uso del suelo, establecidos en los ordenamientos ecológicos aplicables y en el Plan de desarrollo urbano del Municipio de Valle de Bravo.</p> <p>Establecer lineamientos para cumplir con la normatividad ambiental en materia de emisiones a la atmósfera, ruido, residuos, suelo y agua.</p> <p>Concientizar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, agua, suelo, aire, vegetación y fauna.</p>
Subprograma de Manejo de Residuos	Prevenir y minimizar la generación de residuos sólidos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua.



Reglamento, programa y/o plan	Objetivo
Subprograma de Manejo Forestal y Reforestación	Conservar, restaurar y mejorar las condiciones del bosque que se registra en el Área del Proyecto. Garantizar la conservación del suelo y el control de la erosión mediante el manejo forestal y la reforestación.
Subprograma de Rescate y Manejo de Fauna	Mitigar los efectos negativos sobre las especies de fauna existentes, principalmente sobre aquellas especies relevantes para la conservación.
Plan de Prevención de Incendios Forestales	Implementar las acciones para evitar los incendios forestales en el Área del Proyecto y minimizar su impacto en caso de que se presenten.

## VIII.6 SEGUIMIENTO Y CONTROL

En la siguiente tabla se presentan las medidas de mitigación propuestas por componente ambiental, así como el indicador de seguimiento, forma de supervisión y etapa de implementación.

Cabe destacar que algunas medidas de mitigación son aplicables para prevenir, minimizar o compensar diferentes impactos, así por ejemplo el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado permite minimizar el riesgo de contaminación del suelo y agua, además de que contribuye a minimizar la disminución de la calidad acústica.



**Tabla VIII. 10 Medidas de seguimiento**

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
<b>Componente ambiental: Calidad del Aire y Acústica</b>				
Modificación de la calidad del aire.	<b>Medidas de prevención y control</b>			
	<p>Para el control de las emisiones a la atmósfera se llevarán a cabo las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado. Lo anterior aplica también a los motores de combustión interna de las plantas de emergencia utilizadas para soldadura.</li> <li>- Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra deberán considerar las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos.</li> </ul>	Cumplimiento/ No cumplimiento De acuerdo a lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos se establecerá como velocidad máxima permisible de 20 km/h en los caminos de terracería.</li> </ul>	Cumplimiento/ No cumplimiento	Se realizarán revisiones periódicas. Se registrará en bitácora las inspecciones internas realizadas y en su caso cualquier incidente.	Preparación del sitio y construcción
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El material granular que se transporte en camiones deberá estar cubierto con lonas para evitar la dispersión de partículas.</li> </ul>	No. de camiones con lonas	Bitácora de registro del número de camiones utilizados y con uso de lona.	Preparación del sitio y construcción	

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
Modificación de la calidad del aire.	- Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisiones de polvos. Esto se llevará a cabo principalmente durante la época de secas.	No. de pipas usada para el riego de áreas desmontadas	Bitácora de registro del número de pipas utilizadas. Se registrará el día y número de pipas contratadas.	Preparación del sitio y construcción
	- Queda prohibida la quema de los residuos sólidos, incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, así como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados, los anteriores considerados como residuos peligrosos.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la etapa de construcción del Proyecto. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	Preparación del sitio y construcción
	- Mantenimiento periódico del equipo y maquinaria.	Cumplimiento/ No cumplimiento acorde a la NOM-080-SEMARNAT-1994	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.	Todas las etapas

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
<p>Modificación de la calidad del aire y acústica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El Proyecto autorizado, contempla la implementación de un reglamento, el cual incluirá las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido que deberán seguir los habitantes y trabajadores de las casas y en las demás áreas.</li> </ul>	<p>Cumplimiento/ No cumplimiento</p>	<p>Presentación del Reglamento que garantice evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.</p>	<p>Operación y mantenimiento</p>
<p><b>Componente ambiental: Estructura y características fisicoquímicas del suelo</b></p>				
<p>Pérdida de suelo fértil.</p>	<p><b>Medidas de prevención y control</b></p>			
	<p>A continuación se describen las medidas de mitigación que se llevarán a cabo para minimizar la pérdida de suelos fértiles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte, despalme, nivelación, cortes y rellenos. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas.</li> </ul>	<p>Superficie (ha)</p>	<p>Planos con la ubicación de las áreas a desmontar y zonas de cortes y rellenos. Se realizarán inspecciones internas periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales. Se registrará en bitácora las inspecciones internas realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente.</p>	<p>Preparación del sitio y construcción</p>

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
	La capa de suelo fértil será recuperada una vez que se realice el desmonte, no se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión. Este suelo será utilizado posteriormente para las áreas verdes. No se recuperará el suelo en los sitios que se identifique menos de 10 centímetros de espesor promedio de capa de suelo vegetal.	Volumen (m <sup>3</sup> )	Bitácora de registro de los volúmenes recuperados, ubicación de los sitios en donde se almacenan.	Preparación del sitio y construcción
Pérdida de suelo fértil	Se implementará el compostaje de los residuos vegetales, empleándose en las diversas áreas del proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro.	Operación y mantenimiento
Contaminación del suelo	<b>Medidas de prevención y control</b>			
	Para minimizar el riesgo de contaminación al suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice, a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los posibles derrames al suelo.  El Proyecto se registrará de acuerdo al reglamento, el cual incluirá las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido que deberán seguir los habitantes y trabajadores de las casas, además del resto de las áreas que contempla el Proyecto.	No. de mantenimientos realizados	Bitácora de registro del mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado.	Preparación del sitio y construcción
	<b>Medida de restauración</b>			

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
	En caso de que exista un derrame sobre el suelo éste será recuperado y dispuesto como un residuo peligroso en sitios autorizados, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación del Reglamento que garantice evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.	Operación y mantenimiento
		No. de incidentes	Bitácora de registro de los incidentes y comprobantes de la disposición final de los residuos.	Todas las etapas
Incremento de los procesos erosivos	<b>Medidas de prevención y control</b>			
	<p>A continuación se describen las medidas para minimizar el incremento de los procesos erosivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los montones o acopios de suelo vegetal recuperado no se colocarán en lugares donde obstruyan drenajes naturales y puedan ser arrastradas por escorrentía superficial. Los montones de suelo vegetal deberán ser suficientemente estables para minimizar la pérdida de suelo vegetal por erosión eólica, lavado por lluvia, caída de terrones, etc.</li> <li>- No se prevé la extracción de humus, mantillo o suelo vegetal.</li> </ul>	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro de los sitios en donde se almacenó el suelo fértil, acompañado de anexo fotográfico. Se realizarán inspecciones internas periódicas para garantizar que se almacenan en forma adecuada. Se registrar en bitácora las inspecciones realizadas.	Preparación del sitio y construcción

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
	El Proyecto contempla los cortes mínimos y necesarios, solo aquellos que sean estrictamente requeridas para el desarrollo, entre otros fines para evitar la erosión.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro y presentación del Programa.	Todas las etapas
	Se implementará un Programa de Manejo Forestal y Reforestación, para recuperar aquellas zonas en donde se presenten problemas de erosión.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro y presentación del Programa.	Todas las etapas
	Los taludes de los caminos se reforestarán sólo con especies nativas siguiendo los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo Forestal y Reforestación.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro y anexo fotográfico.	Todas las etapas
	Se conservará una franja de amortiguamiento de 20 metros en cada uno de sus lados del vaso de captación, para evitar la erosión de sus orillas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro y anexo fotográfico.	Todas las etapas
	Los taludes de los caminos se reforestarán sólo con especies nativas siguiendo los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo Forestal y Reforestación.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro y anexo fotográfico.	Todas las etapas
	Establecer terrazas en los arbóreos que fueron extraídos, formando barreras para evitar la erosión y deslaves del material (principalmente en zonas con pendientes pronunciadas). Así mismo se recomienda plantar herbáceas y arbustos cuya finalidad será la fijación del suelo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora y planos de ubicación de las terrazas	Preparación del sitio y construcción
	Debido a la susceptibilidad de los horizontes minerales del suelo a la erosión hídrica en el cerro, se implementarán acciones de estabilización, estas serán planeadas en función de las características del suelo expuesto y la pendiente del terreno.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro y anexo fotográfico.	Todas las etapas



Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
	Se reducirá la altura del corte del talud para lograr un adecuado ángulo de reposo de los materiales, de preferencia se consolidarán inclinaciones que consideren un ángulo de reposo de 45° (inclinaciones 1:1).	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora y planos estructurales. Anexo fotográfico.	Preparación del sitio y construcción
Contaminación del suelo	<b>Medidas de prevención y control</b>			
	Para controlar los residuos sanitarios se contratarán sanitarios portátiles, uno por cada diez trabajadores. Se contratará una empresa para su mantenimiento periódico, la disposición final de los residuos estará a cargo de la empresa contratada y lo realizará en un sitio autorizado.	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de mantenimiento de los sanitarios y comprobantes de la disposición final de los residuos.	Preparación del sitio y construcción
	En las áreas de trabajo se llevará a cabo el manejo de los residuos sólidos de la siguiente forma:  - Se colocarán contenedores adecuados, suficientes y señalados para la colocación y separación de los diferentes tipos de residuos que se generen. La identificación mediante colores y letreros indicativos que permitirá una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar. - Los residuos sólidos se clasificarán y separarán en residuos orgánicos (restos de comida, inorgánicos no reciclables (cerámica, madera, envolturas de alimentos) y reciclables (papel, latas de aluminio, vidrio, metal y envases).	No. de contenedores por tipo de residuos.	Se llevará una bitácora del registro del manejo de los residuos acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Preparación del sitio y construcción
	- Los residuos serán trasladados periódicamente a un sitio autorizado; previa gestión con el Municipio de Valle de Bravo.	Volumen de residuos generados/volumen de residuos dispuestos en sitios autorizados	Bitácora de registro y comprobante de la disposición de los residuos.	Preparación del sitio y construcción y operación

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al término de la construcción del Proyecto, se llevará a cabo la limpieza de todo el sitio.</li> </ul>	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Registro en bitácora y anexo fotográfico.	Preparación del sitio y construcción y operación
Contaminación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las áreas de trabajo se llevará a cabo el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, a fin de evitar la contaminación del suelo. Algunas de las actividades más relevante que se llevarán a cabo son las siguientes:</li> <li>- Los contenedores de aceite, combustibles, líquidos producto de lavado de piezas y otras sustancias líquidas peligrosas, se almacenarán los contenedores sobre recipientes portátiles para contener derrames.</li> <li>- Los sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos, deberán almacenarse temporalmente bajo las condiciones que establece la normatividad ambiental vigente.</li> </ul>	No. de contenedores	Se mantendrán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos.	Preparación del sitio y construcción
	El manejo y traslado de los residuos considerados como peligrosos se ajustarán a las normas oficiales mexicanas.	No. de contenedores generados/No de contenedores dispuestos en sitios autorizados	Comprobantes del transporte y disposición final de los residuos.	Preparación del sitio y construcción
Contaminación del suelo	Al término de la etapa de preparación del sitio y construcción, el Área del Proyecto deberá quedar libre de todo tipo de residuo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Registro en bitácora y anexo fotográfico.	Preparación del sitio y construcción

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
	Se prohíbe el uso de herbicidas, como DDT y BHC.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Implementación del Reglamento General del Proyecto.	Todas las etapas
	El proyecto seguirá los lineamientos del Programa para el Manejo de Residuos que incluye las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos que deberán seguir los habitantes y trabajadores de las viviendas y demás áreas que contempla el Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación del Programa que garantice evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos y gaseosos.	Operación y mantenimiento
<b>Componente ambiental: Hidrología superficial</b>				
	<b>Medidas de prevención y control</b>			
Modificación del patrón de drenaje pluvial	<p>A continuación se describen las medidas planteadas para minimizar y controlar las afectaciones al patrón de drenaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se delimitará previamente las áreas en donde se llevarán a cabo excavaciones, cortes y rellenos. Por ningún motivo se realizarán actividades de excavación y relleno fuera de las áreas delimitadas.</li> <li>- Se registrar en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente.</li> </ul>	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afecten áreas adicionales.	Preparación del sitio y construcción

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
Modificación del patrón de drenaje pluvial	- No se acumulará material (residuos vegetales, suelo fértil, material de corte, etc.) sobre los cauces de los arroyos intermitentes o escurrimientos.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora con el registro de la disposición de todos los residuos generados y comprobantes. Se realizarán inspecciones internas periódicas sobre los cauces para garantizar que no se dispongan residuos sobre ellos. Esto se registrará en una bitácora.	Preparación del sitio y construcción
Modificación del patrón de drenaje pluvial	<b>Medida de restauración</b>			
	- En los escurrimientos más importantes se construirán puentes de tabloncillos de madera que permitirán el flujo libre del agua. Se dará un mantenimiento periódico, principalmente antes de la temporada de lluvias.	No. de puentes/ No. de escurrimientos importantes	Se realizarán inspecciones antes de la temporada de lluvias para garantizar el libre flujo del agua. Se registrará en bitácora las revisiones realizadas y/o acciones de mantenimiento.	Todas las etapas
Contaminación del agua	<b>Medida de prevención de control</b>			

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
	<p>- No se dispondrá ningún tipo de residuo en los cauces de ríos y arroyos intermitentes.</p>	<p>Cumplimiento/ No cumplimiento</p>	<p>Bitácora con el registro de la disposición de todos los residuos generados y comprobantes. Se realizarán inspecciones periódicas sobre los cauces para garantizar que no se está disponiendo residuos sobre ellos. Esto se registrará en una bitácora.</p>	<p>Preparación del sitio y construcción</p>
	<p>- Para controlar los residuos sanitarios y evitar la contaminación del agua, se contratarán sanitarios portátiles, uno por cada diez trabajadores. El mantenimiento periódico estará a cargo de una empresa autorizada que entregará la documentación correspondiente.</p>	<p>No. sanitarios/No. de trabajadores</p>	<p>Bitácora de registro del mantenimiento de los sanitarios y comprobantes de la disposición final de los residuos.</p>	<p>Preparación del sitio y construcción</p>
<b>Medida de prevención y control</b>				
	<p>El Proyecto contempla la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, el cual incluirá las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos que deberán seguir los habitantes y trabajadores de las casas además de las otras áreas que contempla el Proyecto.</p>	<p>Cumplimiento/ No cumplimiento</p>	<p>Presentación e implementación del Programa.</p>	<p>Operación y mantenimiento</p>

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
Contaminación del agua	Se prohibirá el uso de herbicidas, como DDT y BHC.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación e implementación del Programa.	Operación y mantenimiento
	El Proyecto contempla cumplir con los ordenamientos legales en caso de requerirse el uso de plaguicidas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación e implementación del Programa.	Operación y mantenimiento
	El Proyecto contempla el tratamiento y reuso de las aguas residuales que se generen.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación e implementación del Programa.	Operación y mantenimiento
Disminución de agua subterránea	<b>Medidas de prevención y control</b>			
	En el proyecto autorizado mediante el Oficio No. DFMARNAT/1937/2014 con fecha 9 de Mayo de 2014, se concedió que cada vivienda almacena agua pluvial en cisternas y estanques artificiales, mismos que abastecerán de agua las tres viviendas del Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora del registro de los métodos de captación utilizados. Incluir anexo fotográfico.	Operación y mantenimiento
	Se llevará a cabo el tratamiento del agua residual y se reutilizarán en el riego de las áreas verdes, para disminuir el consumo de agua.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Bitácora de registro de la operación y mantenimiento de cada planta de tratamiento.	Operación y mantenimiento
<b>Componente ambiental: Vegetación</b>				
Disminución de la	<b>Medidas de prevención y control</b>			



Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se delimitará previamente las áreas a ser desmontadas y despalmadas.	Superficie desmontada (ha)	Implementación de un Reglamento de construcción que garantice el cumplimiento de los instrumentos legales aplicables. Plano con las superficies de desplantes.	Preparación del sitio y construcción
	El Proyecto cumplirá con los criterios establecidos en los Ordenamientos Ecológicos y del Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Implementación de un Reglamento de construcción que garantice el cumplimiento de los instrumentos legales aplicables. Plano con las superficies de desplantes.	Todas las etapas
	El Proyecto operará con los lineamientos del Programa de Manejo Forestal y Reforestación, en el cual se establecerán las acciones de saneamiento, calendario y monitoreo, para evitar la propagación de plagas en caso de que estas se registren, con el fin de conservar el bosque.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación.	Todas las etapas
	El Proyecto contempla implementar el Plan de Prevención de Incendios Forestales.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación del Plan de Prevención de incendios forestales.	Todas las etapas
Disminución de la	Medidas de compensación			

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	El Proyecto operará con el Programa de Manejo Forestal y Reforestación, donde se establecerán las acciones de saneamiento, calendario y monitoreo, para evitar la propagación de plagas (en caso de registrarse), con el fin de conservar el bosque.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación.	Todas las etapas
Incremento a la fragmentación	Medidas de compensación			
	Alrededor de cada rancho se respetará la vegetación nativa a fin de asegurar su desarrollo y crecimiento.	Superficie desmontada/ superficie total por rancho (has)	Implementación de un Reglamento de construcción que garantice el cumplimiento de los instrumentos legales aplicables.	Preparación del sitio y construcción
Disminución de la cobertura vegetal	El material de corte considerado como desperdicio está formado por rocas y fragmentos de estas, por lo que deberá ser dispuesto dentro de un banco de tiro, previamente identificado y autorizado por la autoridad competente.	Superficie desmontada/ superficie total por rancho (has)	Implementación de un Reglamento de construcción que garantice el cumplimiento de los instrumentos legales aplicables.	Preparación del sitio y construcción
Afectación de las	Medida de control y restauración			

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
especies de flora silvestre en estatus de conservación	El Proyecto contempla las siguientes acciones con el fin de proteger a las especies nativas y promover su crecimiento, incluyendo las especies en estatus de conservación, acorde a los trabajos realizados en campo se registraron cuatro especies <i>Symplocos citrea</i> , <i>Tilia Americana</i> , <i>Cupressus lusitanica</i> y <i>Saurauia serrata</i> , aunque no dentro del área de desplante.  Se hará el retiro de eucaliptos para evitar que estos modifiquen la riqueza del suelo y desplacen especies locales menos agresivas.	No. de organismos retirados	Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación.  Bitácora del registro de los organismos retirados, indicando especie con un anexo fotográfico.	Todas las etapas
	Se llevará a cabo el retiro y/o trasplante de especies comerciales que actualmente están abandonadas, las cuales enraizaron de manera superficial, en una retícula cerrada y poco natural. Se retirarán principalmente aquellas especies adultas deformadas por fototropismo o hacinamiento, se recuperarán especies que por sus dimensiones y características sean útiles para reforestar espacios previamente deforestados.	No. de organismos retirados y/o trasplantados En el caso de los organismos trasplantados se indicará la tasa de sobrevivencia	Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación.  Bitácora del registro de los organismos retirados y/o trasplantados, indicando especie y en su caso reubicación anexo fotográfico.	Todas las etapas

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
<p>Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación</p>	<p>Se llevará a cabo el diagnóstico de los individuos existentes que aporten un valor ambiental en el Área donde se llevará a cabo el Proyecto y se realizará su tratamiento para combatir plagas, retiro de hierba y poda de saneamiento.</p>	<p>No. de organismos tratados y tasa de sobrevivencia</p>	<p>Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación. Bitácora del registro de los organismos tratados indicando especie. Se reportará la tasa de sobrevivencia. Se tendrá un anexo fotográfico.</p>	<p>Todas las etapas</p>
<p>Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación.</p>	<p>A continuación se describen las medidas para minimizar y controlar la afectación de las especies de flora silvestre, particularmente sobre las especies con algún estatus de conservación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de realizar las actividades de desmonte se identificarán y recuperarán aquellas especies factibles de ser reubicadas como son: las epífitas y orquídeas. Antes del traslado de los organismos, se identificarán los sitios en donde serán reubicados, ya que deberán tener características similares a los sitios en donde se encuentran los organismos a ser trasladados.</li> </ul>	<p>No. de organismos reubicados</p>	<p>Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación. Bitácora del registro de los organismos reubicados, indicando especie, número de organismos reubicados por especie, sitio de reubicación y anexo fotográfico.</p>	<p>Preparación del sitio. Una semana antes de realizar las actividades de desmonte</p>
<p><b>Componente ambiental: Fauna</b></p>				

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	El Programa contempla implementar un Programa de rescate y manejo de fauna.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación el implementación del Programa de rescate y manejo de fauna.	Todas las etapas
	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de especies en estatus de conservación según la NOM- 059-SEMARNAT-2010, se promoverá la conservación y restauración del hábitat de las especies de fauna.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación e implementación del Programa de rescate y manejo de fauna.	Todas las etapas
	No se llevarán a cabo desmontes fuera de las áreas previamente delimitadas, no se utilizará fuego para realizar los desmontes.	Superficie (ha)	Implementación de un Reglamento de construcción.	Preparación del sitio. Una semana antes de realizar las actividades de desmonte
	El desmonte se hará de forma paulatina y direccional, con el fin de promover el desplazamiento de la fauna hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Implementación de un Reglamento de construcción. Bitácora con el registro de cómo se realizó el desmonte, fecha, punto de inicio y dirección en que se llevó a cabo.	Preparación del sitio y construcción

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	Se harán recorridos en las áreas que serán desmontadas, para realizar actividades de ahuyentamiento, promoviendo el desplazamiento de la fauna silvestre a las áreas colindantes.	No. de recorridos	Presentación e implementación del Programa de rescate y manejo de fauna. Se registrará en una bitácora de los recorridos realizados, indicando fecha y trayectoria.	Preparación del sitio. Una semana antes de realizar las actividades de desmonte
	En caso de encontrar algún organismo será reubicado de inmediato en las áreas más cercanas que conserven vegetación natural y con características similares. Por ningún motivo se deberá eliminar organismos.	No. de organismos rescatados	Presentación e implementación del Programa de Rescate de Flora y Fauna. Bitácora de registro de cada organismo reubicado con fotografías y coordenadas de reubicación.	Etapa de preparación del sitio y construcción
	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas, en caso de los animales domésticos, como gatos y perros sólo podrán estar en áreas designadas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Presentación e implementación del Programa de rescate y manejo de fauna.	Todas las etapas



Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
Disminución del hábitat de la fauna silvestre	El Proyecto cumplirá con los criterios establecidos en los Ordenamientos Ecológicos y del Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo.	Cumplimiento/No cumplimiento	Implementación de un Reglamento de construcción que garantice el cumplimiento de los instrumentos legales aplicables. Verificación interna del establecimiento de la zona de amortiguamiento y anexo fotográfico.	Todas las etapas
<b>Componente ambiental: Paisaje</b>				
Modificación del paisaje	Medida de prevención y control			
	Se delimitará previamente las áreas a ser desmontadas, no se realizará fuera de estas áreas.	Superficie (ha)	Implmentación de un Reglamento de Construcción que garantizará el cumplimiento de los instrumentos legales aplicables. Presentación de un plano con las superficie desplante.	Todas las etapas

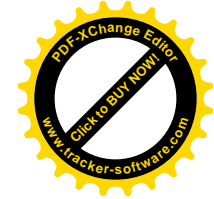
Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
	Alrededor de cada rancho se respetará la vegetación nativa a fin de asegurar su desarrollo y crecimiento.	Superficie (ha)	Implementación de un Reglamento de construcción. Verificación interna de promoción al respeto de la vegetación y anexo fotográfico.	Preparación del sitio y construcción
	El Proyecto implementará el Programa de Manejo Forestal y Reforestación, donde se establecen las acciones de saneamiento, calendario y monitoreo para evitar la propagación de plagas, en caso de que estas se registren con el fin de conservar el bosque.	Cumplimiento/ cumplimiento	No Presentación del Programa de Manejo Forestal y Reforestación.	Todas las etapas
Medida de restauración y compensación				
	El Proyecto promoverá la conservación de la vegetación nativa aledaña a cada rancho y evitará la introducción de elementos artificiales que disminuyan la calidad del paisaje.	Cumplimiento/ cumplimiento	No Implementación de un Reglamento de construcción. Verificación interna del establecimiento de las bardas verdes y anexo fotográfico.	Todas las etapas
<b>Componente ambiental: socioeconómico</b>				

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
Incremento del bienestar de la población	Medida de prevención y control			
	Se dará preferencia a la contratación de personal de localidades cercanas.	No. de personas de las localidades cercanas contratadas	Se registrará en bitácora el número de trabajadores en las localidades.	Etapas de preparación del sitio y construcción
Educación Ambiental	<p>Se llevarán a cabo pláticas a los trabajadores sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de residuos haciendo énfasis en la importancia de la separación de los residuos.</li> <li>- Manejo de residuos peligrosos, en caso de que se generen, serán dirigidas principalmente hacia operadores de maquinaria y equipo.</li> <li>- Manejo adecuado de equipo y maquinaria para evitar problemas de contaminación de suelo y agua.</li> <li>- Conservación de la flora y fauna silvestre.</li> </ul>	No. de pláticas realizadas	Se registrará en bitácora las pláticas realizadas. Fecha, tema y no de trabajadores que asistieron.	Etapas de preparación del sitio y construcción



## **IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

Esta información se presenta en el apartado de ANEXO del presente documento.



## X. BIBLIOGRAFÍA

Actualización Del Modelo De Ordenamiento Ecológico Del Territorio Del Estado De México, Publicado En Gaceta De Gobierno del Estado de México el 19 De Octubre De 2006.

Aguilar Miguel, X. y Casas-Andreu, G. 2009. Anfibios y reptiles. en: Ceballos, G. R. List et. al. (Coord.), 2009. La diversidad biológica del Estado de México. Gobierno del Estado de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. Pp. 125-130.

Aguilar-Miguel Xochil, Casas-Andreu G, Cardenas-Ramos PJ, Cantellano-de Rosas E. 2009. Análisis especial y conservación de los anfibios y reptiles del Estado de México. Ciencia Ergo Sum 16(2): 171-180.

Altamirano-Álvarez Tizoc, Soriano-Sarabia Mariana, Torres-Reyes Sergio. 2006. Anfibios y reptiles de Tepetzotlán, Estado de México. Rev. Zool. 17: 46-52.

AOU (American Ornithologists' Union). 1998. Check-List of North American Birds. American Ornithologists' Union, Washington D.C.

Aranda, J. M. S. 2000. Rastros de los mamíferos silvestres de México. INIREB. Xalapa, Ver., México.

Aranda, J. M. S. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. 255.

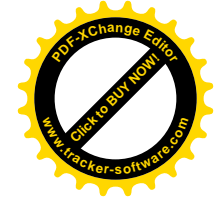
Arita, H. T. 1993. Riqueza de Especies de la Mastofauna de México. Pp. 109-128, in Avances en el Estudio de los Mamíferos de México (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F. 464 p.

Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología, 2: 33-71.

Arita, H. T. y G. Rodríguez. 2004. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio proyecto Q068. México, D.F.

Arita, H.T. y G. Rodríguez. 2004. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de Datos SNIB-CONABIO Proyecto Q068. México, D.F.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.



Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of environmental management* 53, 91-99.

Carleton, M. D., J. Arroyo-Cabrales. 2009. Chapter 3. Review of *Oryzomys couesi* complex (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in western of Mexico. *Bulletin American Museum Natural History*, No. 131: 94-127.

Casas Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez-Bautista. 1991. Como hacer una colección de Anfibios y Reptiles. Cuadernos del Instituto de Biología 10. Univ. Nac. Aut. Méx. 68 p.

Casas-Andréu, G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y Reptiles de México, LIMUSA, México, DF. 87 p.

Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez-Bautista. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuadernos del Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. p. 68.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Fondo de Cultura Económica. México.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO. Fondo de Cultura Económica. México D.F. Primera Edición.

Ceballos, G. y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología, Nueva Época*, 2: 27-80.

Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de Endemicidad. Pp. 87-108, en: R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. 1*, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.

Ceballos, G., List *et. al.* (Coord.), 2009. La diversidad biológica del Estado de México. Gobierno del Estado de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Cervantes, F., Castro-Campillo, A. y Ramírez-Pulido, J. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Inst. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 65 (1): 177-190.

Colwell, R. K. "Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples". Version 9 (2013). User's Guide and application published at: <<http://purl.oclc.org/estimates>>.

Comisión Nacional Forestal. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. SEMARNAT-CONAFOR. Zapopan, Jal. Méx. 298 pp.





CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Capital Natural y Bienestar Social: p. 104.

CONABIO. 2009. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAPO. 2010. Índice de Marginación.

Chávez, C. y G. Ceballos. 1998. Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3:113-134.

Chávez, C., Ceballos, G., List, R., Salazar, I. y Espinosa Ávila L.A. 2009. Mamíferos. en: Ceballos, G. R. List et. al. (Coord.), 2009. La diversidad biológica del Estado de México. Gobierno del Estado de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. Pp.145-152.

Chesser, R. Terry, Burns, K. J., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A. W., Lovette, I. J., Rasmussen, P. C., Remsen, J. V., Rising, J. D., Stotz, D. F. y K. Winker. 2017. Eighty-eight supplement to the American Ornithological Society Check-list of North American Birds. *The Auk*, 134(3):751-773.

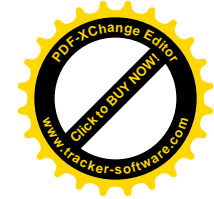
Chesser, R. Terry, Richard C. Banks, F. Keith Barker, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Irby J. Lovette, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, James D. Rising, Douglas F. Stotz, Kevin Winker. 2009. Fiftieth supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds. *Auk* 126(3):705-714.

Chesser, R. Terry, Richard C. Banks, F. Keith Barker, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Irby J. Lovette, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, James D. Rising, Douglas F. Stotz, Kevin Winker. 2010. Fifty-first supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds. *Auk* 127(3):726-744.

Chesser, R. Terry, Richard C. Banks, F. Keith Barker, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Irby J. Lovette, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, James D. Rising, Douglas F. Stotz, Kevin Winker. 2011. Fifty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds. *Auk* 128(3):600-613.

De Sucre-Medrano, A.E. Ramírez Bastida, P., Gómez De Silva, H. y Ramírez Varela, S. 2009. Aves. en: Ceballos, G. R. List et. al. (Coord.), 2009. La diversidad biológica del Estado de México. Gobierno del Estado de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. Pp.131-144.

DOF. 2010. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana 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. Pp. 1-78.



Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. "The significance of environmental impacts: An exploration of concepts". *Environmental Management* 10, 1-10.

Escalante, P., Sada, A. M. y Robles-Gil P. 1996. Listado de Nombres comunes de las Aves de México. CONABIO-Sierra Madre, México. Versión de Internet del 21 de septiembre de 1998.

Ezcurra, E., 1995, "La evaluación de impacto ambiental", *Gaceta Ecológica*, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.

FitzPatrick, E. 1984. Suelos, su formación, clasificación y distribución. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México. 430 p.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2007. Riqueza de la herpetofauna. In: Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). pp. 407-420. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. CONABIO., UNAM.

Flores-Villela, O., F. Mendoza Q. y G. González. 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. *Publ. Esp. Mus. Zool., Fac. Cienc.* 10: 1-285.

Flores-Villela, O., F. y P. Geréz. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. 2 ed. UNAM.

Frost D. R., T. Grant, J. Faivovich, R. H. Bain, A. H. Célio, F. B. Haddad, R. O. De Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S. C. Donnellan, C. J. Raxworthy, J. A. Campbell, B. L. Blotto, P. Moler, R. C. Drewes, R. A. Nussbaum, J. D. Lynch, D. M. Greenand y W. C. Wheeler. 2006. The Amphibian Tree of Life. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 297:1-370.

García, E., 2004, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México*, quinta edición. Series libros, No. 6. Instituto de Geografía, UNAM. 90 p.

GEM (2007) Base de Datos EM-DATAGEM- Riqueza de Especies. Versión 1. Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, Departamento de Diagnóstico. Tlalnepantla de Baz, Estado de México.

González García, F. Y H. Gómez de Silva. (2002). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras de Ita. (Eds.). *Conservación de Aves: Experiencias en México*. CIPAMEX. México, D.F. pp: 150-194.

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley & Sons Inc. Vols. I y II. New York. In. Vos. I y II. New York.

*Handbook of the Birds of the World Alive*. del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). Lynx Edicions, Barcelona. Retrieved from [http://www.hbw.com] accessed on [August 2017].



Heralecky, K. T. M. 1990. Seguimiento del ciclo biológico de *Ambystoma mexicanum* en cautiverio. Tesis de licenciatura. UAM Xochimilco. 96 p.

Howell, S. N. G. y S. Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, p. 851.

Howell, S.N.G. y S. Webb 1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York, Estados Unidos 851 p.

Instituto de Geografía (Coordinado por A. García Silberman). 1990. Atlas Nacional de México. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Electrocutación de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, México. 78 p.

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645, Washington.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Ultima reforma 2008. Diario Oficial de la Federación, 24 de Noviembre de 2008.

Ley General De Vida Silvestre Y Su Reglamento, última reforma publicada el 26 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.

Ley General de Vida Silvestre. Ultima reforma 2011. Diario Oficial de la Federación, 07 de junio de 2011.

Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente Y Su Reglamento En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental, última reforma publicada el 5 de noviembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.

Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos, última reforma publicada el 7 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.

Liner A. E. 2007. A checklist of the amphibians and reptiles of Mexico. Occasional papers museum of natural science. Number 80.

Liner, E. A. 2007. Checklist of the amphibians and reptiles of México. Occ. Pap. Mus. Nat. Sci. Louisiana St. Univ., 80: 60.

Llorente-Bousquets, J., A. Garcés, T. Pulido e I. Luna. 1990. Manual de recolección y preparación de animales. UNAM, México, D.F. p. 270.

Miranda, F. 1941. Estudios sobre la vegetación de México I. La vegetación al sur de la meseta del Anahuac: El Cuajotial. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. 12: 569 - 614.



Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.

Monroy-Vilchis et al. 2011. Mamíferos de la Sierra Nanchititla, Estado de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:237-248.

Museo de las Aves de México. 2003. Museo de las Aves de México. Saltillo, Coahuila, México. Última actualización del sitio 28-mar-2012.

N. BOUZA, C. & Covarrubias, D. (2005). Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. Revista Investigación Operacional. Vol. 26, No. 2.

National Geographic Society. 2000. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. 3th ed. Washington, D.C.

Navarro, A. G. y A. T. Peterson. 2007. Mapas de distribución potencial de las aves de México. [<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>] revisado [Agosto de 2017].

Neotropical Birds. The Cornell Lab of Ornithology. [<https://neotropical.birds.cornell.edu/>] accessed on [August 2017].

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. 2015. Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. SEMARNAT.

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible" publicada el 6 de marzo de 2007 en el Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, "Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición", publicada el 13 de septiembre de 2007 en el Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana 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. Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 30 de diciembre de 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995.



Ochoa-Ochoa, L., O. Flores-Villela, U. García-Vázquez, M. Correa-Cano y L. Canseco-Márquez. (2006). 'Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México. Extraído del proyecto DS009: 'Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México'. Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera' Facultad de Ciencias, UNAM. Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México.

Pérez L. Y et al. 2011. Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México. Boletín Sociedad Botánica de México. 88:35-53.

Peterson R.T y E. L. Chalif. 2008. Aves de México: Guía de Campo. 1ª Edición del World Wildlife Fund (WWF). Editorial Diana. 473 p.

Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Ed. Diana, México D. F.

Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México, publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 19 de mayo del año 2008.

Pyron, A. y J. Wiens. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. Mol. Phylog. Evol., 61:543-583.

Ralph C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture. 44 p.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, p. 46.

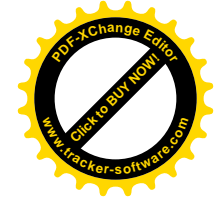
Ramírez-Bautista A., Hernández-Salinas Uriel., García-Vázquez Omar., Leyte-Manrique A. Y Canseco-Márquez L., 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación. 1ª Edición. UAEH y CONABIO pp. 213.

Ramírez-Pulido, J, A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. Cervantes. 1996. Lista Taxonómica de los Mamíferos Terrestres. Occas. Papers Mus; Texas Tech Univ, 158: 1-62.

Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo y A. Castro. 1986. Guía de los mamíferos de México. Referencias hasta 1983. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, D. F, 720 p.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A.L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. "List of Recent Land Mammals of Mexico". Special Publications of the Museum of Texas Tech University. 2014. Number 63: p. 1-69.

Ramírez-Pulido, J., R. López-Wilchis, C. Müdspacher, I. Lira. 1982. Catálogo de los mamíferos terrestres nativos de México. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D. F. 125 p.



Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Nuevo reglamento. Diario Oficial de la Federación, 21 de febrero de 2005.

Romahn de la V., C.F.; H. Ramírez M. y J.L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 354 p.

Romero-Almaraz, M. de L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2000. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Facultad de Ciencias, UNAM. 151 pp + IV.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 1406 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México.

Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan Herbarium 9:1-123.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2012. México, D.F.

SEGOB. Enciclopedia de los municipios de México. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/>. Consultada en septiembre de 2011.

The Reptile Database. Uetz, P., Freed, P. & Jirí Hošek (eds.) [ <http://www.reptile-database.org>] accessed on [February 2018].

VertNet. National Science Foundation. [ <http://vertnet.org/>] accessed on [February 2018].

Villa R. B. & F. A. Fernández. 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica Instituto de Biología. UNAM. México.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference. Vols. I y II. The Johns Hopkins University, EEUU.

Zarco-Espinosa, VM; Valdez-Hernández, JI; Angeles-Perez, G y Castillo-Acosta, O. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Universidad y ciencia [online]. 2010, vol.26, n.1 [citado 2017-06-07], pp.1-17. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792010000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792010000100001&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0186-2979.