PROGRAMA DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL SIERRA DE LAS CRUCES, CIUDAD DE MÉXICO. HACIA UN MODELO SOCIAL INCLUYENTE

ENTREGA FINAL

16 DE NOVIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COORDINACIÓN DE HUMANIDADES
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS SOBRE LA CIUDAD

Universidad Nacional Autónoma de México

Coordinación de Humanidades

Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad

Dr. Javier Delgado Campos
Director

Mtra. Jessica Bautista Vergara
Secretaria Técnica Académica

Mtra. Mariana Sánchez Vieyra
Secretaria Técnica de Proyectos

Mat. Manuel Hernández Rosales
Secretario Técnico

Lic. Graciela Chávez Olvera
Jefa de Publicaciones

Mtra. Ana Lorena Valle Cornavaca
Jefa de Planeación y Seguimiento

Lic. Verónica Mendoza Mora
Jefa de Difusión y Prensa

Mtro. Álvaro Paipilla Daza
Jefe de Procesos y Sistematización de Información

Lic. Claudia Inés Mendoza Gallardo
Delegada Administrativa

C. Alberta Moreno Pérez
Responsable de la Biblioteca

Mtro. César Olguín Camacho
Técnico Académico de la Biblioteca

Coordinación Técnica

Dr. G. Javier Delgado Campos

PUEC, UNAM

Coordinación Académica

Dr. Jorge F. Cervantes Borja

Facultad de Arquitectura, UNAM

Investigación

Mtro. Armando Peralta Higuera

Dr. Enrique Pérez Campuzano

Geóg. Miguel Ángel Ramírez Beltrán

Instituto de Geografía, UNAM

Mtro. Antonio Suárez Bonilla

Dr. Alejandro Esteban Marambio Castillo

Mtra. Daniela Barrañón Gallardo

Mtra. Ma. Elena Hernández Pandelí

Facultad de Arquitectura, UNAM

Dra. Julieta Jujnovsky Orlandini

Facultad de Ciencias, UNAM

Dr. Luis Miguel Alejandro Galindo Paliza

Dr. Saúl Basurto Hernández

Mtro. Luis F. González Martínez

Facultad de Economía, UNAM

Mtro. Miguel Ángel Cancino Aguilar

UAM – Azcapotzalco

Asesores

Mtro. Oscar Manuel Ramírez Flores

Lic. Saraí Morales Reygadas

Mtro. Diego David Reygadas Prado

Dra. Rosalía Gómez Uzeta

Asistentes

Mtra. Yazmín Carrillo Mata
Lic. Reynol González Vizcarra
Pas. Paulina Guadalupe Reyes Martínez
Lic. Gustavo Rodríguez Gallegos
Lic. Fernando Javier Sánchez Contreras
Pas. Ángel Velázquez Pérez

PUEC, UNAM

Mtra. Jessica Bautista Vergara
Mtra. Mariana Sánchez Vieyra
Urb. J. Alberto Rojo Monterrubio
Lic. Verónica Mendoza Mora
Lic. Eduardo Carbajal Barrón

Contenido

I. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 1

I.1 Delimitación de la unidad geográfica..... 2

I.1.1 Definición conceptual 8

I.1.2 Contexto regional 9

I.2 Caracterización ambiental 11

I.2.1 Servicios ecosistémicos de las barrancas..... 37

I.2.2 Condiciones ambientales 46

I.3 Dimensión sociodemográfica..... 65

I.4 Hacia la nueva economía urbana 92

I.4.1 Contexto económico urbano 95

I.4.2 Valoración económica de los servicios ecosistémicos 98

1.4.3 Servicio de polinización..... 106

I.4.4 Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono en suelos y bosques..... 116

I.4.5 Servicios de los ecosistemas en bosques..... 129

I.4.6 Servicios ecosistémicos en AVA..... 133

I.4.7 Energías renovables y residuos (botellas de plástico) 135

I.4.8 La nueva economía urbana del siglo XXI: empleos verdes y servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX..... 136

I..9 Políticas públicas para la nueva economía urbana del siglo XXI 141

Conclusiones..... 144

II. ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE USOS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN ÁREAS SELECCIONADAS 148

II.1 Usos del suelo y vegetación en áreas específicas de las barrancas seleccionadas 148

AVA Tarango 150

AVA Becerra Tepecuache 153

AVA Mixcoac-Atzoyapan 155
AVA Magdalena Eslava 156
AVA Tecamachalco 158
AVA Echánove. 159
II. 2 Calidad del hábitat en las barrancas seleccionadas 162
II.3 Almacenamiento de carbono en las barrancas seleccionadas 174
AVA Becerra Tarango 177
AVA Becerra Tepecuache 179
AVA Mixcoac-Atzoyapan 181
AVA Magdalena Eslava 184
AVA Tecamachalco 186
AVA Echánove 188
II.4 Valoración de la calidad de paisaje para fomentar la recreación pasiva y activa, así como las actividades al aire libre 190
II.4.1 Recorridos para avistamiento de aves 230
II.5 Localización de espacios con aptitud para actividades ecoturísticas en las barrancas seleccionadas 233
II.5.1 Atributos ambientales y territoriales 236
II.5.2 Accesibilidad 236
II.5.3 Calidad de hábitat 237
II.5.4 Calidad visual del paisaje 238
II.5.5 Cercanía relativa a espacios públicos 241
II.5.6 Fijación de carbono 243
III. ESTUDIO DE RESCATE Y VALOR AMBIENTAL DE LAS BARRANCAS .. 263
III.1 Visión integrada del marco regional para la factibilidad para la ubicación de sitios de anteproyectos 263
III.2 Anteproyecto de cosecha de agua 273
III.2.1 Análisis de las cuencas de las barrancas 273
III.2.2 Análisis de la precipitación y la temperatura por cuenca hidrográfica 282
III.2.3 Cosecha de lluvia 286

III.2.4 Conservación y captación en nanocuencas 303
III.3 Proyecto de economía y empleo sustentable 306
III.3.1 Servicios de provisión para cultivos agrícolas 306
III.3.2 Servicio de polinización 307
III.3.3 Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono en bosques y suelos 308
Valor monetario del carbono en suelos 312
III.3.4 Valor monetario de los servicios de captura y almacenamiento de carbono en bosques y suelos 315
III.3.5 Servicios de los ecosistemas en bosques 318
III.3.6 Servicios ecosistémicos en ANP y turismo de naturaleza 319
III.3.7 Generación de empleos verdes 321
III. 4 Anteproyecto de ecoturismo, red de senderos y sitios aptos para actividades ecoturísticas y de conservación 327
III.4.1 Actividades exteriores y utilidad de las redes de senderos en barrancas 327
III.4.2 Infraestructura verde y conectividad urbano-rural 329
III.4.3 Conectividad entre barrancas 331
III.4.4 Red de senderos ecoturísticos de usos múltiples 332
III.4.5 Recomendaciones generales sobre la implementación de la red de senderos ecoturísticos 345
III.4.6 Propuesta de espacios vegetales 354
III.4.7 Presupuesto estimado y números generadores 357
III.5 Acciones de participación social en la conservación de barrancas .. 368
IV. GOBERNANZA PARA LA SUSTENTABILIDAD 383
IV.1 Proyecto de revisión para mejorar la naturaleza jurídica de las barrancas para su protección eficaz 383
IV.1.1 Diagnóstico ciudadano 387
IV.1.2 Marco jurídico e institucional 390

IV.1.3 Regulación de barrancas en algunos ordenamientos jurídicos de la CDMX 416
IV.1.4 Autoridades que participan en la gestión de las AVA 433
IV.1.5 Estrategia para fortalecer el marco jurídico e institucional en materia de AVA 436
IV.1.6 Alcances para la regulación de las barrancas como AVA 446

REFERENCIAS 454

Cuadros

Cuadro 1. Microcuencas que conforman la región de estudio 8
Cuadro 2. Servicios ecosistémicos de los tipos de ecosistemas de la CDMX 38
Cuadro 3. Servicios ecosistémicos 40
Cuadro 4. AVA en la zona de estudio 42
Cuadro 5. Zonificación del PGOEDF en la zona de estudio 44
Cuadro 6. Vías principales en la zona de estudio 86
Cuadro 7. Número de denuncias por tema 91
Cuadro 8. Servicios de los ecosistemas 101
Cuadro 9. Contribución de los SE en el sector agrícola por el método del precio unitario de la renta del recurso 104
Cuadro 10. Tasas de dependencia de los cultivos al servicio de polinización basado en la pérdida de rendimiento en ausencia de polinizadores 108
Cuadro 11. Tasas de dependencia de los cultivos en las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras 109
Cuadro 12. Valor económico de la demanda potencial de polinización animal 2003-2020 (con tasas de dependencia) 111
Cuadro 13. Distribución del índice de oferta de polinización animal en las áreas agrícolas de las alcaldías 113
Cuadro 14. Valor económico de la oferta potencial de polinización animal 2003-2020 (con tasas de dependencia e índice de oferta de polinizadores) 113
Cuadro 15. Valor económico de la polinización animal 2003-2020 (con tasas de dependencia y ajuste por distancia a los hábitats dentro de las barrancas) 115
Cuadro 16. Síntesis del valor de la polinización 116
Cuadro 17. Existencias y secuestro de Carbono Orgánico en Suelos (COS) 119
Cuadro 18. Valor anual del almacenamiento y secuestro de COS 122
Cuadro 19. Valor total anual del COS 123
Cuadro 20. Valor total anual del carbono en COS y biomasa en bosques (almacenamiento y secuestro) 123

Cuadro 21. Existencias y secuestro de carbono en biomasa 126
Cuadro 22. Valor anual del almacenamiento y secuestro de carbono en biomasa 128
Cuadro 23. Valor total anual del carbono en biomasa..... 129
Cuadro 24. Valores de los servicios de los ecosistemas de los bosques..... 130
Cuadro 25. Estimaciones del valor de los SE de los bosques (USD)..... 131
Cuadro 26. Valores de los Servicios de los Ecosistemas en bosques 132
Cuadro 27. Valor monetario de las AVA por el servicio de turismo de naturaleza con un metaanálisis 134
Cuadro 28. Valor monetario de los SE de las barrancas en la CDMX 135
Cuadro 29. Valor monetario de los Servicios ecosistémicos de las barrancas en la CDMX..... 139
Cuadro 30. Ingresos por tipo de actividad. Ciudad de México. Cuarto trimestre 2021: estimaciones preliminares..... 140
Cuadro 31. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del ava Tarango 152
Cuadro 32. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Becerra Tepecuache..... 154
Cuadro 33. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Mixcoac Atzoyapan..... 156
Cuadro 34. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Magdalena Eslava 157
Cuadro 35. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Tecamachalco..... 159
Cuadro 36. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Echánove..... 160
Cuadro 37. Criterios de normalización para la irregularidad del terreno (pendiente) 164
Cuadro 38. Criterios de normalización para la cobertura de suelo densa (uso de suelo y vegetación) 165

Cuadro 39. Criterios de normalización para descargas de aguas residuales (promedio entre distancia a puntos de descarga y centro del cauce) 165
Cuadro 40. Criterios de normalización para tiraderos de residuos sólidos (distancia) 165
Cuadro 41. Criterios de normalización para vialidades (distancia)..... 165
Cuadro 42. Pesos de influencia asignados a capas rasterizadas 167
Cuadro 43. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo y vegetación 177
Cuadro 44. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Tarango 178
Cuadro 45. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Becerra Tepecuache..... 180
Cuadro 46. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Mixcoac-Atzoyapan 182
Cuadro 47. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Magdalena Eslava..... 185
Cuadro 48. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Tecamachalco..... 187
Cuadro 49. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo en el AVA Echánove 189
Cuadro 50. Factores para la valoración de la calidad visual del paisaje 190
Cuadro 51. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 22 de junio de 2022, AVA Tarango 192
Cuadro 52. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 22 de junio de 2022, AVA Tarango..... 194
Cuadro 53. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 23 de junio de 2022, AVA Tarango..... 196
Cuadro 54. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 23 de junio de 2022, AVA Tarango..... 197

Cuadro 55. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 24 de junio del 2022, AVA Tarango..... 200
Cuadro 56. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 24 de junio de 2022, AVA Tarango..... 202
Cuadro 57. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 29 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache-Sección La Loma..... 204
Cuadro 58. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 29 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma..... 205
Cuadro 59. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 29 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma..... 207
Cuadro 60. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 30 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma..... 210
Cuadro 61. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 30 de junio del 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma..... 211
Cuadro 62. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 1o de julio de2022, AVA Magdalena-Eslava 213
Cuadro 63. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 2 de julio de 2022, AVA Magdalena-Eslava 215
Cuadro 64. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 2 de julio 2022, AVA Magdalena-Eslava 217
Cuadro 65. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 4 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac..... 219
Cuadro 66. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 5 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac..... 221
Cuadro 67. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 8 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac..... 223
Cuadro 68. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 8 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac..... 224
Cuadro 69. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 3, 8 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac..... 226

Cuadro 70. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 6 de julio del 2022, AVA Echánove 228
Cuadro 71. Especies observadas en las AVA Barranca Tarango y Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma 231
Cuadro 72. Valores utilizados para las variables espaciales para el cálculo de calidad de paisaje 239
Cuadro 73. Matriz para evaluación del proceso jerárquico analítico (Saaty) para determinar los pesos por atributo seleccionado 245
Cuadro 74. Superficies en valores cuantitativos de accesibilidad relativa 248
Cuadro 75. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de calidad de hábitat 249
Cuadro 76. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de calidad visual del paisaje 250
Cuadro 77. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de cercanía relativa a espacios públicos 251
Cuadro 78. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de almacenamiento de carbono 251
Cuadro 79. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de aptitud para el ecoturismo 252
Cuadro 80. Especies utilizadas durante las jornadas de reforestación en las AVA 2022 260
Cuadro 81. Aptitud para el ecoturismo de cada AVA 271
Cuadro 82. Marcha anual de temperatura (°C) 284
Cuadro 83. Precipitación media en microcuencas 286
Cuadro 84. Registros de precipitación máxima diaria en milímetros 289
Cuadro 85. Precipitación máxima mensual en mm. Promedio ajustado 289
Cuadro 86. Precipitación máxima diaria probable en mm para periodos de retorno 291
Cuadro 87. Microcuenca La Venta 294
Cuadro 88. Microcuenca La Magdalena Contreras Norte 298

Cuadro 89. Cosecha de agua Barranca Tarango 303
Cuadro 90. Cosecha de agua Barranca Becerra Tepecuache 303
Cuadro 91. Servicios de los ecosistemas 306
Cuadro 92. Existencias y secuestro de carbono en biomasa 310
Cuadro 93. Valor anual del almacenamiento y secuestro de carbono en biomasa 311
Cuadro 94. Valor total anual del carbono en biomasa 311
Cuadro 95. Existencias y secuestro de Carbono Orgánico en Suelos (COS) 313
Cuadro 96. Valor anual del almacenamiento y secuestro de COS 314
Cuadro 97. Valor total anual del COS 314
Cuadro 98. Valor total anual del carbono en COS y biomasa en bosques (almacenamiento y secuestro) 316
Cuadro 99. Valores de los SE en bosques 319
Cuadro 100. Valor monetario de las AVA por el servicio de turismo de naturaleza con un meta-análisis 320
Cuadro 101. Valor monetario de los Servicios ecosistémicos de las barrancas en la CDMX 323
Cuadro 102. Salarios por tipo de actividad. Ciudad de México. Cuarto trimestre 2021 324
Cuadro 103. Resumen general de partidas 357
Cuadro 104. Precios unitarios Barranca Río Becerra Tepecuache. Desglose por conceptos 357
Cuadro 105. Precios unitarios Barranca Tarango. Desglose por conceptos 358
Cuadro 106. Resumen general de generadores. Números generadores de obra en ambas barrancas 358
Cuadro 107. Referencia de números generadores. Río Becerra Tepecuache 360
Cuadro 108. Números generadores de obra. Barranca Río Becerra Tepecuache 360
Cuadro 109. Números generadores de obra. Barranca Tarango 365
Cuadro 110. Referencia de números generadores. Tarango 366

Cuadro 111. Definiciones del modelo PER 368
Cuadro 112. Indicadores del método PER 369
Cuadro 113. Número de denuncias por tema 381
Cuadro 114. ANP federales de México 392
Cuadro 115. ANP federales en la CDMX 393
Cuadro 116. ANP decretadas por el Gobierno del Distrito Federal 395
Cuadro 117. Barrancas decretadas como AVA por el Gobierno de la Ciudad de México 401
Cuadro 118. Programas de Manejo publicados para las barrancas decretadas como AVA en la CDMX 402
Cuadro 119. Programas de Manejo para las AVA de la CDMX por fecha de publicación en la GOCDMX 406
Cuadro 120. Instrumentos normativos para la protección de las barrancas 417
Cuadro 121. Principales instancias gubernamentales con competencia en las barrancas. 434
Cuadro 122. Contenido de los Proyectos de PGD y el PGOT relacionado con espacios sujetos a protección y áreas verdes 438

Mapas

Mapa 1. Criterios para la delimitación de la zona de estudio 5
Mapa 2. Delimitación regional de la zona de estudio 7
Mapa 3. Unidades climáticas..... 13
Mapa 4. Unidades edafológicas 17
Mapa 5.Topografía..... 21
Mapa 6. Hipsometría..... 22
Mapa 7. Unidades geológicas 25
Mapa 8.Geomorfología..... 27
Mapa 9. Hidrología..... 29
Mapa 10. Uso de suelo y vegetación 36
Mapa 11. Categorías de conservación o protección dentro de la zona de estudio 45
Mapa 12. Índice de Degradación Ecológica en la zona de estudio 48
Mapa 13. Índice de impacto antropogénico..... 49
Mapa 14. Índice de Capital Natural 50
Mapa 15. Tasa de crecimiento 2000-2010 67
Mapa 16. Población de 65 años y más 69
Mapa 17. Grado promedio de escolaridad 71
Mapa 18. Ocupantes por vivienda..... 73
Mapa 19. Hacinamiento 74
Mapa 20. Marginación y violencia 76
Mapa 21. Hogares con jefatura femenina 78
Mapa 22. Rezago del espacio público..... 80
Mapa 23. Densidad de unidades económicas..... 82
Mapa 24. Densidad de unidades económicas de comercio 83
Mapa 25. Densidad de unidades económicas de servicios..... 84
Mapa 26. Desempleo 85
Mapa 27. Vías principales en la zona de estudio 87
Mapa 28. Corredores de transporte 89

Mapa 29. Distribución de la tierra agrícola en la CDMX 103
Mapa 30. Valor de los Servicios de los Ecosistemas en la producción agrícola . 105
Mapa 31. Índice de oferta de polinización animal..... 112
Mapa 32. Distancia entre las barrancas y las tierras agrícolas 114
Mapa 33. Usos del suelo y vegetación en el AVA Tarango 152
Mapa 34. Usos del suelo y vegetación en el AVA Becerra Tepecuache..... 154
Mapa 35. Usos del suelo y vegetación en el AVA Mixcoac-Atzoyapan 155
Mapa 36. Usos del suelo y vegetación en el AVA Magdalena-Eslava..... 157
Mapa 37. Usos del suelo y vegetación en el AVA Tecamachalco 158
Mapa 38. Usos del suelo y vegetación en el AVA Echánove..... 160
Mapa 39. Sitios de verificación en campo 161
Mapa 40. Calidad de hábitat AVA Tarango..... 168
Mapa 41. Calidad de hábitat AVA Becerra Tepecuache..... 169
Mapa 42. Calidad de hábitat AVA Mixcoac-Atzoyapan..... 170
Mapa 43. Calidad de hábitat AVA Magdalena Eslava..... 171
Mapa 44. Calidad de hábitat AVA Tecamachalco..... 172
Mapa 45. Calidad de hábitat AVA Echánove 173
Mapa 46. Almacenamiento de carbono en el AVA Tarango 179
Mapa 47. Almacenamiento de carbono en el AVA Becerra Tepecuache..... 181
Mapa 48. Almacenamiento de carbono en el AVA Mixcoac-Atzoyapan..... 183
Mapa 49. Almacenamiento de carbono en el AVA Magdalena-Eslava 185
Mapa 50. Almacenamiento de carbono en el AVA Tecamachalco 187
Mapa 51. Almacenamiento de carbono en el AVA Echánove..... 189
Mapa 52. Aptitud para para el ecoturismo AVA Tarango..... 253
Mapa 53. Aptitud para para el ecoturismo AVA Becerra Tepecuache 254
Mapa 54. Aptitud para para el ecoturismo AVA Mixcoac-Atzoyapan 255
Mapa 55. Aptitud para para el ecoturismo AVA Magdalena Eslava..... 256
Mapa 56. Aptitud para para el ecoturismo AVA Tecamachalco..... 257
Mapa 57. Aptitud para para el ecoturismo AVA Echánove 258
Mapa 58. Ubicación de sitio de recorrido de campo..... 264

Mapa 59. Modelo digital de elevaciones 278
Mapa 60. Reclasificación del modelo digital de elevaciones. Susceptibilidad de acumulación de agua por la diferencia de alturas 279
Mapa 61. Pendientes del terreno 280
Mapa 62. Zonas con susceptibilidad a la acumulación de agua 281
Mapa 63. Zonas propuestas para cosecha de agua 301
Mapa 64. Zonas propuestas para cosecha de agua 302
Mapa 65. Recorridos ciclistas en Strava 331
Mapa 66. Conectividad peatonal y ciclista 332

Figuras

Figura 1. Macizo de la Sierra de las Cruces y talud 8
Figura 2. Proporción de coberturas de uso de suelo y ecosistemas por geoforma. 34
Figura 3. Comportamiento de los usos de suelo y vegetación 35
Figura 4. AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma 51
Figura 5. AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma 52
Figura 6. AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma 52
Figura 7. AVA Barranca Echánove 53
Figura 8. AVA Barranca Echánove 53
Figura 9. AVA Barranca Echánove 54
Figura 10. AVA Barranca Atzoyapan-Mixcoac 54
Figura 11. AVA Barranca Atzoyapan-Mixcoac 55
Figura 12. AVA Barranca Atzoyapan-Mixcoac 55
Figura 13. AVA Barranca Tarango 56
Figura 14. AVA Barranca Tarango 56
Figura 15. AVA Barranca Tarango 57
Figura 16 AVA Barranca Magdalena-Eslava 57
Figura 17. AVA Barranca Magdalena-Eslava 58
Figura 18. AVA Barranca Magdalena-Eslava 58
Figura 19. AVA Barranca Tecamachalco 59
Figura 20. AVA Barranca Tecamachalco 59
Figura 21. AVA Barranca Tecamachalco 60
Figura 22. AVA Barranca Tarango. Obstrucción del cauce con carrocería abandonada 62
Figura 23. AVA Barranca Tarango. Acumulación de residuos sólidos en la presa Tarango 63
Figura 24. Modelo de cobertura vegetal y abundancia de polinización 107
Figura 25. Fauna identificada en campo 232

Figura 26. Costo de distancia en barranca Tarango considerando caminos y accesos 237
Figura 27. Calidad de paisaje en barranca Tarango 241
Figura 28. Deportivo Valentín Gómez Farías, contiguo a barranca Mixcoac 242
Figura 29. Cercanía relativa a espacios públicos en la barranca Mixcoac Atzoyapan 243
Figura 30. Ejemplo de conversión a formato ráster y normalización de valores de mapas de atributos 244
Figura 31. Visión sobre la localización de los espacios con aptitud para el desarrollo de actividades ecoturísticas en las AVA 271
Figura 32. Condición de Aptitud para el ecoturismo en las AVA 273
Figura 33. Condición de torrencialidad 283
Figura 34. Marcha anual de temperatura 284
Figura 35. Perfil del cauce principal 295
Figura 36.. Intensidad media de lluvia 295
Figura 37.. Precipitación neta máxima en 24 horas 296
Figura 38.. Gasto máximo 296
Figura 39. Perfil del cauce principal 299
Figura 40.. Intensidad media de lluvia 299
Figura 41. Precipitación neta máxima en 24 horas 300
Figura 42. Gasto máximo 300
Figura 43.. Contribución de los servicios de captura y almacenamiento de carbono de los ecosistemas en las barrancas (%). 312
Figura 44.. Contribución de los servicios de captura y almacenamiento de carbono de los ecosistemas en las barrancas (%). 315
Figura 45. Distribución del valor anual de almacenamiento y secuestro de carbono por barranca (%) 317
Figura 46. Distribución del valor anual de del SE tema de bosques por barranca (%) 319

Figura 47.. Distribución del valor anual del servicio de ANP y de turismo de naturaleza en las barrancas (%) 321
Figura 48. Zona de la barranca 334
Figura 49. Baños Públicos en el Parque Tête d'Or, Lyon, Francia 335
Figura 50. Foro al aire libre en el Nido de Quetzalcóatl 336
Figura 51. Módulo de vigilancia en Ciudad de México 336
Figura 52.Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo A – Circuito 1 337
Figura 53. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo A – Circuito 2 338
Figura 54. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo A – Circuito 3 338
Figura 55. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo B – Circuito 1 339
Figura 56. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo B – Circuito 2 339
Figura 57. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo B – Circuito 3 340
Figura 58. Zonificación propuesta 341
Figura 59. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 1 – Circuito 1 343
Figura 60. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 2 – Circuito 1 343
*Figura 61.*Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 1 – Circuito 2 344
Figura 62. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 2 – Circuito 2 344
Figura 63. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 1 – Circuito 3 345
Figura 64.. Pendiente tipo 1. Barranca Becerra Tepecuache 347
Figura 65. Pendiente tipo 1. Barranca Tarango 347
Figura 66. Proceso constructivo pendiente tipo 1 348
Figura 67. Pendiente tipo 2. Barranca Río Becerra Tepecuache 349
Figura 68. Pendiente tipo 2. Barranca Tarango 349
Figura 69. Proceso constructivo pendiente tipo 2 350
Figura 70. Pendiente tipo 3. Barranca Río Becerra Tepecuache 350
Figura 71. Pendiente tipo 3. Barranca Tarango 351
Figura 72. Proceso constructivo pendiente tipo 3 352
Figura 73. Visualización conceptual de sendero de usos múltiples en la barranca Tarango 352

Figura 74. Sección conceptual de la zona para avistamiento de aves en Barranca Río Becerra Tepecuache para apreciación de la biodiversidad y el paisaje natural 353
Figura 75. Visualización conceptual de mirador con retranques de piedra para zona de avistamiento de aves en la barranca Río Becerra Tepecuache 353
Figura 76. Paleta vegetal. Árboles – Bosque de galería 354
Figura 77. Paleta vegetal. Árboles – Matorral 355
Figura 78. Paleta vegetal. Arbustos - Bosque mixto..... 355
Figura 79. Paleta vegetal. Arbustos – Matorral 356
Figura 80. Paleta vegetal. Herbáceas 356
Figura 81. Tramos A, B y C de la red de senderos en la Barranca de Río Becerra Tepecuache..... 359
Figura 82. Esquema sobre el aclareo de vegetación de acuerdo al tipo 1 de sendero 361
Figura 83. Esquema sobre el aclareo de vegetación de acuerdo al tipo 2 de sendero 362
Figura 84. Esquema sobre el aclareo de vegetación de acuerdo al tipo 3 de sendero 362
Figura 85. Ubicación de curvas tipo Z con retranques de piedra 363
Figura 86. Esquema de retranques para miradores, curvas tipo Z y curvas de ascenso. 363
Figura 87. Cruce con retranque de piedra. 364
*Fig*ura 88. Barrera física de piedras para curvas tipo Z. 364
Figura 89. Tramo A del circuito de senderos en la Barranca de Tarango 366
Figura 90. Ubicación de curvas tipo Z con retranques de piedra 367

I. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con el Programa de Gobierno 2019-2024, la Ciudad de México (CDMX) se requiere un modelo de desarrollo urbano y económico que reduzca la contaminación, conserve y restaure sus recursos naturales, disminuya la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que provocan el cambio climático y se adapte al mismo a través del manejo sustentable de sus recursos naturales.

El eje 2 del mismo Programa establece que los objetivos del gobierno deben enfocarse en generar crecimiento económico que redunde en mayor bienestar social, especialmente para aquellos sectores que han sido tradicionalmente excluidas de los ciclos económicos de la ciudad, que genere seguridad, mejore el medio ambiente y potencie los beneficios de la conservación ecológica. Un esquema de desarrollo sustentable que respete y fomente otras formas de subsistencia, de economía social, comunitaria y solidaria frente a los problemas ambientales locales y globales.

Como parte de la respuesta que se debe atender para cumplir territorialmente con los objetivos del Eje 2, con este estudio se busca coadyuvar a la conservación del Sistema de Barrancas del poniente de la CDMX y su desarrollo socioeconómico sustentable a través del impulso de actividades recreativas, como la educación ambiental, la sensibilización ecológica y el ecoturismo, considerando en todos ellos la incorporación social de comunidades asentadas en las barrancas y su entorno.

El análisis abarca 3 escalas geográficas:

a) Escala 1:50,000, para ubicar el marco de la unidad geográfica regional del área de estudio en el pie de monte de la Sierra de las Cruces.
b) Escala 1:20,000, que integra el cuadro sistémico de las funciones geoecodinámicas de unidad geográfica que conforman seis barrancas principales, localizadas en las alcaldías de Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Cuajimalpa. Dichas barrancas son: Echánove,

Tecamachalco, Becerra-Tepecoache, Mixcoac, Tarango y Magdalena-Eslava.

c) Escala 1: 4,000, que precisa los lugares donde se ubicarán los anteproyectos de ecoturismo, recreación y educación ambiental, que permitirán el desarrollo social, económico y ambiental que se busca para el bienestar de la población local.

I.1 Delimitación de la unidad geográfica

A finales del siglo pasado el paradigma de la sostenibilidad o sustentabilidad fue tomando un creciente posicionamiento en casi todas las dimensiones de la planeación -económica, social, ambiental, urbana y política-. La necesidad de lograr el enfoque de desarrollo sustentable de largo plazo es el requerido para la conservación ambiental, que hoy en día es una cuestión prioritaria para el bienestar con seguridad de la sociedad en general. Uno de los avances más relevantes a partir de esta nueva visión de desarrollo sustentable y la concepción de los procesos socioambientales es la idea de concebir al territorio como recurso y factor de desarrollo y no sólo como soporte físico para las actividades y los procesos económicos (Troitiño, 2006 y Porto 2001), resalta que durante las últimas cuatro décadas el mundo ha experimentado un proceso de reorganización social cuya dimensión territorial es fundamental. El territorio como sujeto ha sido redimensionado, revalorizando la funcionalidad de la visión de la escala local–regional en los procesos de desarrollo sustentable.

El concepto de territorio ha sido abordado por diversas disciplinas y ampliado por numerosos enfoques (Marchionni *et al*., 2014). Por su parte, Raffestin (2011) afirma que el espacio es la materia prima, algo previo a cualquier pensamiento y a cualquier práctica, por lo tanto, el territorio deviene de un espacio en el que deben participar actores, quienes mediante relaciones sociales lo van construyendo y transformando, hasta que deja de ser sólo un soporte físico para pasar a ser una construcción colectiva e histórica y, por ende, social (Benedetti, 2011; Haesbaert, 2011; Marchionni *et al*., 2014). La conceptualización de territorio está ligada a la de

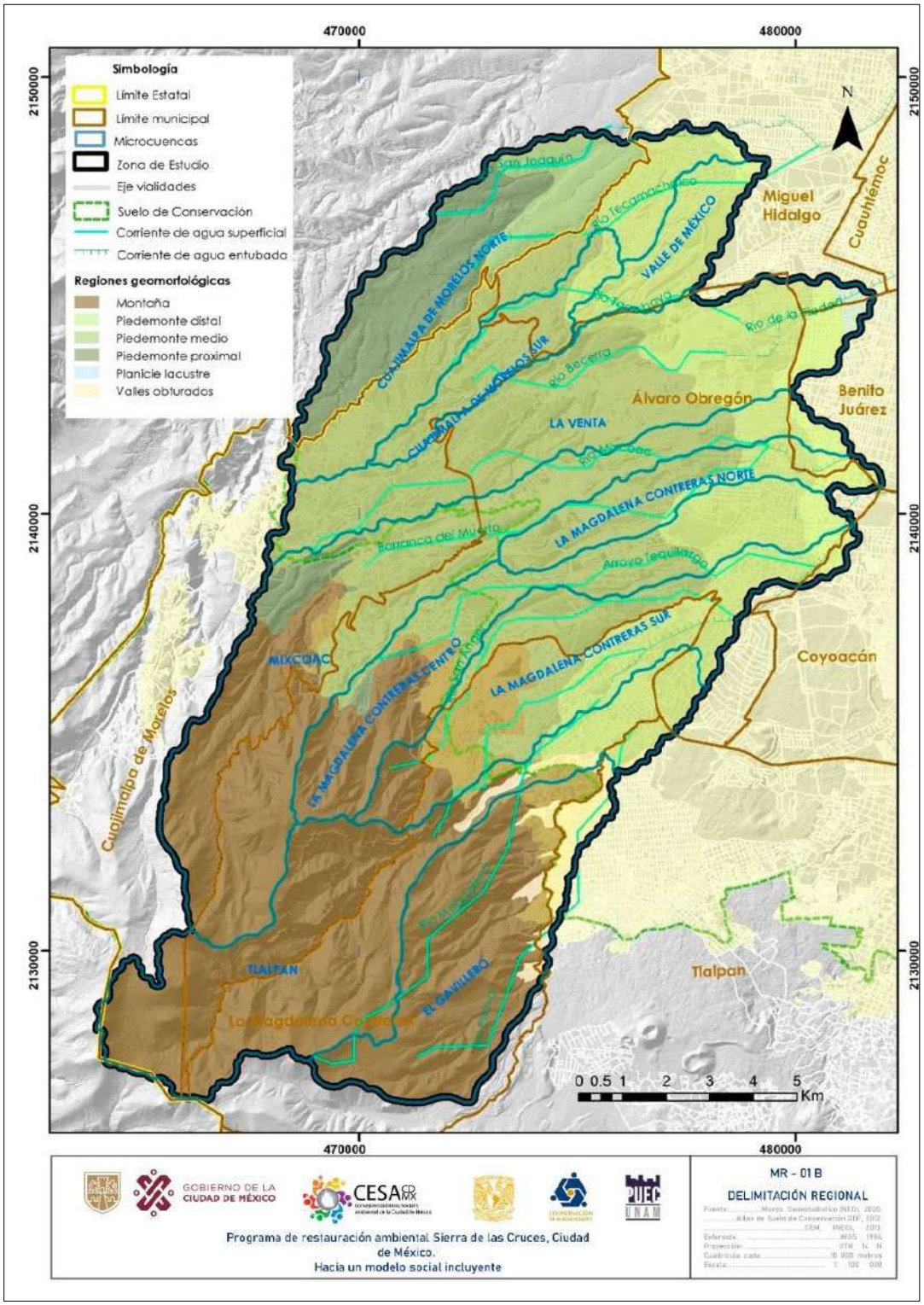
territorialización, entendida como el fruto de la interacción entre las relaciones sociales y el control del o por el espacio, el cual implica relaciones de poder (Haesbaert, 2011), de esta manera, se percibe al territorio como un conjunto de formas representativas en las que se conjugan las relaciones sociales del pasado y del presente, que se manifiestan a través de procesos y funciones (Santos, 1996).

Se han propuesto muy diversos enfoques para la regionalización o clasificación del territorio con fines de análisis, gestión o planificación, aunque en su mayoría destacan visiones de corte sectorial que priorizan un enfoque sobre otro. Las dos propuestas más utilizadas bajo un enfoque ambiental son la delimitación de regiones o paisajes bajo una visión geomorfológica y el uso de cuencas para la determinación de territorios integrales con una óptica hidrológica.

Las cuencas hidrográficas, además de ser los territorios vinculados al ciclo hidrológico, son espacios geográficos donde los grupos y comunidades comparten identidades, tradiciones y cultura, asimismo los lugares en donde socializan y trabajan los seres humanos en función de la disponibilidad de recursos naturales renovables y no renovables. La principal razón y el fundamento teórico que la sitúa por encima de otras entidades de planeación ambiental es que la cuenca hidrográfica interconecta todo el espacio geográfico que la constituye a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía (Walker *et al.,* 2006). En las cuencas, la naturaleza obliga a reconocer necesidades, problemas, situaciones y riesgos hídricos comunes, por lo que parecería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas también comunes; además de la práctica de principios básicos como corresponsabilidad y solidaridad en el cuidado y preservación de los recursos naturales, que permitan la supervivencia de la especie Todo lo que se ejecuta en el área de una microcuenca repercute en la disponibilidad y calidad del agua. Esta es la principal razón técnica para considerar la microcuenca hidrográfica como factor clave de planificación y gestión del territorio - paisaje.

En tal perspectiva el uso de unidades geomorfológicas es la base para el encuadre y la delimitación de la región del talud de la Sierra de las Cruces, así como de su análisis y caracterización con las microcuencas correspondientes a las barrancas, permitieron determinar el área regional que presenta una relación directa con las áreas de interés y al mismo tiempo manifiesta una integralidad hidrológica y paisajística (Mapa 1).

Mapa 1. Criterios para la delimitación de la zona de estudio

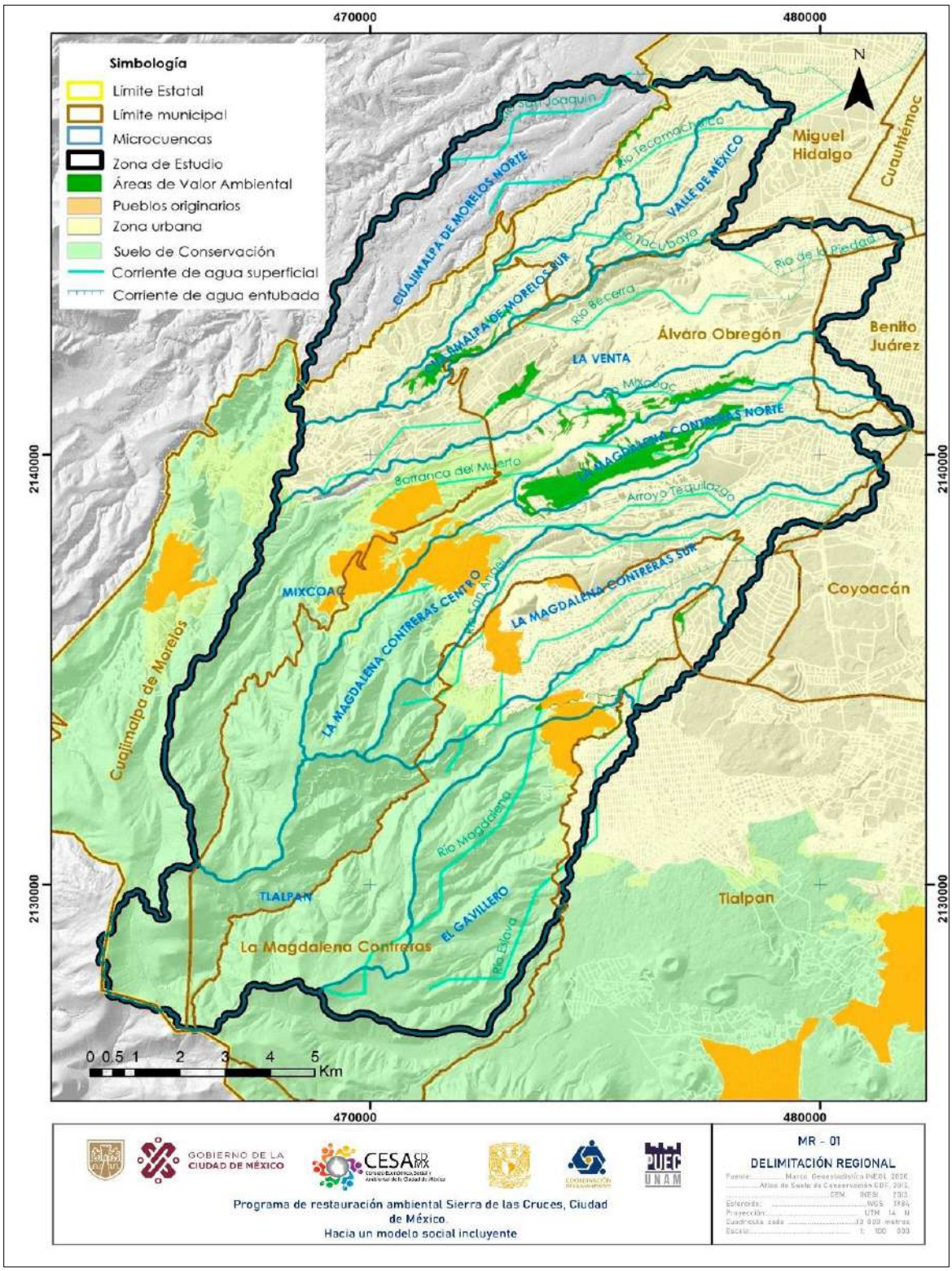


Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2020 y GDF, 2012

Para la delimitación de las microcuencas correspondientes a las distintas barrancas de interés, se determinaron las zonas de captación y drenaje, utilizando una combinación de métodos semiautomatizados y técnicas manuales-digitales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con datos de la red hidrográfica nacional escala 1:50,000 del INEGI y un modelo digital de elevación LIDAR del mismo instituto con resolución de 5 m. Se aplicó el modelo Hydrologic Modeling (HM) de Arc Gis, que determinó las direcciones de las corrientes. Este modelo trabaja con la topografía de la cuenca, simulando escurrimientos superficiales. Consiste en determinar todas las celdas que drenan a una en particular. Se evalúa el recorrido del flujo para cada celda a partir de la malla de direcciones de flujo. De esta manera, aquellas celdas que tengan mayor acumulación del flujo serán las que forman los canales de drenaje. La delimitación de cada microcuenca se comenzó por la desembocadura, siguiendo los puntos más elevados hasta cerrar el circuito. Se utilizó el software Arc Gis 10.5, con sus respectivas extensiones.

A través de este proceso y bajo los criterios antes mencionados, se obtuvo el polígono que delimita la unidad geográfica del área de estudio en el piedemonte de la Sierra de la Cruces, el cual ocupa una superficie de 22,230 *ha*, ocupando territorio de las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Miguel Hidalgo y Coyoacán. Es importante resaltar que una porción de la región se introduce en territorio del Estado de México, lo anterior responde a que derivado de los criterios empleados para delimitar la región de estudio, buscando un visión sistémica e integrada del espacio en la que no se consideraron límites artificiales o administrativos. No obstante, el ámbito de acción formal del proyecto se acotará al territorio de la CDMX y esta superficie solo se analiza a partir de las interrelaciones o efectos que este espacio genera dentro del territorio de la CDMX (Mapa 2).

Mapa 2. Delimitación regional de la zona de estudio



Fuente: Elaboración con base en INEGI (2020) y GDF (2012).

Como se observa en la imagen anterior, la región de estudio se conforma por 10 microcuencas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Microcuencas que conforman la región de estudio

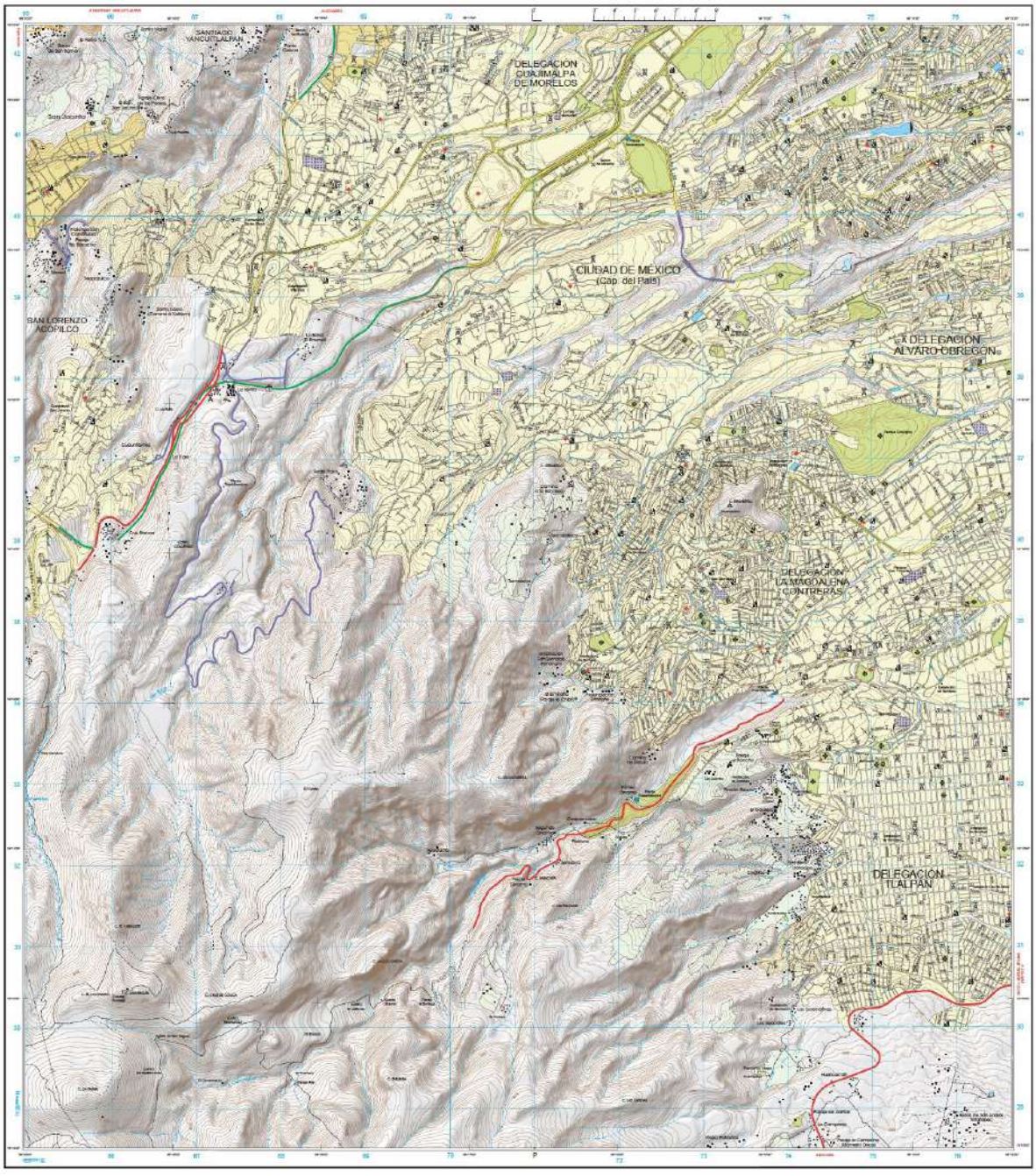
Microcuenca	Superficie (Ha)
Cuajimalpa de Morelos Norte	2,964.78
Mixcoac	3,766.75
Tlalpan	3,478.93
Valle de México	631.43
Cuajimalpa de Morelos Sur	693.80
La Venta	2,985.32
La Magdalena Contreras Norte	892.54
La Magdalena Contreras Centro	2,133.29
La Magdalena Contreras Sur	2,300.08
El Gavillero	2,383.81

Fuente: elaboración propia.

I.1.1 Definición conceptual

La caracterización del hábitat y la estructura de la unidad de vida, el estudio de los requerimientos ambientales de las especies de organismos, la conservación biológica, la distribución de las especies, la caracterización de zonas de vida con la variación de hábitats y sus diferencias multiescalares en el paisaje son características que han sufrido fuertes impactos y degradación causada por las actividades humanas. Esto es más notorio en las barrancas del poniente de la CDMX que, sin embargo, conserva relictos de naturaleza con hábitats que interaccionan fuertemente con el cambio de los factores ambientales y culturales cuyo conocimiento geoecosistémico es una cuestión central para el manejo sustentable del paisaje geográfico local y regional (Figura 1).

Figura 1. Macizo de la Sierra de las Cruces y talud



Fuente: INEGI,1970

I.1.2 Contexto regional

La aproximación geoecosistémica se presenta como una estrategia de integración dirigida a romper los debates dicotómicos, las escalas de análisis discordantes y las diferencias conceptuales. Metodológicamente, esta integración puede conseguirse

a través de la observación y el análisis científico de problemas ambientales que, por su complejidad o por su carácter de frontera entre varios temas de investigación, como en el caso de la percepción del paisaje, no puedan ser abordados por ninguna disciplina de una forma unilateral y necesitan una aproximación de conjunto (Pickett et al., 1994).

Por otra parte, resulta evidente que una aproximación integrada y global al estudio y la gestión del medio natural no puede dejar fuera de su marco teórico y metodológico a la especie dominante en el planeta en términos ecológicos: el homo sapiens. El ser humano, por el gran tamaño de su población y su elevado desarrollo científico-tecnológico, ha hecho y hace del medio natural del que forma parte, un uso tan intenso y desordenado que se ha convertido en la "especie ingeniera" del ecosistema más importante del planeta (Jones et al., 1994). En la actualidad, la combinación del crecimiento gradual de la población humana y el incremento per cápita de la demanda de energía, agua y todo tipo de recursos, está generando sobre el sistema biofísico global -Ecósfera- unos inusitados niveles de presión e impacto.

Por este motivo, la sociedad humana y sus actividades económicas no deben entenderse como un elemento externo que perturba, desde fuera el medio natural, sino como un componente dinámico que actúa desde dentro de los ecosistemas. Aspectos como las tendencias demográficas, sociales, culturales o económicas deben ser internalizadas como parte de los flujos biogeoquímicos e hidrológicos de los ecosistemas, desde escalas pequeñas hasta el nivel de cuencas hidrográficas y biósfera (Folke et al., 1996). En otras palabras, las interacciones entre los colectivos humanos y la naturaleza se han hecho tan estrechas que es necesario recurrir a un enfoque ecológico-sociológico-económico para poder desarrollar, de una forma realista y segura, modelos de gestión del medio natural que sean viables a largo plazo.

Considerando estas orientaciones, para identificar la región que ocupa el sistema de barrancas de la CDMX al que pertenecen la mayor parte de AVA con categoría de

barranca, objeto de estudio del presente proyecto, se analizaron diversos enfoques para delimitar la zona en la que será posible realizar los análisis de manera sistémica e identificar las interacciones que generan problemáticas en el territorio y también las áreas de oportunidad para impulsar el correcto manejo de los recursos naturales y detonar un desarrollo social y económico asociado al patrimonio natural en la región.

Entre el macizo montañoso de la Sierra de las Cruces y la planicie exlacustre, hoy ocupada por el área urbana de la CDMX, se dispone el talud ocupado por las barrancas alineadas, en lo general, con dirección suroeste a noreste.

I.2 Caracterización ambiental

El área de estudio posee condiciones geomorfoedafológicas, cuencas, ecosistemas, regiones prioritarias, límites político-administrativos y grupos sociales que la hacen particularmente importante para la ciudad, la interacción de esta diversidad de factores hace imprescindible el ordenamiento de esta zona, mejorando con ello la planeación y protección tanto de las AVA presentes como de los ecosistemas prioritarios sin menoscabar las actividades económicas desarrolladas en ella.

Descripción del medio biofísico

Dentro de un sistema territorial, el componente natural conforma la base sobre la cual su dinámica geográfica se ve desarrollada; comprende los elementos derivados de la actividad biológica que, dinamizados por el potencial abiótico del sistema, conducen a procesos de adaptación, expansión y competencia entre los organismos y formaciones vivas, con su prolongación al nivel de los suelos, todos ellos necesarios para la adaptación de la vida al ambiente cambiante del territorio.

La región de estudio no es la excepción, y como se apreciará en las páginas consecuentes, son estos elementos de cobertura vegetal, hidrología, suelos, entre

otros, los que conforman los cimientos para las actividades que llevan a cabo los habitantes de la CDMX.

Clima

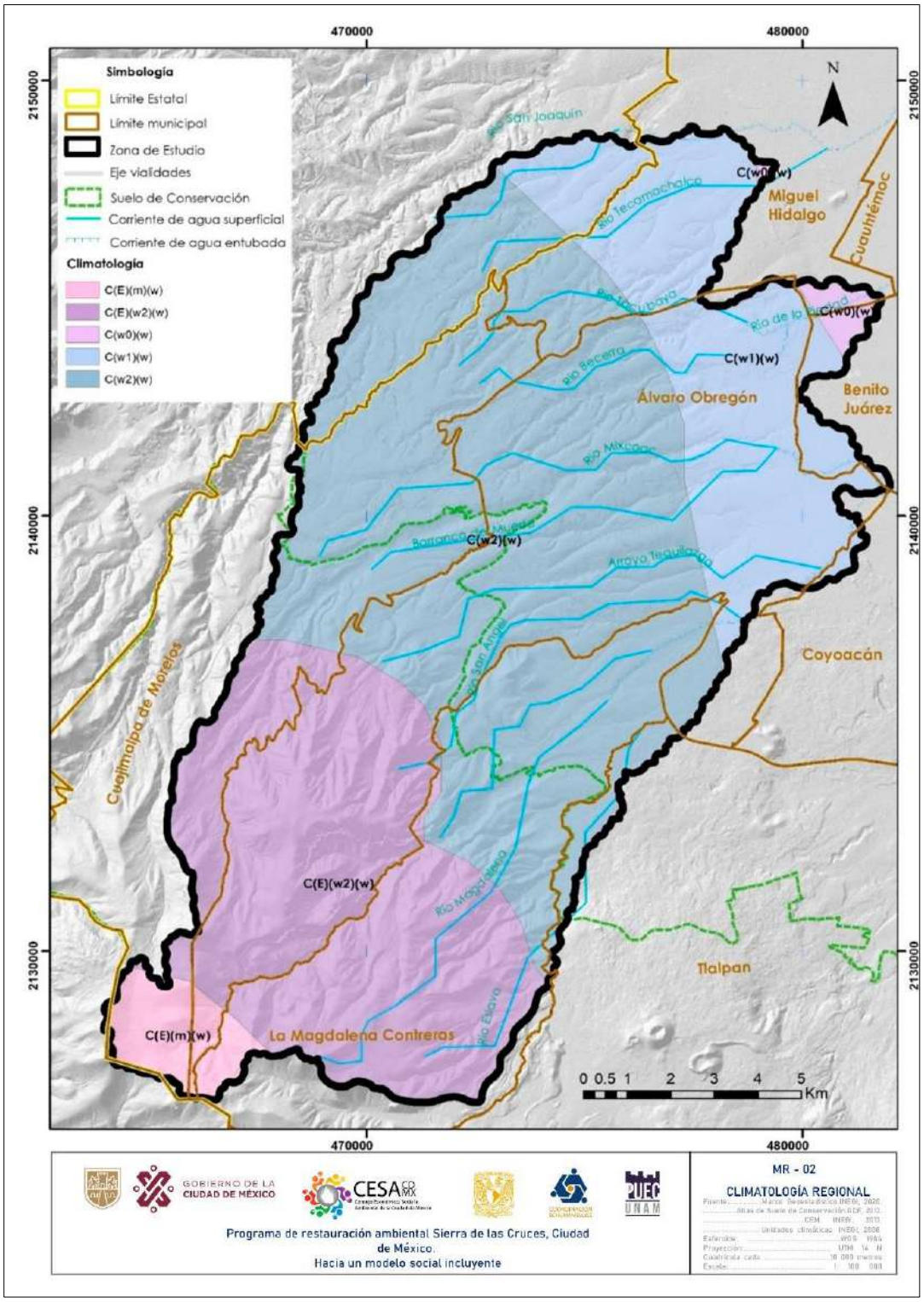
La zona de estudio se encuentra dentro de los límites de la llamada, Cuenca del Valle de México**,** su gran extensión permite que contenga simultáneamente varios tipos de climas. Por ubicarse en la zona intertropical recibe una alta insolación durante todo el año, lo cual provoca que la temperatura ambiente sea relativamente alta, pero esta condición se ve modificada por la altitud y el relieve, de tal forma que en el sur se cuenta con climas frío y semifrío en el sur, mientras que al centro norte con un clima templado subhúmedo.

Dentro de la porción sur de la región la temperatura más baja se aproxima a los 6º C en la estación de invierno, que es donde se encuentran los limites más elevados, topográficamente hablando. La temperatura máxima se presenta en la parte nororiente y puede alcanzar hasta los 31º C durante los meses de abril a junio.

En cuanto a la precipitación pluvial anual máxima, corresponde a los meses de junio a septiembre, mientras que la mínima se presenta en los meses de noviembre a febrero. El promedio anual corresponde al intervalo de 800 a 1,200 mm, sin embargo, en la zona sur las precipitaciones pueden llegar a los 1,400 mm.

Los tipos de clima para la región se clasifican conforme a la elaborada por Köppen en 1964, con las modificaciones hechas por Enriqueta García en 1988 (Mapa 3).

Mapa 3. Unidades climáticas



Fuente: Elaboración propia.

Los climas presentes se describen a continuación.

C(E)(m)(w)

Clima frío húmedo con verano fresco largo, con temperatura media anual entre 5º y 12º C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5% total anual. Este clima se localiza en el extremo sur de la zona de estudio y representa aproximadamente 3% de la superficie total.

C(E)(w2)(w)

Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5ºC y 12ºC, temperatura del mes más frio entre -3ºC y 18ºC, temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2% del total anual. Este clima abarca 27% de la superficie de la zona de estudio y se distribuye en la porción centro sur.

C(w2)(w)

Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frio entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2% del total anual. Este clima abarca 49% de la zona de estudio y se extienda en la zona centro y norte.

C(w1)(w)

Clima templado subhúmedo de humedad media; posee una temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal de 5% a 10.2% del total anual. Este clima abarca 18% de la superficie de la zona de estudio y se extiende en la porción norte.

C(w0)(w)

Clima templado subhúmedo de humedad baja, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal de 5% a 10.2% del total anual.

De manera puntual, existen tres estaciones climatológicas dentro de los tres tipos de clima más representativos de la zona de estudio. La primera, 9049–Tarango, de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), coincide con el subtipo climático C(w1)(w) y reporta los siguientes datos promedio:

- Mes más lluvioso: julio (198 mm).
- Mes más seco: noviembre (4.8 mm).
- Mes más cálido: mayo (18.3 °C).
- Mes más frío: enero (12.8 °C).
- Precipitación anual total: 871 mm.
- Temperatura media anual: 16 °C.

Para la estación climatológica 9038-Presa Mixcoac, que coincide con el subtipo climático C(w2)(w), se reportan los siguientes datos promedio:

- Mes más lluvioso: julio (205 mm).
- Mes más seco: enero (5.4 mm).
- Mes más cálido: mayo (17.6 °C).
- Mes más frío: enero (12.8 °C).
- Precipitación anual total: 881 mm.
- Temperatura media anual: 15.5 °C.

La estación climatológica 9019-Desierto de los Leones coincide con el subtipo climático C(w2)(w), y presenta los siguientes datos promedio:

- Mes más lluvioso: agosto (284 mm).
- Mes más seco: enero (12.5 mm).

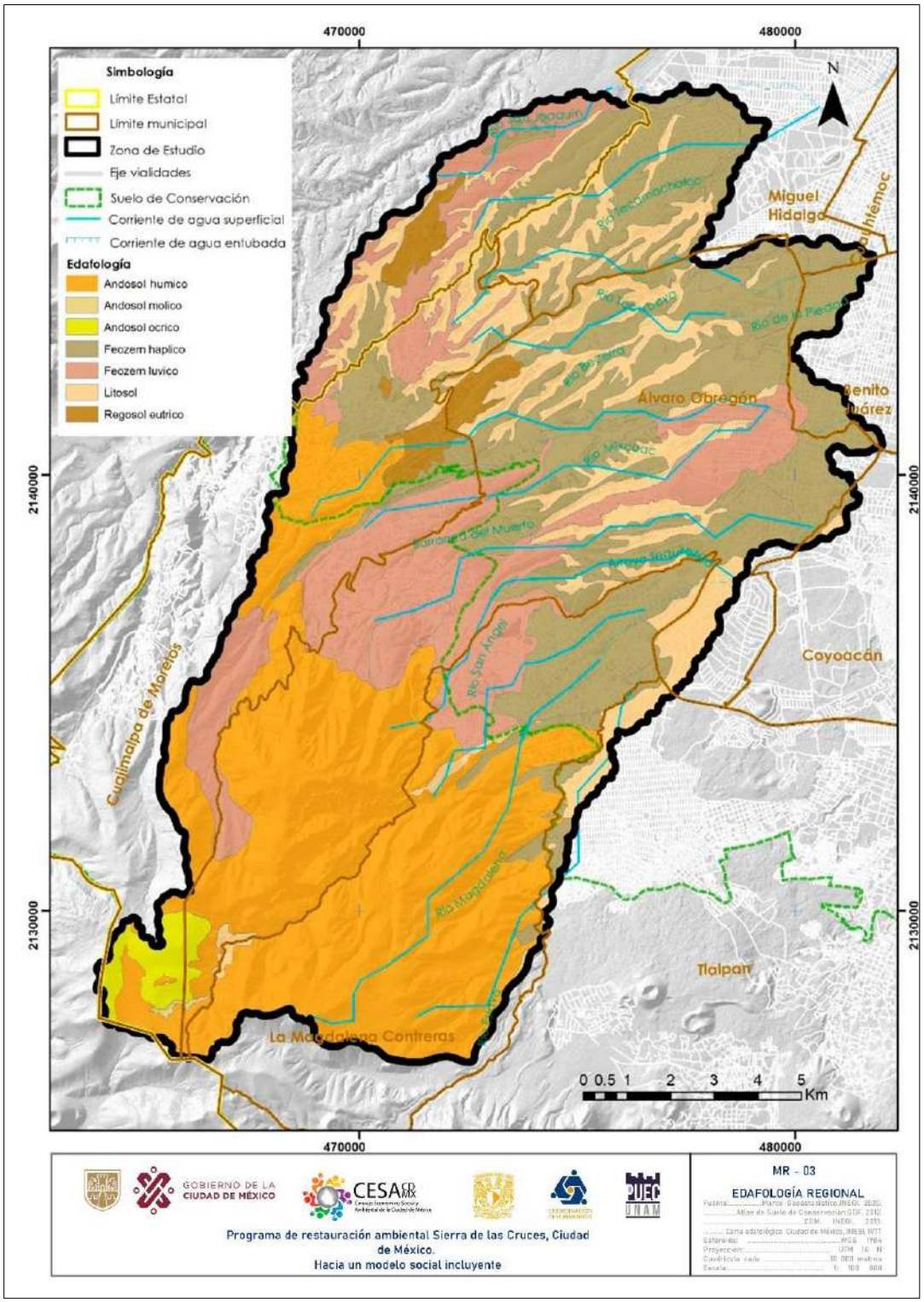
- Mes más cálido: mayo (12.6 °C).
- Mes más frío: diciembre (8.6 °C).
- Precipitación anual total: 1297 mm.
- Temperatura media anual: 12.2 °C.

De manera general se aprecia un efecto importante derivado del patrón altitudinal marcado en la zona de estudio, pasando de climas fríos y húmedos en las partes altas (suroeste) a climas más cálidos y secos en las partes bajas (noreste).

Edafología

Los suelos que conforman la escala regional del estudio provienen de la transformación de los materiales volcánicos y volcano-clásticos que conforman el material parental del relieve de la Sierra de Las Cruces en la región que, de acuerdo con la información de la carta edafológica de 1979, escala 1:50,000, de la Dirección General de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), presenta cuatro unidades de suelo: andosol (T), feozem (H), litosol (I) y regosol (R), (Mapa 4)

Mapa 4. Unidades edafológicas



Fuente: Elaboración propia.

Los suelos denominados andosol se ubican en las partes más altas de la región y hacia la zona suroeste de la misma dentro de las demarcaciones Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras. Son suelos que se desarrollan sobre cenizas y en materiales volcánicos recientes que suelen tener alto contenido de vidrio volcánico. Presentan espesores de hasta 50 cm. y son de un aspecto oscuro con una textura media.

Su distribución coincide en lo general con las partes altas de las microcuencas que forman parte de la región de estudio, mismas que son zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos, así como puntos de inicio de los flujos por lo que es primordial que estas zonas se mantengan vegetadas a fin de evitar procesos erosivos o procesos de inestabilidad que conlleven condiciones de riesgo en caso del emplazamiento de zonas habitacionales.

La unidad de suelo feozem se distribuye en la mayor parte de la región, estando presente, dentro de los límites de la CDMX, en las alcaldías Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Coyoacán.

Este tipo de suelo se asocia a regiones con clima húmedo, para que pueda llevarse a cabo el lavado, pero con estación seca. El relieve en el cual se suele encontrar va desde las llanuras a zonas suavemente onduladas y con vegetación de matorral tipo estepa o bosque.

Comúnmente suelen presentar horizontes superficiales oscuros y son suelos que tienden a ser fértiles. Son ricos en materia orgánica, nutrientes y contienen alta presencia de humus. El espesor puede ser de hasta 100 cm. Su origen se debe a la degradación de pómez y cenizas.

Los suelos feozem tienen gran relevancia, especialmente en aquellas zonas donde hay condiciones naturales para la ocurrencia de procesos de ladera como deslizamientos y derrumbes, razón por la cual es importante recalcar la necesidad

de estudios geotécnicos en el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura, que consideren el emplazamiento de construcciones.

El litosol, suelo resultante de los procesos erosivos en las barrancas, se distribuye en la porción central de la región, así como en los límites de Magdalena Contreras con Tlalpan y el límite de la región dentro de la alcaldía Coyoacán. Se localiza en la parte más baja del sistema de barrancas que cruzan la zona de estudio de suroeste a noreste.

Son de origen volcánico, generalmente rocosos de escaso desarrollo y con espesores de hasta 30 cm. Presentan una textura media y pueden sustentar cualquier tipo de vegetación, según el clima con el que se asocien, son usados frecuentemente en aspectos forestales, ganaderos y agrícolas que no requieren severas limitaciones para la labranza.

En zonas de alta pendiente, estos suelos pueden ser susceptibles a caídas de roca debido a la alta presencia de materiales pedregosos en el suelo.

Por último, la unidad con menor distribución es el denominado regosol, con presencia en las alcaldías Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón.

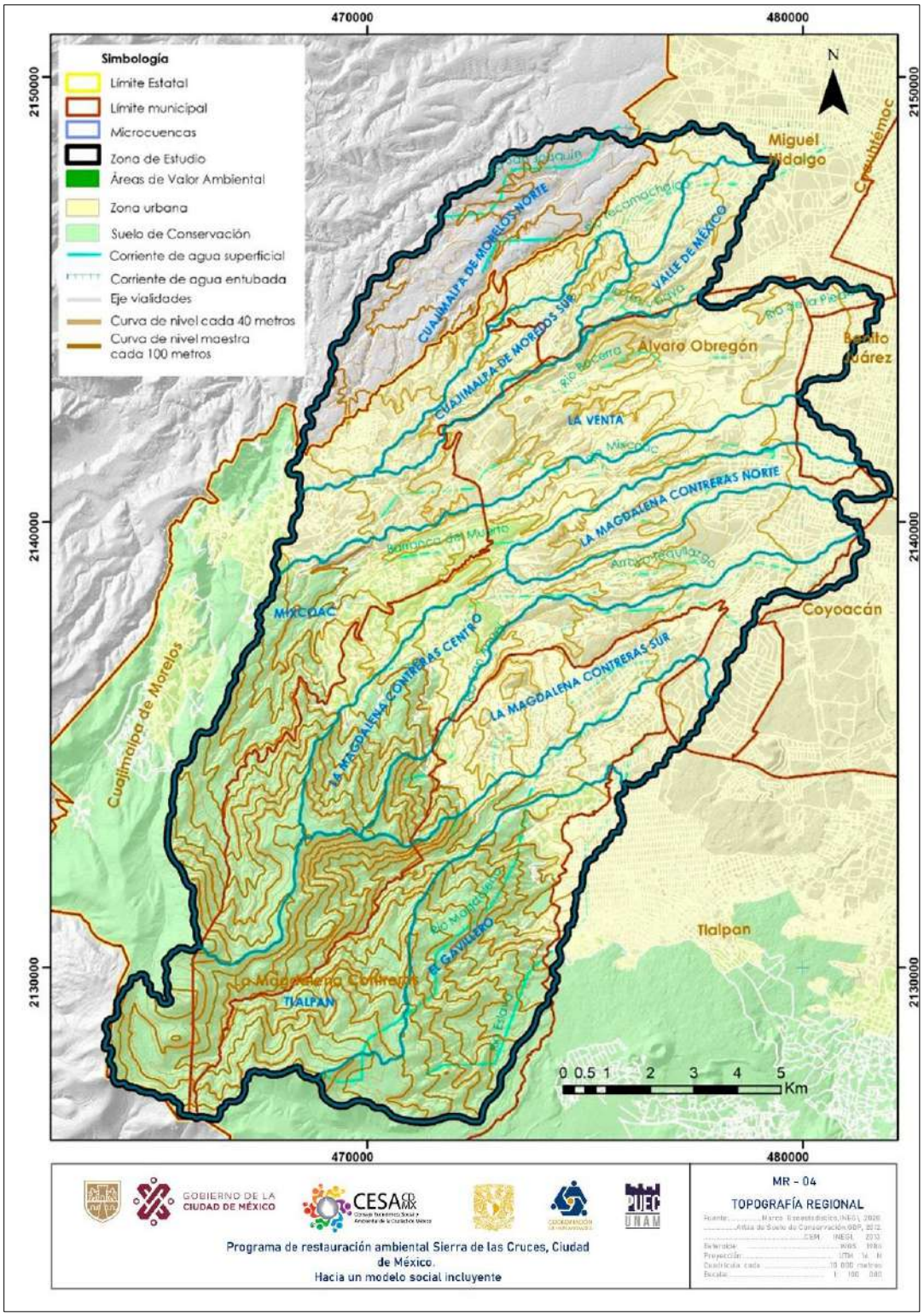
Son suelos con material suelto que cubre a la roca y que puede sustentar cualquier tipo de vegetación (dependiendo del clima), sin embargo, comúnmente se usa en zonas con actividades forestales y ganaderas.

Derivan de material volcánico o de procesos de acumulación; son poco compactos y alcanzan espesores de hasta 30 cm. Son suelos de color café y presentan textura gruesa.

Topografía

La región se divide principalmente en dos grandes zonas topográficas: a) la zona de montaña y b) la zona de piedemonte. La primera localizada hacia el sur y su poniente de la región y que en buena medida coincide con la parte alta de las microcuencas de la zona estudiada, es en donde se origina el sistema de barrancas que descienden en dirección suroeste-noreste de la región y en las cuales es posible observar también una topografía abrupta fuera de esta región de montaña. La segunda zona corresponde con la parte centro, norte y noreste de la región y es un área con relieves menos pronunciados y en donde la traza urbana esta mayormente presente, motivo por el cual las condiciones topográficas del pie de monte han sido alteradas en muchos puntos, alcanzando en su parte más distal una pequeña porción de la zona de planicie lacustre de la Cuenca del Valle de México (Mapa 5).

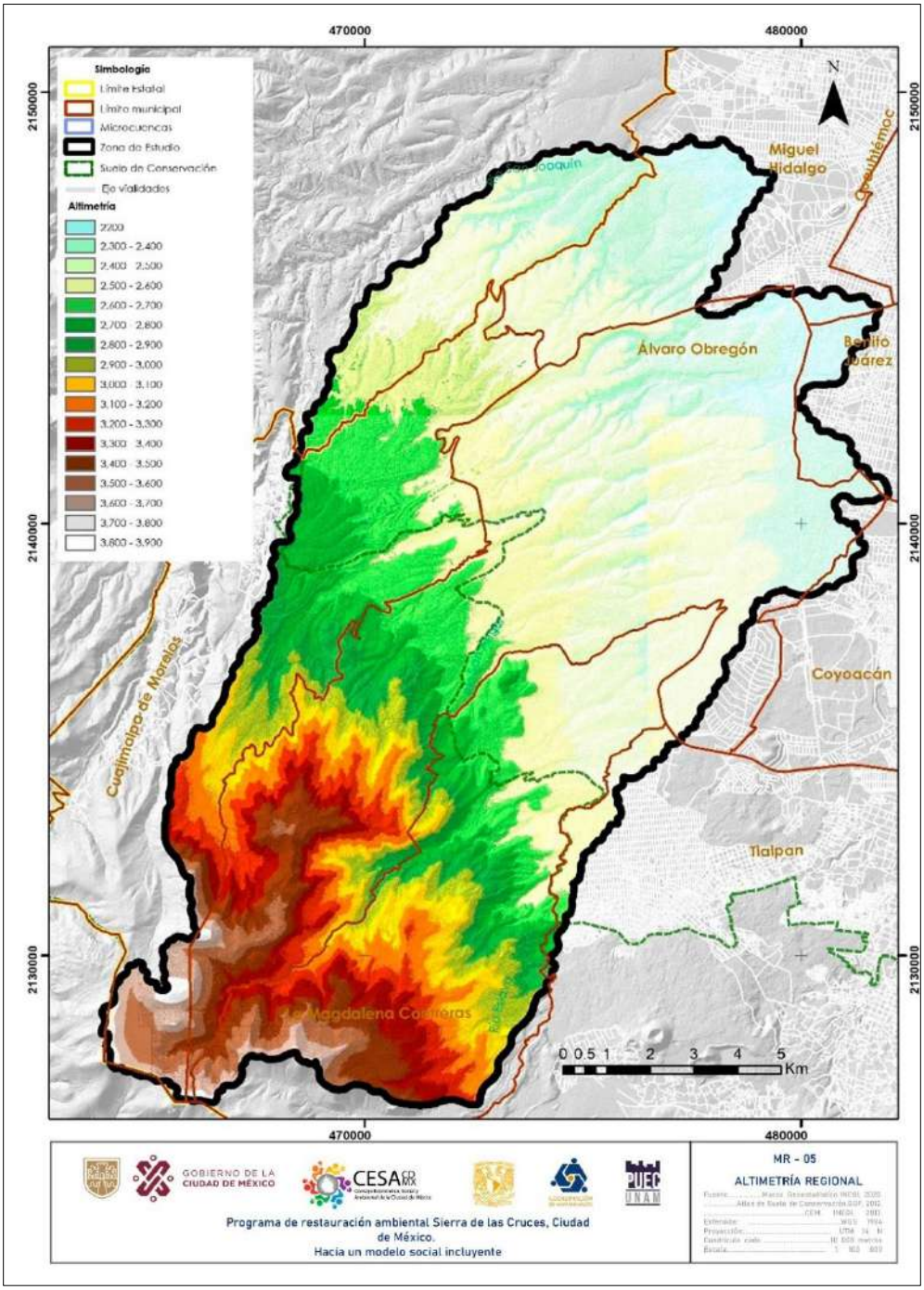
Mapa 5.Topografía



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista altitudinal el gradiente en la región es importante teniendo como cotas extremas los valores de 2200 y 3900 msnm (Mapa 6).

Mapa 6. Hipsometría



Fuente: Elaboración propia.

Geología

El origen geológico de la región de estudio es principalmente del periodo Terciario-Cuaternario, con rocas volcánicas y materiales derivados. El área se constituye de depósitos volcano-sedimentarios que son resultado de la actividad que dio origen al conjunto de la Sierra de las Cruces.

La unidad más antigua tiene predominancia de rocas volcánicas andesíticas y dacitas del mioceno, las cuales se intercalan con depósitos de arenas pumicíticas, tobas arenosas y arcillosas, lahares con fragmentos de diversos tamaños en matrices tobáceas y arcillosas y, por último, tobas alteradas, pómez y suelos arcillosos.

En la porción sureste, se extiende una gran zona rocosa conformada por basaltos y andesitas basálticas que fluyeron desde el volcán Xitle, estos intercalados por horizontes de escoria y con estructuras primarias como túneles de lava y chimeneas de explosión. La porción de menor altitud de la región se encuentra cubierta por acumulaciones lacustres. En los lechos de ríos y en las desembocaduras de las barrancas hay materiales fluviales que se constituyen por arenas y gravas de rocas ígneas intermedias y fragmentos de piroclastos de pómez.

Las rocas que afloran son de edad cuaternaria, el piedemonte está compuesto de varios tipos de sedimentos que fueron denominados Formación Tarango por Bryan (1948) y Arellano (1953).

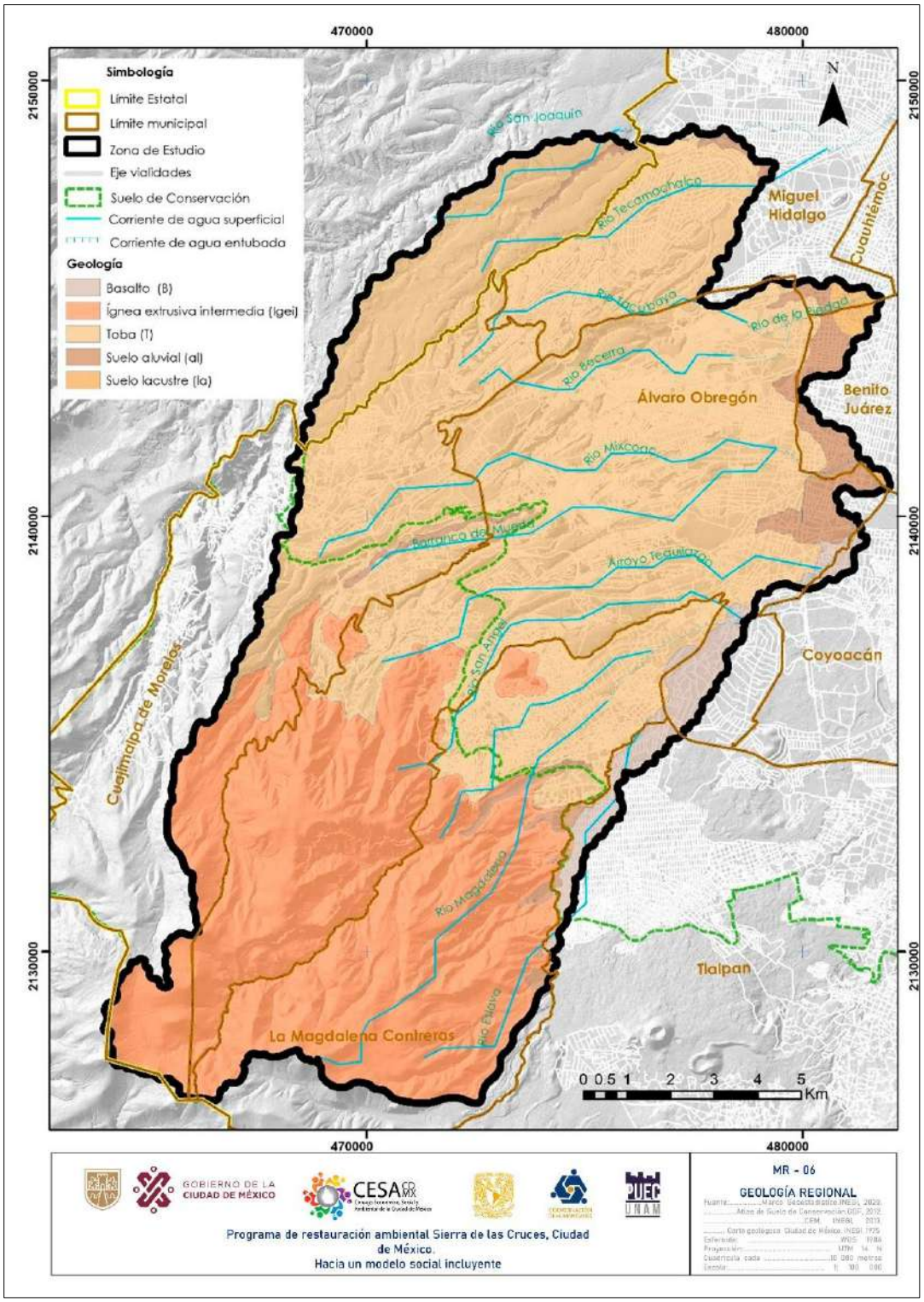
Para 1992, Mooser y colaboradores reconocieron las siguientes unidades: 1) derrames piroclásticos, arenas azules de 270,000 años, 2) erupciones piroclásticas

Xolopo de 430,000 años, 3) erupciones plinianas compuestas de pómez, 4) derrames piroclásticos Cuquita, y 5) erupciones de nubes ardientes de polvo fino de menos de 600,000 años.

Lugo Hubp y colaboradores (1995) definieron 9 unidades litológicas principales para la Formación Tarango: piroclastos finos, ceniza de clastos angulosos, ceniza con pómez, depósitos de derrames piroclásticos, depósitos de lahar, depósitos de flujo de lodo, conglomerados, lavas provenientes del volcán Xitle.

De acuerdo con la información del mapa geológico de DETENAL las tobas se distribuyen en la porción central de la región de estudio y, principalmente, dentro de las alcaldías Magdalena Contreras, Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo y Cuajimalpa de Morelos en donde limita con la porción del Estado de México que forma parte del área estudiada. Las rocas ígneas extrusivas intermedias se localizan principalmente en la porción sur y suroeste de la región en el territorio de las demarcaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos (Mapa 7).

Mapa 7. Unidades geológicas



Fuente: Elaboración propia.

Geomorfología

La geomorfología de la región es de altos contrastes, producto de la intensa actividad volcánica que produjo un relieve y geoformas diversas en un reducido espacio geográfico. De esta manera, es posible observar zona de montaña, de piedemonte, valles, planicies y derrames lávicos de reciente formación que le dan una particular condición al territorio como es el caso del Xitle localizado al sur de la región.

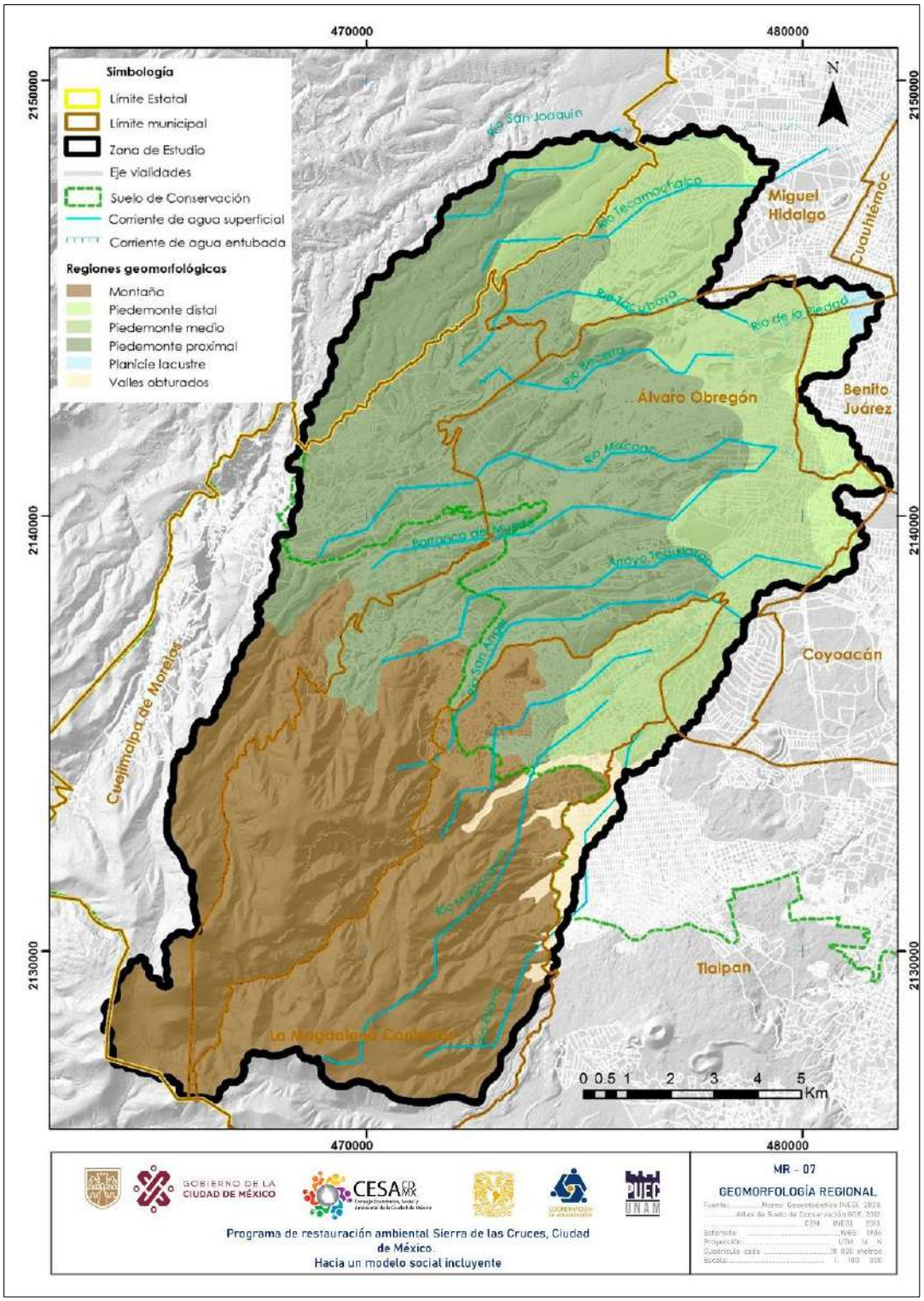
La montaña y el piedemonte cubren la mayor parte del área de estudio, la primera enclavada en la Sierra de las Cruces, en donde destacan; elevaciones importantes como el cerro de San Miguel y barrancas con pequeñas cañadas y algunas mesetas, mientras que el piedemonte de acuerdo con Lugo (1995) se diferencia en piedemonte distal, piedemonte medio y piedemonte proximal el cual se caracteriza por la presencia de la mayoría de las barrancas del poniente de la CDMX distribuidas en sentido oriente-poniente, entre las que destacan; Tecamachalco, Tacubaya, Jalalpa, Golondrinas, Mixcoac, Tarango, Del Muerto, Guadalupe, El Moral, La Malinche, Atzoyapan y Hueyatla.

Hacia la parte noreste del área de estudio se localiza una pequeña porción de la planicie lacustre del Valle de México que es la parte menos elevada en la región.

Como se mencionó, al sur de la región está la zona de pedregales, originados a partir de las erupciones del Volcán Xitle, el cual produjo un área cubierta de lava que se extiende a lo largo de las zonas de montaña y piedemonte.

Finalmente, entre la zona de montaña y la zona de pedregales se formaron un conjunto de valles obturados producto de la fusión de la actividad volcánica que dio origen a la Sierra de la Cruces y a la formación Xitle (Mapa 8).

Mapa 8.Geomorfología



Fuente: Elaboración propia.

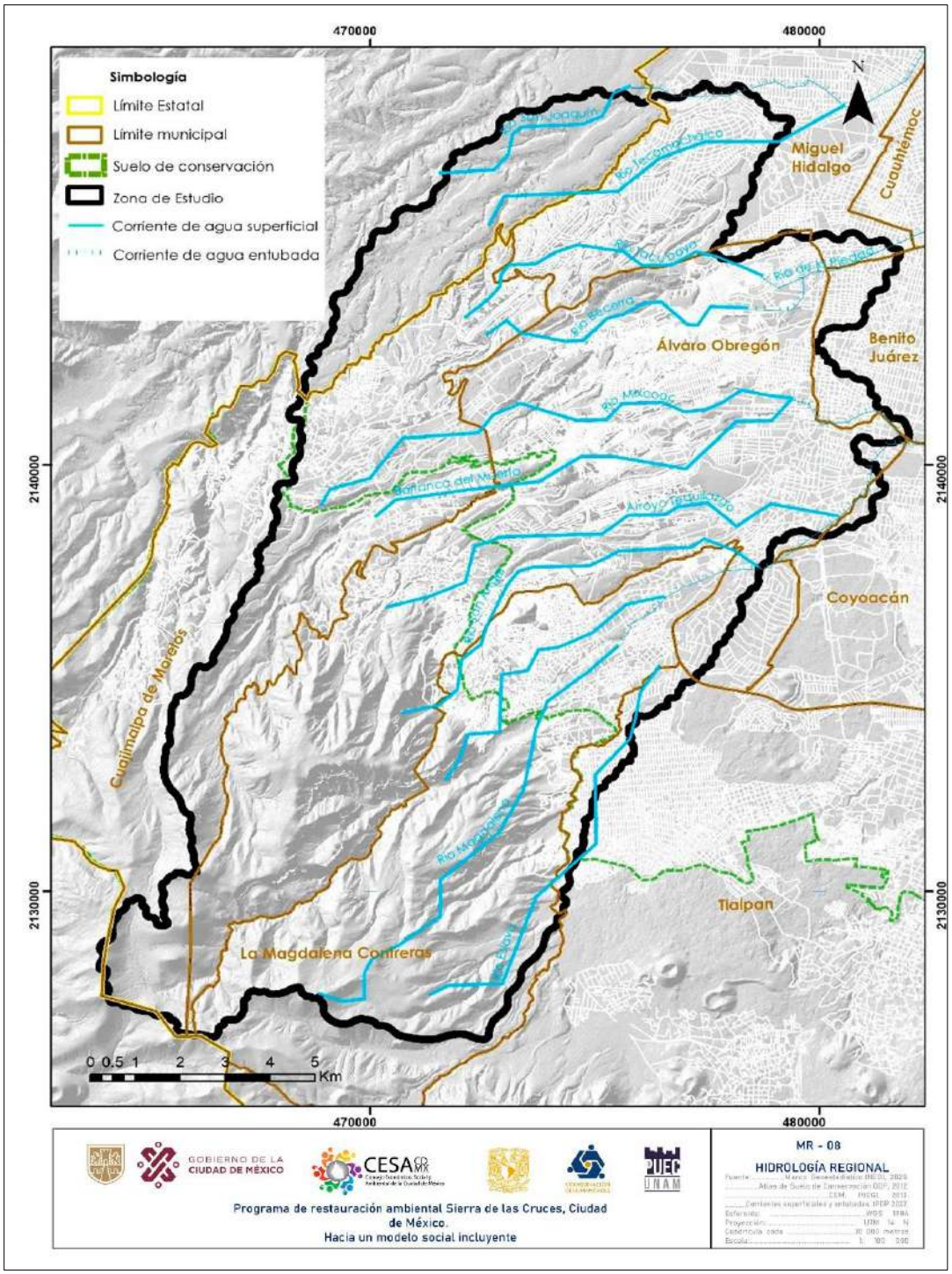
Cabe resaltar que derivado de su origen geológico y edafológico, en la región existen zonas de minas que afectan a una superficie importante de la misma y que dieron origen a la explotación de yacimientos de arena y grava.

Hidrología

Dentro de la región se puede apreciar una gran cantidad de escorrentías que dan origen a una densa red fluvial que, a su vez, se ve favorecida por las abundantes precipitaciones que se producen en la parte alta de las montañas y por la constitución del piedemonte.

El gran número de escurrimientos que provienen de la Sierra de las Cruces, aunado a una erosión remontante que se inicia en el piedemonte, han originado el sistema hidrológico superficial actual, que da origen por completo a una parte de los ríos; San Joaquín, Tecamachalco, Tacubaya, Becerra, Mixcoac, Barranca del Muerto, Tequilasco, Pilares, San Ángel, Río Magdalena y Río Eslava, así como a una serie de arroyos como el llamado Puente Grande, Puente Colorado, Las Flores y Texcalatlaco, entre otros (Mapa 9).

Mapa 9. Hidrología



Fuente: Elaboración propia.

Esta condición hidrográfica aunada al relieve fue aprovechada para establecer una serie de presas que retienen el flujo de las corrientes fluviales a fin de evitar inundaciones en las partes de mayores depresiones a lo largo del sistema de barrancas, es decir, servir como vasos reguladores, además de almacenar agua para uso agropecuario, previo a la ocupación de muchas partes de estas barrancas por asentamientos humanos. De esta manera, la región cuenta dentro de su territorio con un sistema de presas conformado por las siguientes: Anzaldo, Las Flores, Tequilasco, La Mina, Pilares, Tarango, Mixcoac, Becerra A, B y C Tacubaya, Ruiz Cortines (represa Tacubaya), Texcalatlaco y Tecamachalco.

En la zona que corresponde al Parque Nacional Desierto de los Leones, hay presencia de manantiales de los que se originan algunas de las corrientes fluviales que descienden hasta la zona urbana. Estas corrientes son el Santo Desierto y el río Hueyatlalco, la primera desciende por la barranca Hueyatla y la segunda por la barranca Atzoyapan.

Cabe señalar que la mayoría de estos ríos se han entubado hacia su parte final donde convergen con la zona urbanizada a fin de evitar problemas como inundaciones.

Es importante mencionar que la condición hidrológica de los cauces de la región está afectada, presentando pasivos ambientales de importante magnitud, que más adelante se abordarán.

Uso de suelo y vegetación

El análisis de uso de suelo y vegetación permite tener una visión sinóptica, cuantitativa y territorializada de la condición actual de los ecosistemas y actividades humanas, facilitando además la determinación de la dinámica espacio-temporal de los diferentes ecosistemas, usos forestales, agropecuarios, zonas urbanizadas y demás categorías de uso de suelo.

El territorio a lo largo de la historia ha sufrido cambios evolucionando acorde con las necesidades y formas de adaptación de quienes lo han habitado, estas transformaciones han llevado a ampliar la gama de servicios y bienes disponibles para satisfacer las demandas de los habitantes. Dentro de los cambios territoriales, existe una variada gama, desde los antropológicos, sociales, de infraestructura, hasta los culturales. Estos cambios se perciben de forma constante a través de generaciones sucesivas de los grupos que los han ocupado, ensayando las modificaciones ambientales, tecnológicas y socioeconómicas necesarias para su progreso (Guevara-Romero, M. L. y R. Montalvo Vargas, 2007).

Los cambios de uso de suelo que se dan en cada territorio desde la concepción de formas de adaptación, apropiación e identidad, muestran la fuerte transformación de los ecosistemas y de la vegetación del entorno, así como las consecuencias derivadas de estos procesos, son temas de alta relevancia en materia de planeación territorial.

El uso del suelo está estrechamente ligado a la sustentabilidad de los recursos naturales. Por tanto, la persistencia de los ecosistemas está determinada por la intensidad en que se modifica la cubierta vegetal, lo que hace fundamental conocer los procesos de cambio de uso del suelo y sus efectos. El uso del suelo ocurre cuando éste se manipula físicamente (Richters, 1995), es decir, cuando las personas sen ve involucradas en su transformación. Éste se da por naturaleza de la relación ente las personas y su entorno, por la apropiación del territorio en aras de su subsistencia (Guevara-Romero, M. L. y R. Montalvo Vargas, 2007). Para el caso de la CDMX este proceso ha quedado de manifiesto, donde gran parte del valle y piedemontes han quedado cubiertos por zonas urbanizadas, relegando a los ecosistemas a zonas de topografía abrupta como es el caso del sistema de barrancas, no obstante, aún en estas zonas de topografía accidentada el área urbana sigue avanzando, además de que se registran procesos de degradación y deforestación de los ecosistemas que aún persisten.

En este contexto, la elaboración de cartografía de uso de suelo y vegetación actualizada permite analizar el territorio y coadyuvar en el proceso de toma de decisiones permitiendo determinar el potencial de provisión de bienes y servicios ecosistémicos, entre los que se incluyen los valores escénicos o de visitación.

Actualmente, las imágenes de satélite constituyen una de las herramientas más poderosas e importantes para estudios de la superficie terrestre, particularmente del uso de suelo y distribución de tipos de vegetación. Si bien existen diversas metodologías para la evaluación de este tema a partir de imágenes satelitales, muchas de éstas a través de métodos automatizados y semiautomatizados que han reducido tiempos y costos, a menudo generan errores relevantes o sobre simplifican los tipos de vegetación y usos de suelo. Por otro lado, la forma más intuitiva de extraer información de imágenes de satélite es mediante la interpretación visual, que está basada en la habilidad que presentan los humanos para relacionar tonos, colores y patrones espaciales que aparecen en una imagen con elementos del mundo real (García Meléndez, 2007).

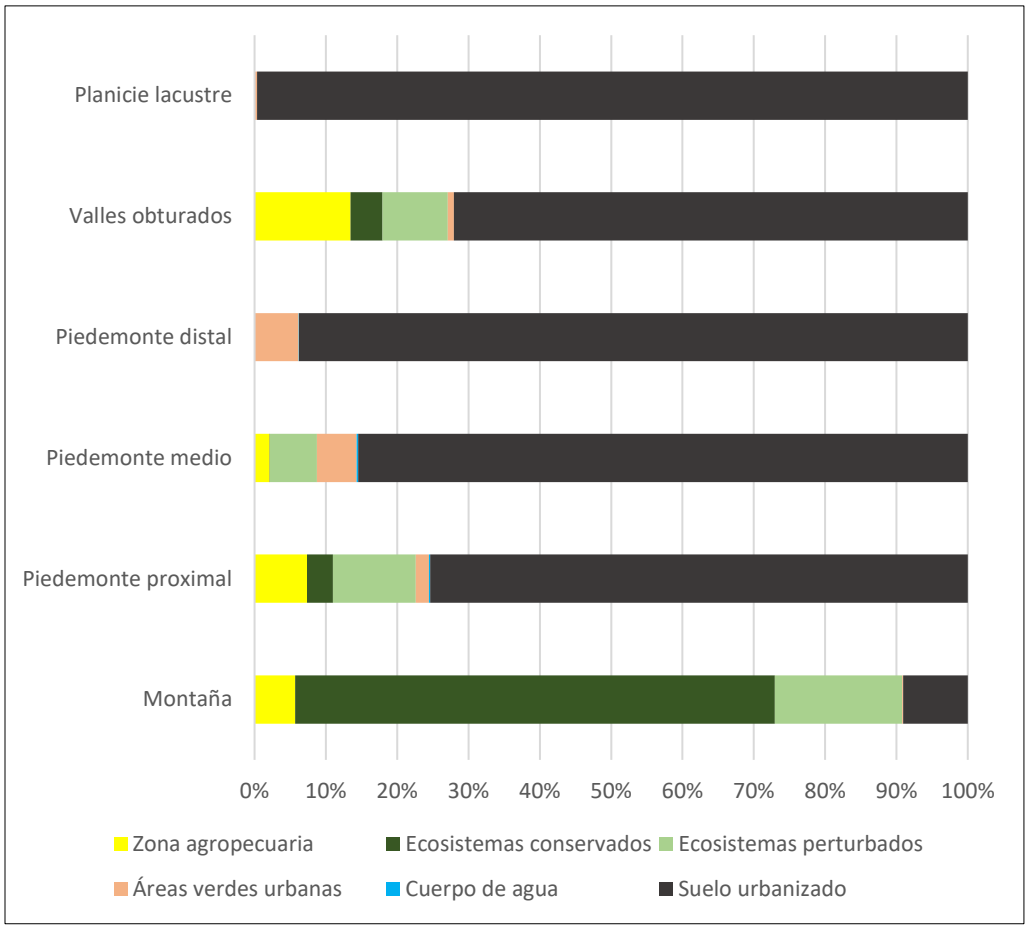
La interpretación visual permite al intérprete analizar el territorio considerando no sólo el pixel y su respuesta espectral ante el sensor satelital utilizado, sino que puede analizar composiciones de pixeles, colores, formas y analizar el entorno para clasificar el territorio, además de permitir el uso de información complementaria que brinde mayor certidumbre a la categorización de las diferentes áreas en usos de suelo o tipos de vegetación. En territorios como la CDMX la posibilidad de analizar a detalle la cobertura actual y discretizar entre zonas de vegetación natural, de jardines u otras áreas verdes urbanas resulta prioritario.

En este contexto y con el propósito de generar una cobertura de uso de suelo y vegetación actual a escala adecuada, se utilizaron imágenes de alta resolución del año 2020 del sensor Digital Globe con pixel de 1m, permitiendo analizar a detalle el territorio regional a una escala 1:4,000.

Debido a la delimitación del área de estudio a partir de una visión hidrológica, fue posible analizar la distribución de usos de suelo en relación a las diversas zonas de la región en la cuenca alta lo relevantes es la concentración de macizos correspondientes a bosques templados de oyamel, pino y pastizales de alta montaña. En la cuenca media se presenta una transformación contundente de la cobertura forestal a la de zonas agrícolas, con algunos relictos de bosques de pino y encino, así como zonas de crecimiento de la ciudad que han limitado ambos usos. En la cuenca baja el uso dominante corresponde al suelo urbanizado, con algunos relictos de bosque de encino en la parte más baja de las barrancas que se mezcla con especies exóticas invasoras o introducidas.

El cubrimiento del uso del suelo por geoforma presenta los siguientes resultados: la zona de montaña correspondiente a la cuenca alta presenta 85.1% de superficie ecosistémica de la que 17.9% se encuentra perturbada, mientras que 67.3% permanece conservada, además esta zona presenta 5.7% de zonas agropecuarias y 9.1% de suelo urbanizado. En el piedemonte proximal, la superficie ecosistémica disminuye considerablemente, ocupando apenas 15.3% del territorio correspondiente a dicha geoforma, mientras que las zonas agropecuarias alcanzan 7.3% y el suelo urbanizado 75.4%. En el piedemonte medio, los ecosistemas ocupan una superficie de 12.1% del cual 5.5% se encuentra perturbada, el suelo urbanizado alcanza 85.4% y las zonas agropecuarias apenas 2.1%. En el piedemonte distal, ya no se presentan usos de suelo rurales ni superficie ecosistémica, el suelo urbanizado representa 93.8% y el restante corresponde a áreas verdes urbanas. En los valles obturados al suroriente de la región en las faldas del Xitle se presenta 13.5% de zonas agropecuarias y 13.6% de superficie ecosistémica, mientras que 73% representa el suelo urbanizado. Para el caso de la planicie lacustre, correspondiente a la zona más baja, 99.7% de la geoforma está ocupada por suelos urbanizados y el resto, 0.3%, por áreas verdes urbanas (Figura 2).

Figura 2. Proporción de coberturas de uso de suelo y ecosistemas por geoforma.



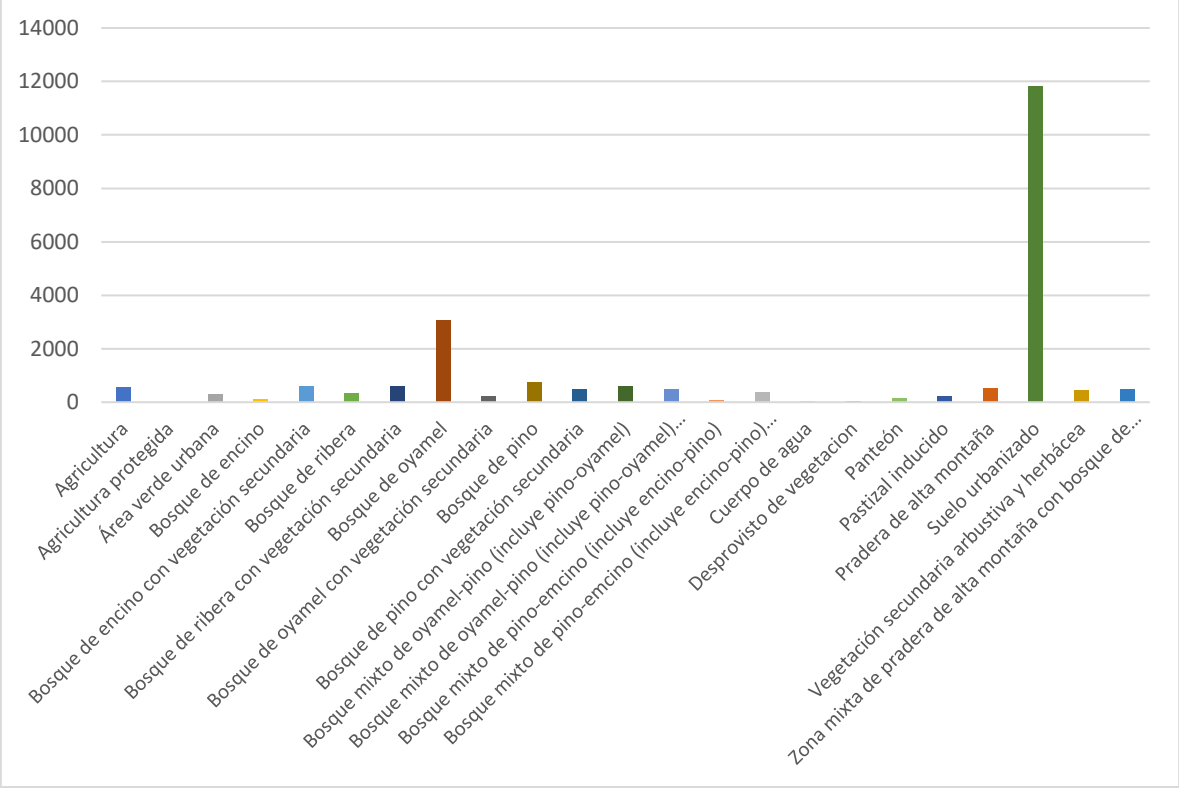
Fuente: Elaboración propia.

Considerando la superficie total de la región, 39.2% corresponde a ecosistemas naturales, del cual 26.7%, es decir, 5,930 *ha* está ocupada por ecosistemas conservados mientras que 12.5% por ecosistemas perturbados. Las zonas agropecuarias están restringidas a 1,240 *ha* aproximadamente y las áreas verdes urbanas ocupan 297 *ha*. El suelo urbanizado corresponde al uso de suelo dominante con 11,800 *ha*, es decir, 53.1% del total de la superficie de la región, mientras que los cuerpos de agua ocupan apenas 27 *ha*.

De los ecosistemas naturales el dominante es el bosque de oyamel con casi 3,300 *ha*, seguido del bosque de pino con 1,225 *ha* y las zonas de bosque mixto de estos dos géneros con 1,090 *ha*. En la zona de barrancas los ecosistemas dominantes

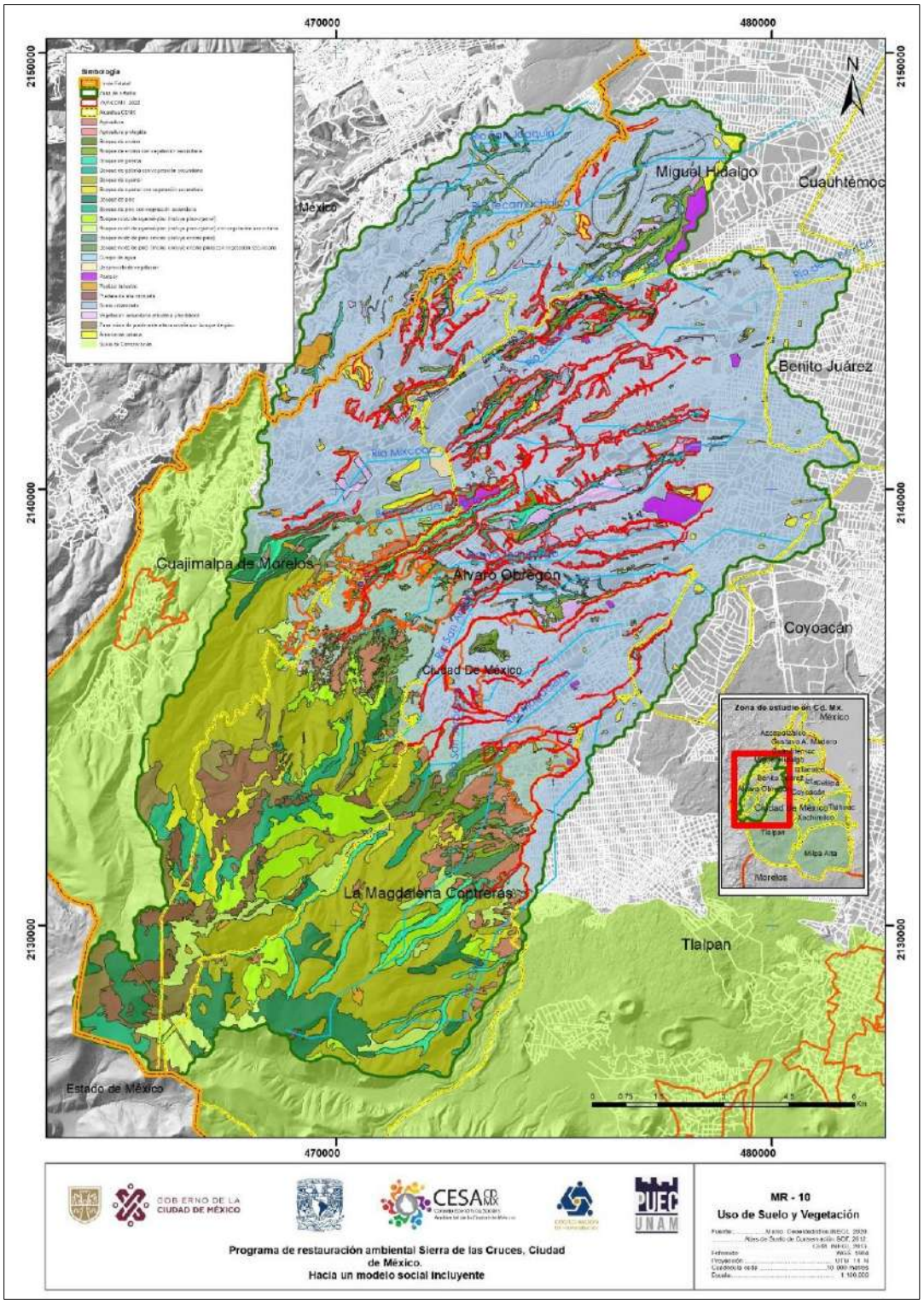
son, el bosque perturbado de encinos con una superficie total de 960 *ha* de las cuales alrededor de dos terceras partes se encuentran muy perturbadas; a su vez el bosque de encino, con una superficie de 715 *ha*, presenta alrededor de 85% de su superficie muy perturbada (Figura 3 y Mapa 10).

Figura 3. Comportamiento de los usos de suelo y vegetación



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 10. Uso de suelo y vegetación



Fuente: Elaboración propia.

I.2.1 Servicios ecosistémicos de las barrancas

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2020), los Servicios Ecosistémicos (SE) o también llamados Servicios Ambientales (SA), son aquellos que provee la naturaleza a través de sus procesos biológicos a los seres vivos y al planeta en general. Dichos servicios se pueden clasificar en cuatro tipos; los de abastecimiento (agua, alimento y materias primas), regulación (clima, captura de carbono, erosión, aire, agua), apoyo o soporte (espacios vitales para el resto de los servicios) y culturales (paisaje, entretenimiento, apego y entorno natural). Todos ellos juegan papeles tan importantes como permitir la continuidad de la vida en nuestro planeta y están directamente relacionados con áreas verdes que se componen principalmente de bosques y selvas.

La CDMX cuenta con una superficie aproximada de 148 mil *ha* (Atlas del suelo de Conservación, 2012), de las cuales 59% equivale al denominado Suelo de Conservación, es decir un aproximado de 87,291 *ha* que a su vez están divididas en 38,752 *ha* correspondientes a macizos forestales (bosques) y el resto se destinan a la producción agrícola y pecuaria. En este sentido, los bosques juegan un papel importante para la ciudad en cuanto a la provisión de SE dado que permiten mantener aún muchos de los procesos biológicos naturales necesarios para la vida diaria, a pesar de la desmedida urbanización que se ha generado dentro de la misma.

Un estudio publicado en el 2012 por el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (Centro GEO) indica que los bosques de la CDMX son poseedores de gran riqueza de flora y fauna; de acuerdo con la clasificación por ecosistema, el bosque de oyamel alberga una riqueza de 29 especies de mamíferos, 102 de aves, 10 de anfibios y 11 diferentes especies de reptiles; además, el carbono que captura se aproxima a las 85.4 ton/ha/año y permite una infiltración de lluvia de 2.28 millones de metros cúbicos al año. Los datos indican la riqueza de especies albergada en cada tipo de ecosistema, así como la aptitud de infiltración y la captura de carbono (Cuadro 2).

Cuadro 2. Servicios ecosistémicos de los tipos de ecosistemas de la CDMX

Tipos de ecosistema	Superficie (ha)	Aptitud de infiltración (miles de m^3/año)	Carbono almacenado en biomasa aérea (ton/ha/año)	Riqueza de mamíferos (# especies)	Riqueza de aves (# especies)	Riqueza de anfibios (# especies)	Riqueza de reptiles (# especies)
Bosque de oyamel	8,475	2.28	85.38	29.56	102.21	10.05	11.92
Bosque de pino	22,666	2.44	59.13	41.14	107.37	11.38	17.57
Bosque de encino	1,270	2.48	39.25	32.24	72.85	5.19	10.66
Matorrales	3,218	2.66	18.07	30.21	55.03	1.61	9.01
Pastizales	4,627	2.71	39.46	37.64	68.45	7.61	13.82

Fuente: Centro GEO, 2012

De los datos anteriores se observa que, sin lugar a duda, los bosques son el elemento más importante para la manutención de especies de flora y fauna y, por ende, servicios ecosistémicos para la vida de la población ya que sin ellos se perdería toda la riqueza natural y la posibilidad de mantener la recarga de agua de los mantos freáticos, así como la purificación del aire a través de la captura de carbono.

Dentro del bosque de la ciudad se encuentran áreas naturales de alto valor ambiental, es decir, superficies que por el grado de aprovisionamiento de SE han tenido que protegerse mediante decretos que manifiestan su importancia ambiental, tal es el caso de las barrancas urbanas ubicadas al sur poniente de la ciudad, en donde a pesar del grado de urbanización que estas poseen, siguen siendo el principal puente de enlace entre el bosque y la ciudad.

De acuerdo con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA), (2022) se prevé que el Sistema de Áreas de Valor Ambiental (AVA) de la CDMX quede constituido por 29 AVA localizadas principalmente en las alcaldías Álvaro Obregón (10), Magdalena Contreras (2), Cuajimalpa (10) y Miguel Hidalgo (4). Éstas proveen a la población valiosos servicios ecosistémicos como: recarga de mantos acuíferos, regulación del balance hídrico captura de carbono, retención de

partículas contaminantes y de paisaje, amortiguamiento de ruido, regulación del microclima y refugio de una gran cantidad de especies de flora y fauna (PAOT, 2006).

En este contexto las barrancas de la CDMX son elementos naturales sumamente importantes para ésta, debido a que dan origen a corredores biológicos por la continuidad que mantienen hacia el Suelo de Conservación, dado que transfieren los servicios ecosistémicos del bosque hacia las zonas urbanas; además permiten el libre tránsito de especies de fauna y flora hacia la ciudad; generando zonas de amortiguamiento natural que sirven para disminuir, en cierta medida, los impactos ambientales negativos de la urbanización (SEDEMA, 2012).

Desde el punto de vista del paisaje, desde mitad del siglo pasado las barrancas han sufrido deterioros importantes por la excesiva y desmedida comercialización de áreas para construir complejos habitacionales que interrumpen la continuidad, ya que los modelos y tipos de construcción no son compatibles con el entorno, dando así origen a grandes zonas urbanas edificadas sin la menor intención de empatar con los ecosistemas naturales que las barrancas les brindan. En un sentido hidrológico, las barrancas fueron también modificadas desde fines del siglo XIX, por obras de captación y conducción de sus aguas. Desde mediados del siglo XX han sufrido fuerte degradación ambiental por depósitos de basura, escombro o relleno para construcción, lo que se ha manifestado como un gran problema de insalubridad y riesgos por desbordamiento.

La regulación del clima es otro factor importante dentro de los SE al interior de las barrancas, ya que la cobertura forestal permite concentrar las lluvias y mantener por periodos más largos la humedad en la tierra, lo que favorece la regulación y generación de microclimas propicios sobre todo para las especies de flora; además de que la velocidad del viento disminuye por efecto de las copas de los árboles, permitiendo la retención de partículas de agua y, por consecuencia, un aumento en los periodos de humedad en la vegetación.

De las 29 barrancas oficialmente decretadas en la CDMX, 19 de ellas se encuentran en el área de estudio que comprende el presente proyecto, en total éstas suman aproximadamente 978 *ha*. Si se comparan algunos de los servicios ecosistémicos brindados por los bosques que existen en la CDMX (Cuadro 2) con los ecosistemas de la región de estudio, se tiene como ejemplo que en conjunto esta región permite capturar dióxido de carbono a razón de unas 40 Ton/ha cada año, cantidad que representa 16.5% del total capturado por los bosques de toda la ciudad; adicionalmente, la aptitud de infiltración corresponde a 2.23 mil m^3 por año; datos que brindan una razón más de la importancia de generar medidas de conservación de las barrancas.

Los datos permiten conocer las proporciones de servicios ecosistémicos que brinda la región de estudio con respecto del total de la superficie por tipo de ecosistema de los bosques de la CDMX. Como se observa, para el caso de la riqueza de aves, poco más de la mitad de las especies reportadas para el bosque de oyamel de toda la ciudad, también se encuentran en la región (Cuadro 3).

Cuadro 3. Servicios ecosistémicos

Tipos de ecosistema	Superficie (ha)	Aptitud de infiltración (miles de m^3/año)	Carbono almacenado en biomasa aérea (ton/ha/año)	Riqueza de mamíferos (# especies)	Riqueza de aves (# especies)	Riqueza de anfibios (# especies)	Riqueza de reptiles (# especies)
Bosque de oyamel	4381	1.18	44.14	15.28	52.84	5.20	6.16
Bosque de pino	1670	0.18	4.36	3.03	7.91	0.84	1.29
Bosque de encino	712	1.39	22.00	18.07	40.84	2.91	5.98
Matorrales	913	0.75	5.13	8.57	15.61	0.46	2.56
Pastizales	702	0.41	5.99	5.71	10.39	1.15	2.10

Fuente: Elaboración propia.con datos de USyV zona de estudio y Centro Geo.

Entre otras cosas el proceso acelerado y desmedido de transformación de la ciudad ha afectado diversos SE, con lo cual se pone en riesgo la sustentabilidad. Actualmente, la generación y el uso de los SE están definidos espacialmente tanto por las características del paisaje como por las actividades humanas. Las zonas generadoras de servicios dentro de la demarcación se han ido reduciendo

drásticamente, mientras que la demanda de estos ha aumentado, ocasionando que desde hace muchos años la necesidad de SE en la capital se satisfaga a expensas de otras regiones, que en consecuencia enfrentan altos costos ambientales, sociales y económicos. Un ejemplo de este tipo de procesos es la provisión de agua para toda la CDMX (Biodiversidad de la Ciudad de México vol. III, 2016).

Estatus de Conservación y/o protección

Dentro de la región están presentes tres categorías de conservación o de protección que se establecieron con la finalidad de mantener la provisión de SE y el desarrollo sustentable de la CDMX, toda vez que las actividades antrópicas fueron y continúan siendo la causa central de la disminución de los SE. De este modo, en la región existen ANP, AVA y la zonificación de uso de suelo prevista en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF).

Dentro de la categoría de ANP está el Parque Nacional Desierto de los Leones en cual queda prácticamente en su totalidad en la porción oeste de la región estudiada en lo que corresponde con las alcaldías Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón. Ésta fue la primera ANP que se decretó en México y data de 1917 con una superficie de 1,529 ha, mismas que se mantienen en la actualidad y que conservan buena parte de sus condiciones originales.

También está el ANP Lomas de Padierna decretada en 1938 con una superficie de 1,161 *ha*, de las cuales el crecimiento urbano provocó que en una superficie significativa del ANP se perdiera, con ello este ecosistema, considerado de relevancia biogeográfica a nivel nacional, dejó de serlo. En la actualidad sólo existe un área de importancia local en la cúspide del Cerro del Judío, misma que se encuentra muy degradada, y funciona como área verde para la población de sus inmediaciones.

Adicionalmente a estas dos ANP de carácter federal, se localizan las Reservas Ecológicas Comunitarias (REC) San Bernabé Ocotepec y San Nicolás Totolapan, que son una figura adicional a las ANP convencionales y cuya característica distintiva

es que son áreas destinadas voluntariamente a la conservación por núcleos agrarios en la CDMX.

La REC San Bernabé Ocotepec se estableció en el año 2010 y tiene una superficie de 240 *ha* y se localiza en la parte central del área de estudio en la zona de montaña; además de mantener en buen estado los recursos naturales funciona como barrera para el crecimiento de las áreas urbanas, mientras que la REC San Nicolás Totolapan, que data de 2006, cuenta con una superficie de 1,989 *ha*, de las cuales más de la mitad quedan dentro de la parte sureste de la región de estudio y al interior de la zona de montaña. Al igual que la REC San Bernabé mantienen la provisión de servicios ecosistémicos para la población local de las alcaldías Magdalena Contreras y Tlalpan y de la CDMX en lo general.

Respecto a las AVA, corresponden a una figura de conservación que aplica principalmente a las barrancas y bosques localizados en la zona administrativamente denominada suelo urbano. Su creación fue impulsada hacia finales de la primera década y principios de la segunda década del nuevo milenio, como una respuesta a la necesidad de proteger y disminuir la presión que sobre estas áreas y sus ecosistemas ejerce el crecimiento urbano.

Dentro de la región se localizan 26 AVA, distribuidas principalmente al centro norte del área de estudio y con una superficie total de1,712.89 *ha* (Cuadro 4).

Cuadro 4. AVA en la zona de estudio

Núm.	Nombre	Superficie (*ha*)
1	Barranca Anzaldo	26.00
2	Barranca Atzoyapan-Mixcoac	241.75
3	Barranca Becerra Tepecuache Sección La Loma	160.77
4	Barranca Bezares-El Castillo	25.30
5	Barranca Coyotera	9.32
6	Barranca de Tarango	300.37
7	Barranca del Moral	30.86
8	Barranca Echánove	51.41
9	Barranca El Zapote	10.76
10	Barranca Guadalupe	84.68

Núm.	Nombre	Superficie (*ha*)
11	Barranca Hueyetlaco	18.68
12	Barranca Jalalpa	67.39
13	Barranca Las Margaritas	6.47
14	Barranca Magdalena Eslava	55.57
15	Barranca Milpa Vieja	30.43
16	Barranca Mimosas	4.26
17	Barranca Pachuquilla	25.60
18	Barranca San Borja	19.69
19	Barranca Santa Rita	2.87
20	Barranca Tacubaya	158.98
21	Barranca Tecamachalco	21.83
22	Barranca Texcalatlaco	31.89
23	Barranca Volta y Kotch	1.87
24	Bosque de Chapultepec	293.19
25	La Diferencia	32.46
26	Vista Hermosa	0.45

Fuente: Elaboración propia.con base en datos proporcionados por SEDEMA, 2021.

Cabe señalar que, si bien no ha sido fácil que cumplan su objetivo por la constante presión por suelo habitacional y las afectaciones que esto conlleva, asociado a la complacencia, omisión o incapacidad técnica y económica de las autoridades competentes a los tres niveles de gobierno, las AVA siguen proporcionando servicios ecosistémicos a la zona poniente de la CDMX.

La tercera categoría de conservación determina los usos permitidos y no permitidos asociados a un conjunto de zonificaciones que aplican en el Suelo de Conservación de la CDMX. En este sentido, dentro del polígono que ocupa la región de estudio se ubican 11 zonas, de las cuales 7 corresponden con algún estatus de conservación o protección de los recursos asociados al suelo o la cobertura de vegetación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Zonificación del PGOEDF en la zona de estudio

Núm	Zonificación-PGOEDF	Superficie (ha)
1	Agroecológico	483.75
2	Agroforestal	163.1
3	Áreas Naturales Protegidas	3,065.39
4	Equipamiento Rural	151.24
5	Forestal de Conservación	2,233.29
6	Forestal de Conservación Especial	2,141.11
7	Forestal de Protección	171.34
8	Forestal de Protección Especial	18.15
9	Poblados Rurales	661.28
10	Programas Parciales	178.63
11	Zona Urbana	222.5

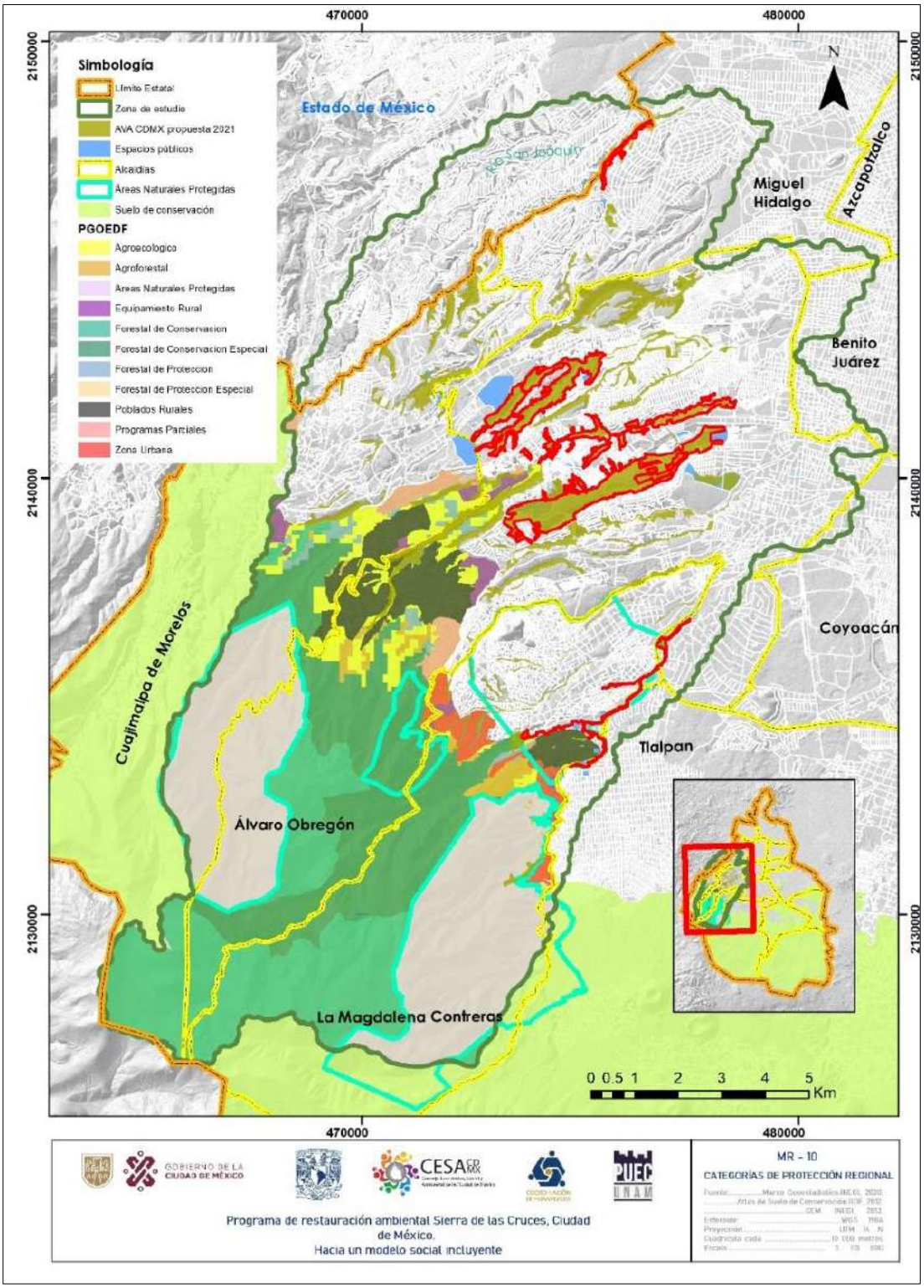
Fuente: PGOEDF, 2000.

Es importante mencionar que por su creación en el año 2010, la REC San Bernabé Ocotepec, no aparece en la actualización la zonificación que se efectuó en 2009, asimismo, es pertinente mencionar que el PGOEDF data del año 2000 y aún sigue vigente.

Como en el caso de las AVA, los usos permitidos y no permitidos asociada a cada tipo de zonificación son rebasados con frecuencia por las mismas situaciones señaladas, especialmente en la parte de transición entre el suelo urbano y el suelo de conservación.

Además de las modalidades de conservación mencionadas, dentro de la zona de estudio existen 212 espacios públicos (Áreas Verdes Urbanas) que también contribuyen a la conservación de la diversidad biológica de un ANP o AVA. Cabe señalar que, si bien se ha planteado la integración de diversos espacios públicos a los límites de algunas AVA, su condición podría cambiar al concretarse las propuestas de modificación o ajustes a las AVA que actualmente realiza la SEDEMA. La distribución de las categorías de conservación y espacios públicos se muestra en el (Mapa 11).

Mapa 11. Categorías de conservación o protección dentro de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia.con base en SEDEMA y PGOEDF, 2000.

I.2.2 Condiciones ambientales

Desde principios del siglo XX la zona poniente de la CDMX fue objeto de explotación indiscriminada de recursos pétreos, en especial pómez y pumicita, cuando estos materiales dejaron de explotarse, los terrenos quedaron vacíos, con severo daño ambiental y convertidos en zonas de alto riesgo para el uso habitacional, susceptibles de hundimientos por el minado subterráneo, sin embargo, la carencia de valor comercial, sumada a otros factores, permitió, que se convirtieran en zonas de habitación popular (CIIEMAD-IPN, 2006).

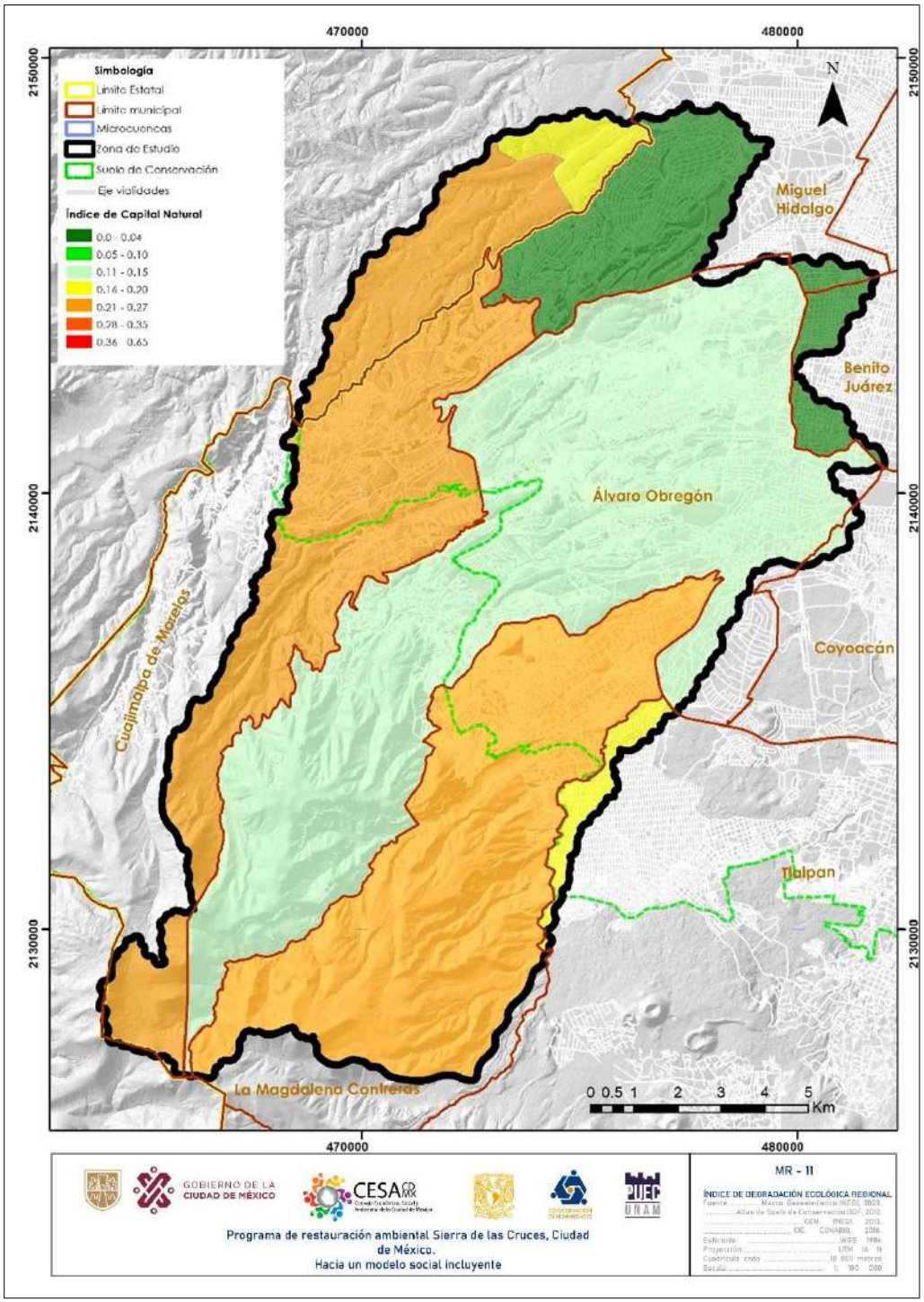
Las barrancas ubicadas dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y de forma principal las de la zona poniente de la CDMX, le aportan a ésta importantes servicios ambientales como la regulación de los flujos hidrológicos, la regulación del clima, el servicio paisajístico, polinización y la conservación de una parte importante de la biodiversidad, entre otros. No obstante, se reconoce que la actividad humana ha puesto en riesgo su existencia y con ello la viabilidad de los ecosistemas que éstas soportan, resaltando entre los principales problemas el cambio de uso de suelo para dedicarlo a asentamientos humanos, que conlleva la pérdida de cobertura forestal y el sellamiento de suelo por las mismas construcciones y las vialidades que se construyen para dar acceso a los nuevos desarrollos habitacionales, la contaminación de las laderas y los cauces de las barranas producto del vertido y acumulación de residuos sólidos urbanos y de la construcción, la contaminación de los cauces por aguas residuales, entre otros, (CIIEMAD-IPN, 2006; INE,2007; PAOT-UACH-, 2008; PAOT 2010 y SEDEMA, 2012)

A manera de referencia, Visión Solidaria A.C. (2007) detectó en el diagnóstico socioambiental de la Barranca de Guadalupe un total de 353 problemas e ilícitos ambientales, destacando 13 descargas residuales colectivas, 270 descargas individuales que no se encuentran conectadas, desembocando de manera directa en el cauce de la barranca, se encontraron 19 tiraderos de basura, 12 de cascajo, 3 de chatarra y 2 de desechos industriales.

Si se considera que desde la primera década de este milenio se documentaron de manera formal, y un tanto asidua, los principales agentes de deterioro ambiental que afectan al sistema de barrancas del poniente de la CDMX, mismos que siguen estando presentes y en mayor magnitud, es posible aseverar su carácter de permanencia, a pesar de los esfuerzos que han realizado las distintas administraciones de los distintos órdenes de gobierno en la últimas dos décadas, lo cual da una idea de la complejidad de la problemática, en donde se entremezclan las necesidades de una sociedad en continuo crecimiento, los intereses políticos y económicos principalmente y la falta de conciencia y educación ambiental que tiene entre sus principales raíces la dinámica cotidiana de una sociedad inmersa en atender sus necesidades básicas y que destina o dispone de poco tiempo para involucrarse en el cuidado de su entorno ambiental y reacciona de forma reactiva cuando se presentan situaciones que afectan su patrimonio o su salud.

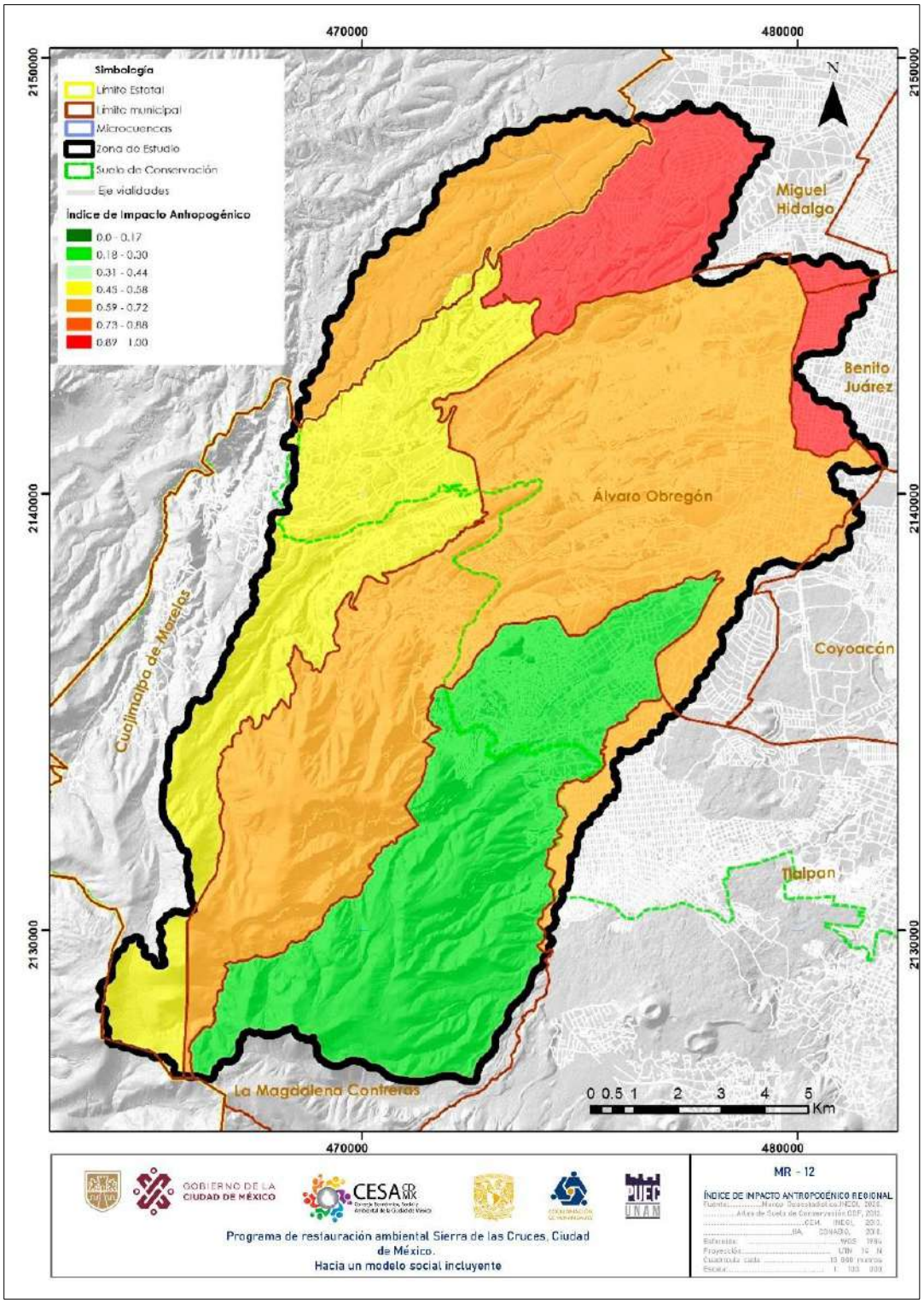
En este sentido, la oferta ambiental se ve cada vez más reducida, toda vez que a los anteriores problemas se suman aspectos como la imposibilidad de acceder a sitios ya que en algunos casos los asentamientos sólo han dejador relictos de vegetación que frecuentemente están confinados ; no obstante sus condiciones ambientales apropiadas para dar un servicio o generar alternativas de uso, se dificulta la propuesta de actividades que detonen el interés por su conservación, más allá de las condiciones sociales, económicas y de infraestructura en las que se encuentran inmersas. De manera adicional, la revisión de los Índices de Degradación Ecológica (IDE), de Impacto Antropogénico (IIA) y de Capital Natural (ICN) que generó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a nivel de municipio y que en conjunto permiten tener una aproximación de la biodiversidad de los ecosistemas naturales y agroecosistemas (Mapas 12 y 13).

Mapa 12. Índice de Degradación Ecológica en la zona de estudio



Fuente: CONABIO, 2022.

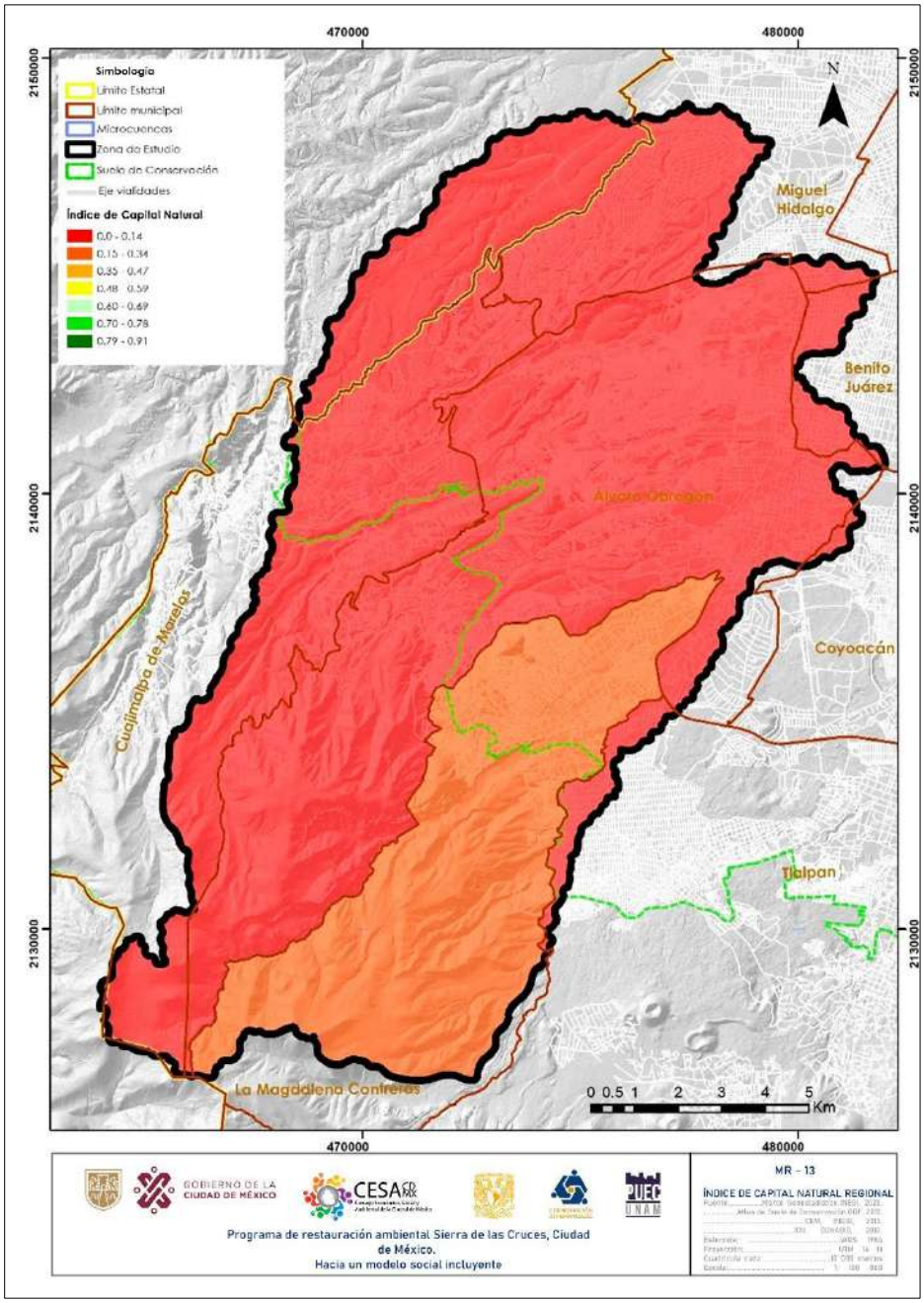
Mapa 13. Índice de impacto antropogénico



Fuente: CONABIO, 2022.

Para este índice es más claro el rango de impacto ecológico que presentan las alcaldías Miguel Hidalgo y Coyoacán, ubicadas en un nivel extremadamente alto, en tanto que, las otras alcaldías que conforman la región de estudio muestran rangos que la ubican en niveles muy bajo medio y muy alto (Mapa 14).

Mapa 14. Índice de Capital Natural



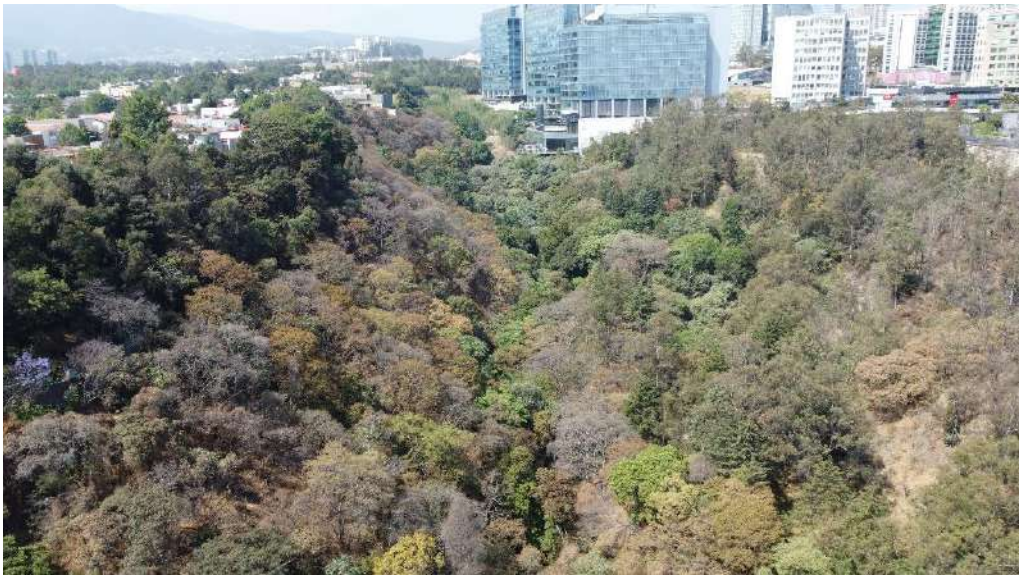
Fuente: CONABIO, 2022.

Como se observa el ICN para el área de estudio se encuentra entre los niveles extremadamente bajo y muy bajo, lo que se debe en buena medida a la amplia distribución de asentamientos humanos que han afectado de manera irreversible la condición de los recursos naturales en la región.

A pesar de lo anterior y remarcando la condición ambiental, aún existen sitios con potencial para el desarrollo de proyectos como el ecoturismo, observación de la biodiversidad remanente, la colecta de germoplasma forestal con fines de reproducción de especies nativas, fomento de especies arbustivas y herbáceas polinizadoras, entre otros, que permitan generar condiciones de mejores usos compatibles con la conservación y disfrute de estas áreas.

Ejemplo de las condiciones ambientales que prevalecen en las barrancas del área de estudio se muestran en las imágenes tomadas durante recorridos realizados en cada una de las seis AVA objeto del estudio en la región (Figuras 4 a 21).

Figura 4. AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 5. AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 6. AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma



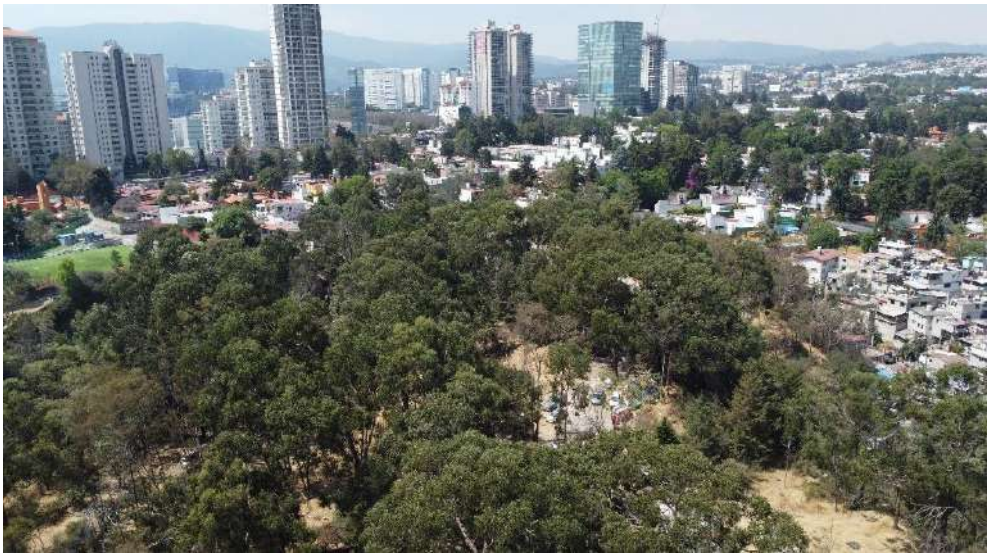
Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 7. AVA Barranca Echánove



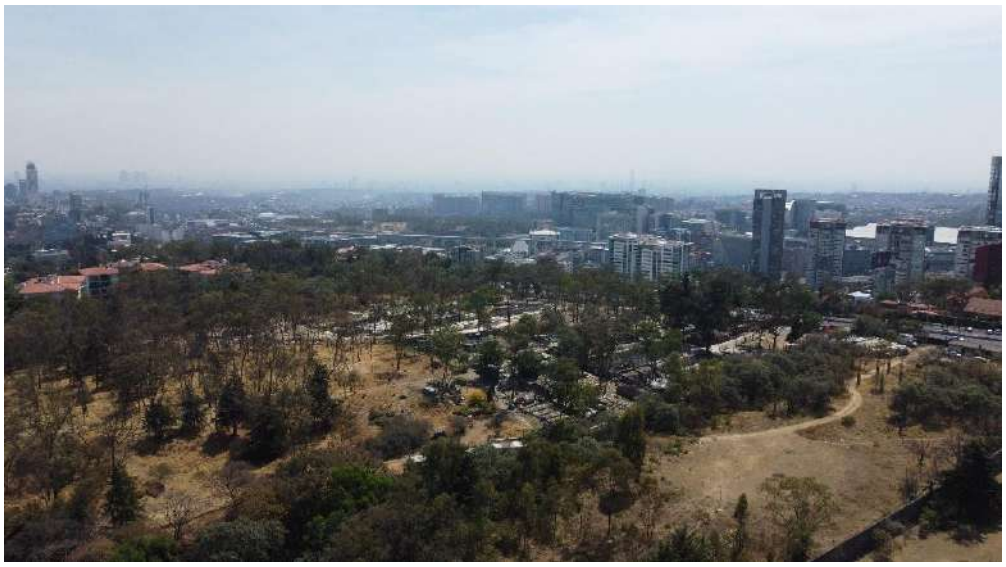
Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 8. AVA Barranca Echánove



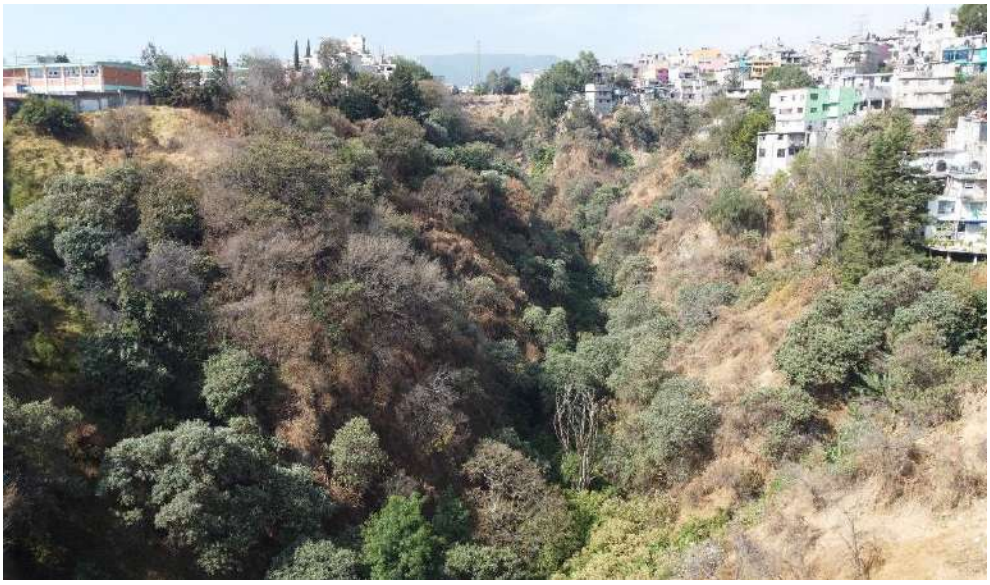
Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 9. AVA Barranca Echánove



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 10. AVA Barranca Atzoyapan-Mixcoac



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 11. AVA Barranca Atzoyapan-Mixcoac



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 12. AVA Barranca Atzoyapan-Mixcoac



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 13. AVA Barranca Tarango



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 14. AVA Barranca Tarango



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 15. AVA Barranca Tarango



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 16 AVA Barranca Magdalena-Eslava



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 17. AVA Barranca Magdalena-Eslava



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 18. AVA Barranca Magdalena-Eslava



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 19. **AVA Barranca Tecamachalco**



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 20. AVA Barranca Tecamachalco



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Figura 21. AVA Barranca Tecamachalco



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Como se ha podido observar a lo largo del apartado, las condiciones físico biológicas del poniente de la CDMX dan origen a las barrancas de esta zona, las cuales forman parte del complejo sistema hidrológico que sostiene y abastece a la capital del país. Sus laderas albergan ecosistemas que proveen diversos servicios ecosistémicos: una importante diversidad biológica, servicios paisajísticos y la regulación de flujos pluviales de la cual se derivan el abastecimiento de los mantos acuíferos, la regulación del clima y la prevención de inundaciones. Actualmente, las barrancas enfrentan una fuerte presión demográfica y graves problemas de contaminación ambiental que amenazan con degradarlas irremediablemente, como los drenajes a cielo abierto, la mezcla de aguas pluviales con aguas negras domiciliarias, los residuos sólidos, el depósito de cascajo y una fuerte presión de cambio de uso de suelo. La limpieza y regeneración de las barrancas es un tema importante tanto en el aspecto ambiental como en el social. Los servicios ecosistémicos que proveen influyen directamente sobre el funcionamiento y desarrollo de la ciudad. Además, miles de familias de bajos recursos que viven en las barrancas están expuestas a riesgos de salud y seguridad como consecuencia de la contaminación. Los asentamientos humanos irregulares en zonas de alto

riesgo son frecuentes y la atención a esta problemática requiere tanto de soluciones económicas, como de procesos de educación ambiental y de participación comunitaria.

La ocupación urbana en las barrancas es de contrastes, no solo se encuentran asentamientos humanos de carácter irregular y en condiciones de alta marginación, existen colonias de clase media y zonas residenciales de alta plusvalía, no obstante, todos ellos ejercen impactos altamente perjudiciales sin importar su condición. Los cauces de las barrancas son el drenaje de estos asentamientos urbanos y semi urbanos, tanto en las zonas populares como en las zonas de clase media, y en las zonas residenciales de altos niveles económicos, no existe un control sanitario sobre ellas, y aunque constituyen un delito ambiental no existen acciones por parte de la autoridad dirigidas a frenar este problema de contaminación. En casi todos los casos hay invasión de zona federal del río. No hay conciencia de los servicios ambientales que ofrece tanto el río como toda la micro cuenca y no ha habido una planeación que entienda el ecosistema.

Por otra parte, la gran acumulación de residuos sólidos domiciliarios (urbanos) y de manejo especial (cascajo y chatarra) representa serios problemas como la proliferación de fauna nociva, el desarrollo de vegetación oportunista, malos olores y la aparición de enfermedades dermatológicas y oftalmológicas, así como que el taponamiento del cauce de los ríos ocasiona que se deteriore la infraestructura hidráulica lo que genera erosión sobre los taludes y desgajamientos.

Figura 22. AVA Barranca Tarango. Obstrucción del cauce con carrocería abandonada



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

Otra problemática está relacionada con la función principal de las presas construidas en las barrancas, que corresponde a la regulación del flujo de aguas y su desalojo para evitar inundaciones en las zonas cercanas; en la mayoría de ellas es notoria la gran acumulación de residuos que provocan su azolve y el riesgo de daños a la infraestructura hidráulica y la posibilidad de inundaciones

Figura 23. AVA Barranca Tarango. Acumulación de residuos sólidos en la presa Tarango



Fuente: Trabajo de campo, junio 2022.

En el deterioro socioambiental de las barrancas existe una responsabilidad compartida entre las autoridades y la población; es desafortunado reconocer que algunos de los problemas identificados con anterioridad lejos de resolverse se han incrementado.

Aún con todo lo anteriormente descrito, y como ya se indicó al final del presente apartado, las barrancas del poniente de la ciudad, aún presentan espacios con condiciones que los hacen aptos para prestar servicios ecosistémicos y que pueden ser utilizados como espacios de recreación e incluso de ecoturismo. Si bien estos espacios no son muy amplios y numerosos, si fue posible identificar algunos que presentan cierta aptitud. Estos sitios, son importantes de evaluar y determinar el uso y aprovechamiento que se les puede dar bajo un contexto de infraestructura verde y soluciones basadas en naturaleza, pues la población que habita en las barrancas o su zona de influencia, por las condiciones ya descritas, se encuentra en rezago en cuanto a espacios públicos, de recreación y deporte, así como de acceso a áreas verdes.

Sin embargo, los espacios que se identificaron derivado del trabajo de campo realizado, requieren de análisis específicos para determinar el uso que se les pueda dar de acuerdo con la aptitud del territorio y otras condiciones que pueden limitar la implementación de algún proyecto. Dichos análisis y la descripción de los sitios identificados con potencial y/o aptitud, serán abordados en la siguiente etapa del presente proyecto, esto dentro del contexto del *Proyecto III. Potencial de usos y servicios y ecosistémicos* que tiene por objetivo desarrollar modelos territoriales que cuantifiquen y territorialicen el potencial de uso y servicios de los ecosistemas para alinear las acciones relacionadas con la protección de la biodiversidad (calidad de hábitat), secuestro de carbono y turismo alternativo, con las acciones propuestas de aprovechamiento territorial y con ello decidir cómo y dónde invertir en capital natural con la meta de garantizar que las cadenas de oferta sean sostenibles y seguras implementando el enfoque de adaptación basada en ecosistemas.

I.3 Dimensión sociodemográfica

Es bien conocido que los procesos de urbanización en una parte de las ciudades llevan consigo un debate sobre la importancia que tienen los elementos ambientales. Sin embargo, hoy en día uno de los debates más importantes tiene que ver con el papel restaurador de la infraestructura verde y azul en el desarrollo urbano y, sobre todo, en la calidad de vida de la población.

En este sentido, la planeación urbana debe tomar en cuenta la capacidad que tienen algunas zonas para generar bienestar. Las zonas con valor ambiental deben ser entendidas para proponer las alternativas adecuadas para protegerlas. En este apartado se presentan elementos de corte demográfico, social y económico de la zona de estudio.

En términos generales, la zona de la Sierra de las Cruces es de altos contrastes expresados en términos de ingresos, movilidad, infraestructura y equipamiento. Quizá sea una de las zonas donde más se expresan las confluencias de asentamientos de muy altos ingresos con los bajos y muy bajos ingresos, además, la dotación de infraestructura y equipamiento también es desigual.

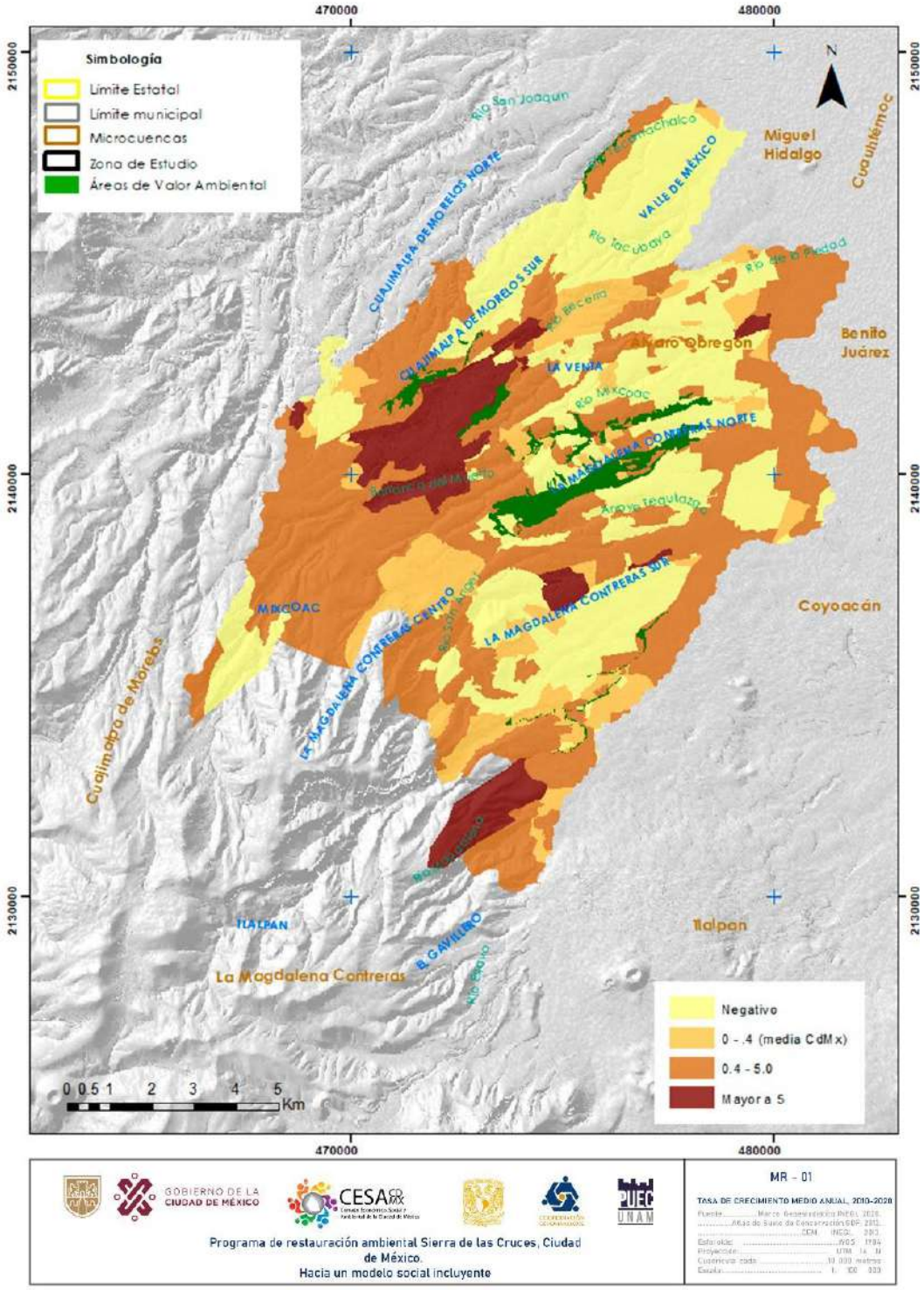
El polígono de estudio es altamente complejo porque tiene presencia de asentamientos humanos irregulares y con elevada presión inmobiliaria. de asentamientos de distintos ingresos. Esto hace que sea particularmente importante compaginar el desarrollo sustentable con la reducción de la desigualdad social que caracteriza a toda la zona. Es otras palabras un desarrollo urbano sustentable e incluyente.

Tasa de Crecimiento Medio Anual

La dinámica de crecimiento poblacional entre 2010 y 2020 plantea tres patrones claramente diferenciados. El primero, por las tasas de crecimiento negativas en una parte que se corresponde con la zona consolidada de las décadas de los setenta y ochenta del siglo anterior, particularmente en colonias como Olivar del Conde, las

Águilas o San Jerónimo Aculco. En el segundo caso, se encuentran zonas con tasas de crecimiento iguales a la de la CDMX, las cuales son pocas colonias en la zona. En tercer lugar, las que tienen tasas de crecimiento por encima de las de la CDMX, aunque están bien focalizadas en zonas como Santa Fe, en la zona poniente del Anillo Periférico y en la zona aledaña a la Barranca Magdalena-Eslava. Cabe mencionar que se trata de dinámicas de alto crecimiento demográfico debido a tres patrones de crecimiento económico completamente diferente: alto, medio y bajo (Mapa 15).

Mapa 15. Tasa de crecimiento 2000-2010

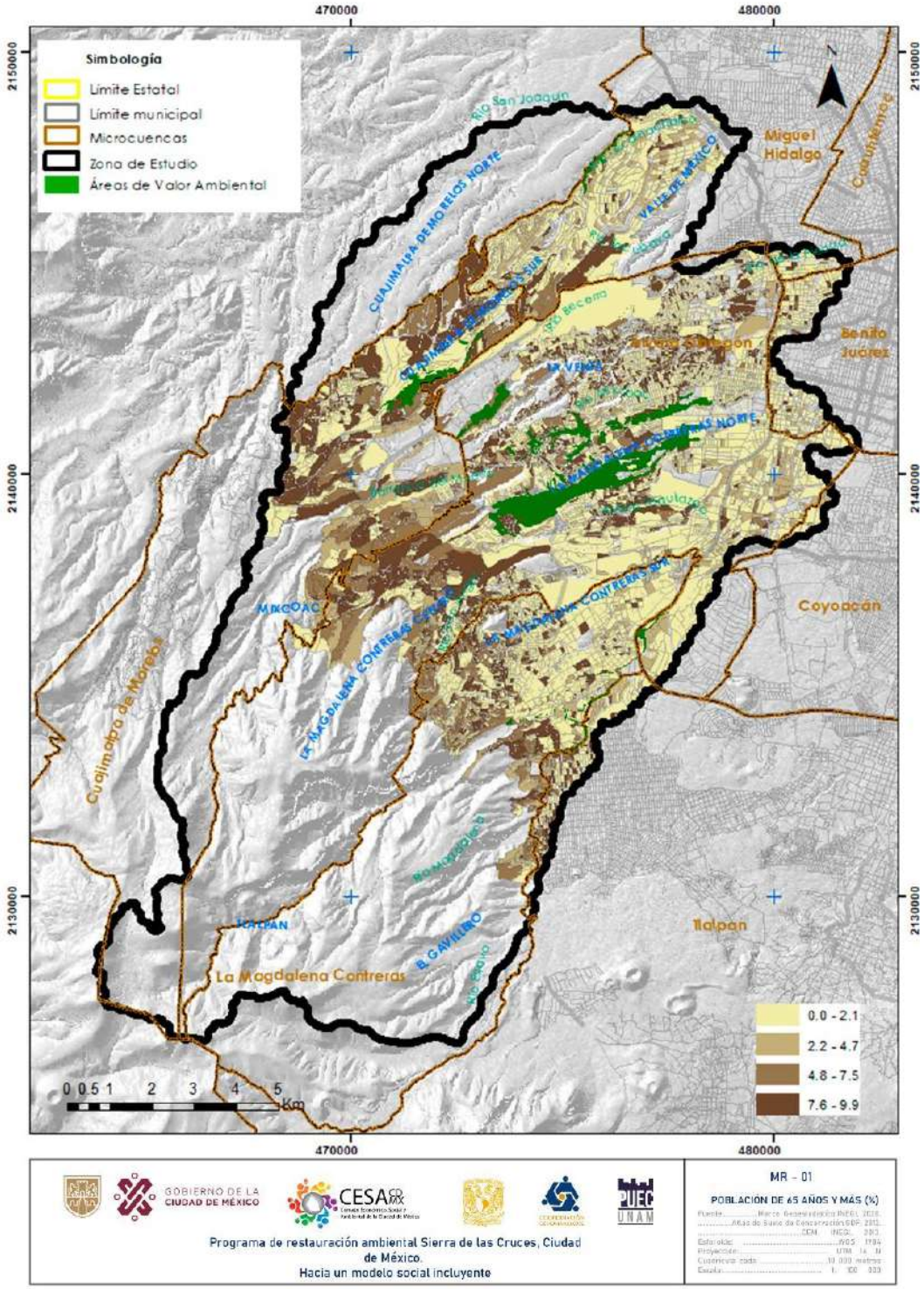


Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Población de 65 años y más

Junto con la población menor a 15 años, aquella con más de 65 es considerada población dependiente. En este caso, la población con esta característica se concentra en la periferia de la zona de estudio, además de un corredor entre las barrancas Tarango y Mixcoac. También llama la atención que esta última zona del polígono presenta tasas de crecimiento negativas, exceptuando algunas zonas (Mapa 16).

Mapa 16. Población de 65 años y más



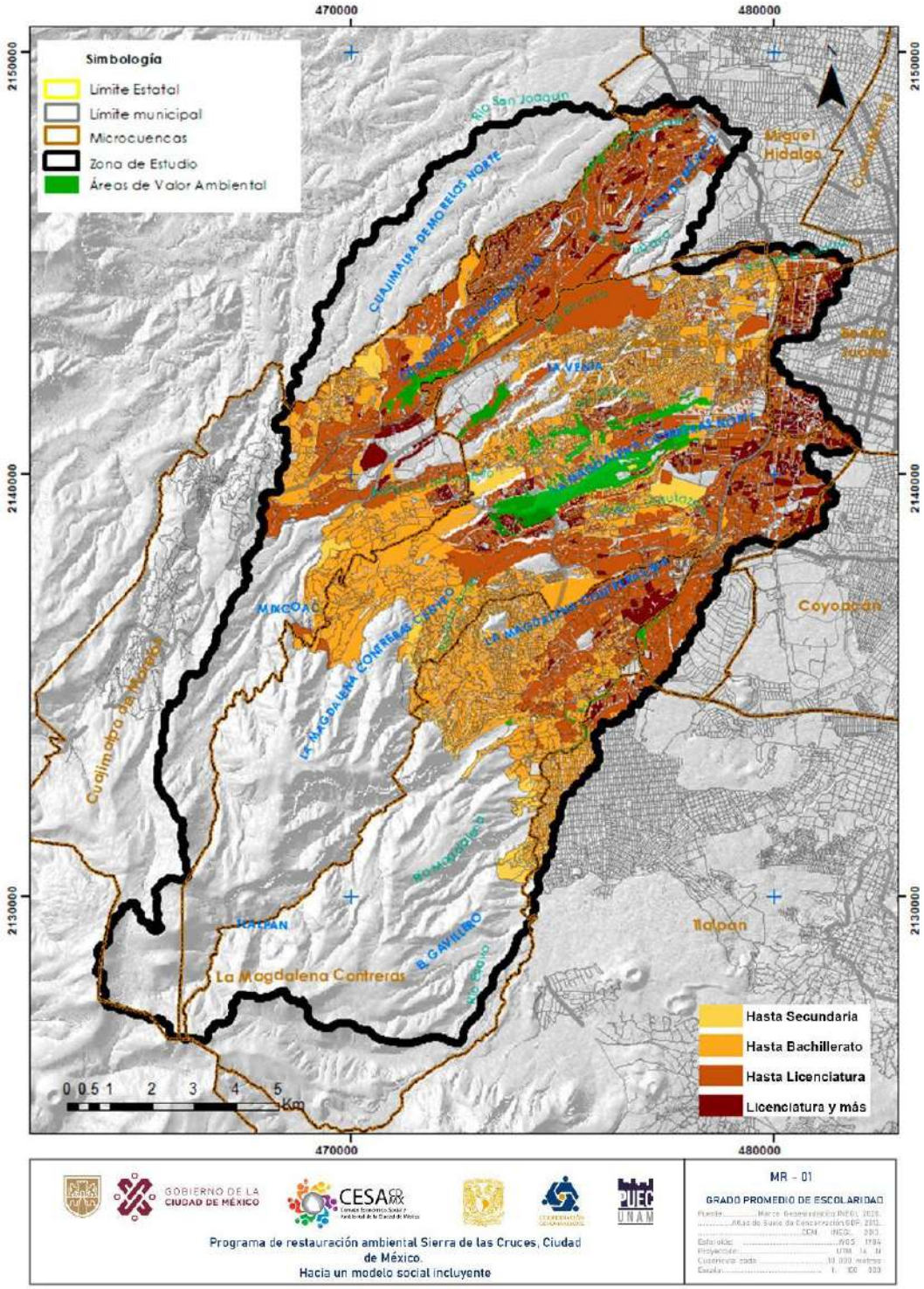
Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Grado promedio de escolaridad

Uno de los indicadores *proxy* a la situación socioeconómica es el grado escolar. En términos generales, la población con mayor educación también tiene mejores condiciones de vida. Por ello se eligió este indicador como uno de los relevantes para el diagnóstico del área de interés. En este sentido, las barrancas tienen condiciones igualmente diversas. En la Barranca Tecamachalco se encuentra población principalmente con nivel educativo de niveles bachillerato y licenciatura; en la Barranca Echánove predomina el grado de licenciatura; en la Barranca Tepecuache principalmente licenciatura. En la Barranca Mixcoac, específicamente en Colinas del Sur y Lomas de Tarango es predominante el nivel de licenciatura y posgrado mientras que en el resto predomina el bachillerato; a su vez, en la Barranca de Tarango las colonias del poniente tienen predominio en el nivel de licenciatura mientras que al sur destacan los grados de bachillerato y secundaria.

En la Barranca Magdalena Eslava al poniente, en las colonias Jardines del Pedregal y San Jerónimo Lídice el grado de escolaridad es mayor a licenciatura. En la parte más alta predomina la población con apenas educación secundaria (Mapa 17).

Mapa 17. Grado promedio de escolaridad



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Ocupantes por vivienda y cuarto

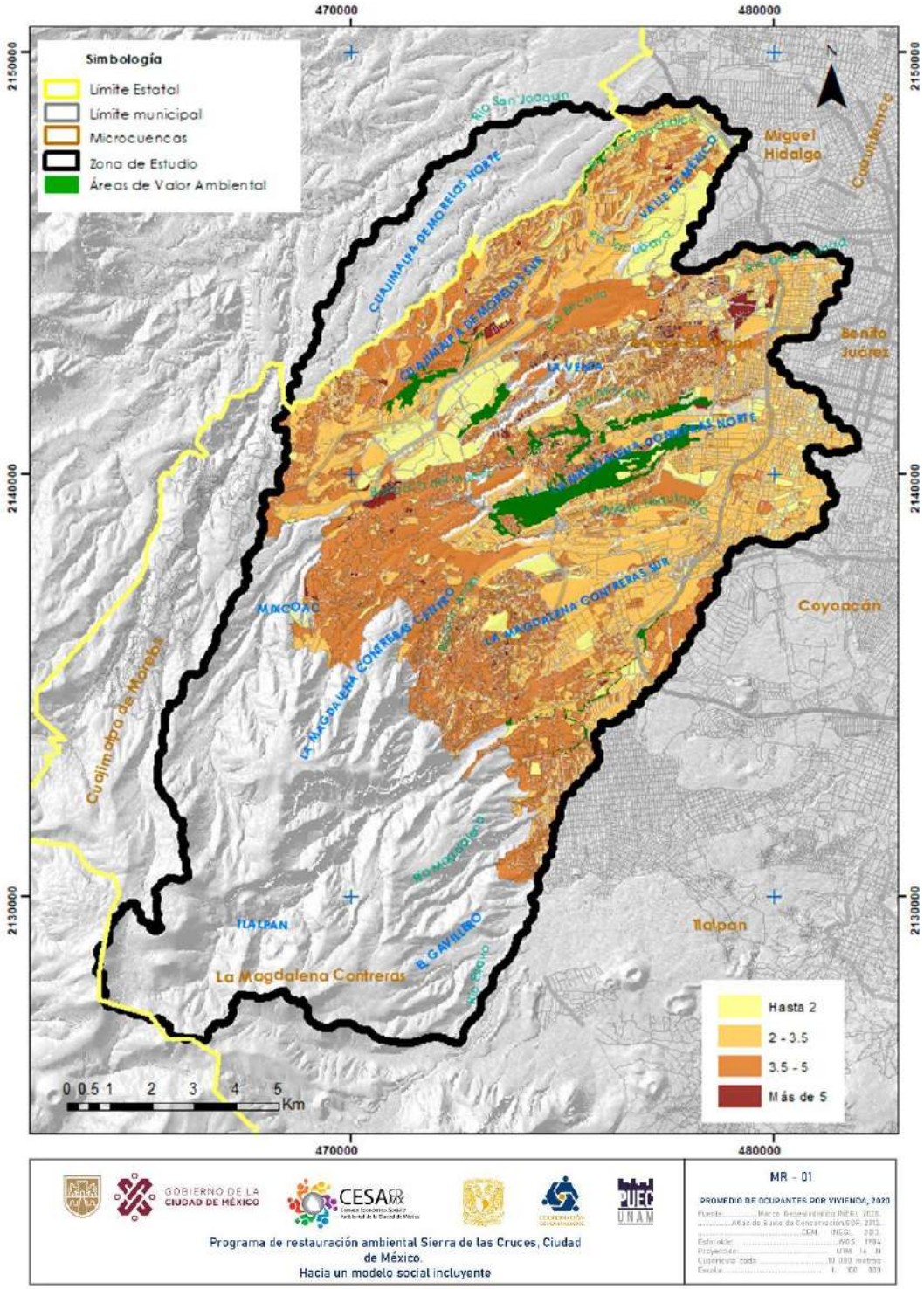
La mayor concentración de habitantes por vivienda se encuentra en tres zonas en el oriente, norte y poniente del polígono.

El número de ocupantes por vivienda para 2020 se reporta entre 3.5 y5 y el hacinamiento con base en el número de ocupantes por cuarto en general es mínimo, kse encuentra entre 0.5 – 1, la zona donde se mencionan más de 1 habitante se encuentra en el sur poniente, en el centro de la alcaldía Álvaro Obregón (Mapa 18).

Al observar la dinámica de crecimiento para el periodo 2010-2020, destacan por su dinamismo las zonas de Barranca del Muerto y Cuajimalpa de Morelos Sur, así como el sur poniente de la alcaldía Magdalena Contreras en donde se ha quintuplicado la población. En contraste, las barrancas Mixcoac y Tarango tienen registro de un crecimiento negativo a su alrededor, mientras el resto se mantiene arriba del crecimiento promedio de la CDMX (0.4%).

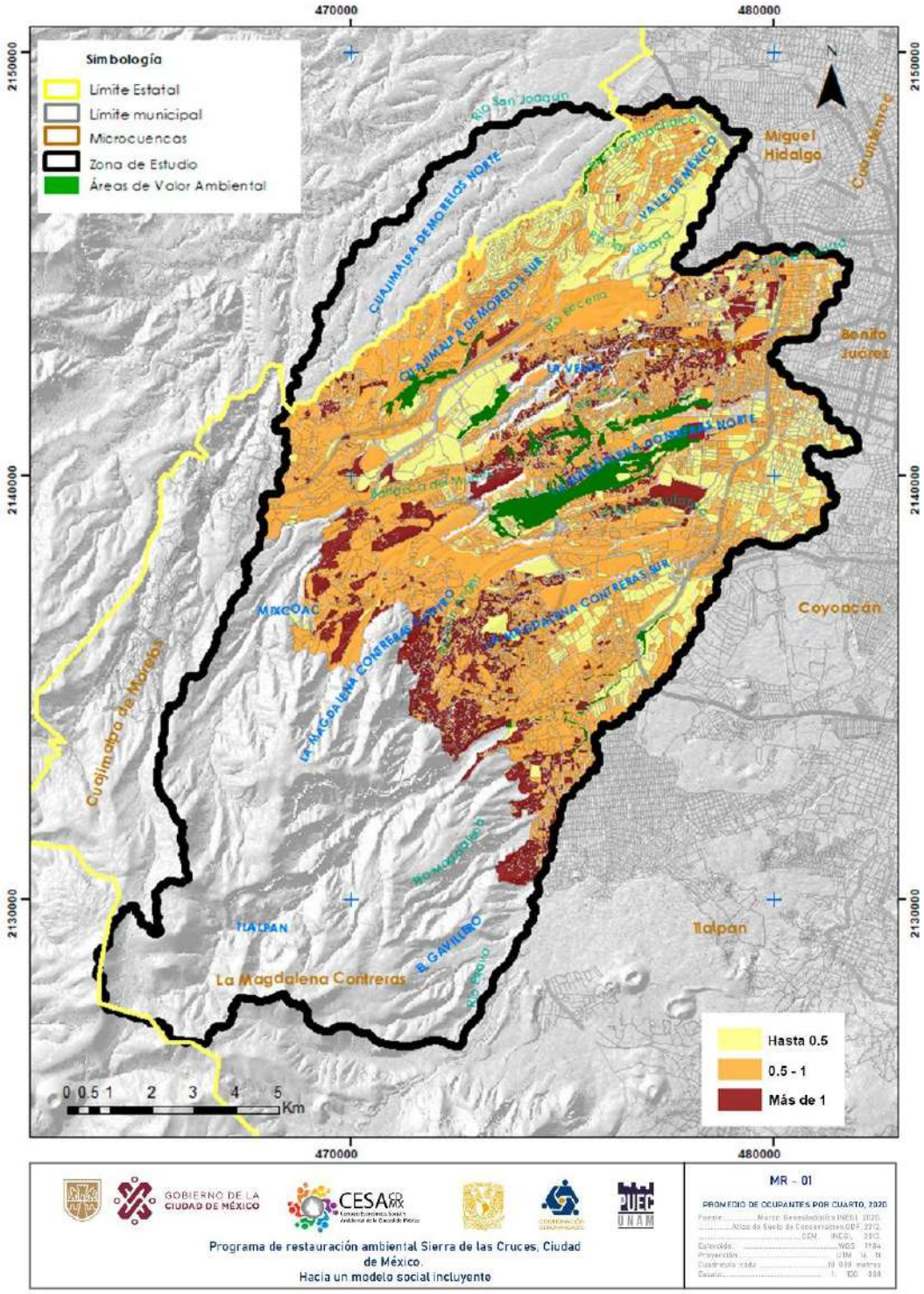
En lo que corresponde a los niveles de hacinamiento (2 habitantes por cuarto o más) se identifican al oriente del polígono. Los niveles más altos de hacinamiento se concentran en colindancias con las áreas no urbanas, en un corredor entre las barrancas Mixcoac y Becerra-Tepecoache y al sur de la Barranca Tarango, en la Colonia Las Águilas (Mapa 19).

Mapa 18. Ocupantes por vivienda



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Mapa 19. Hacinamiento



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Marginación y violencia

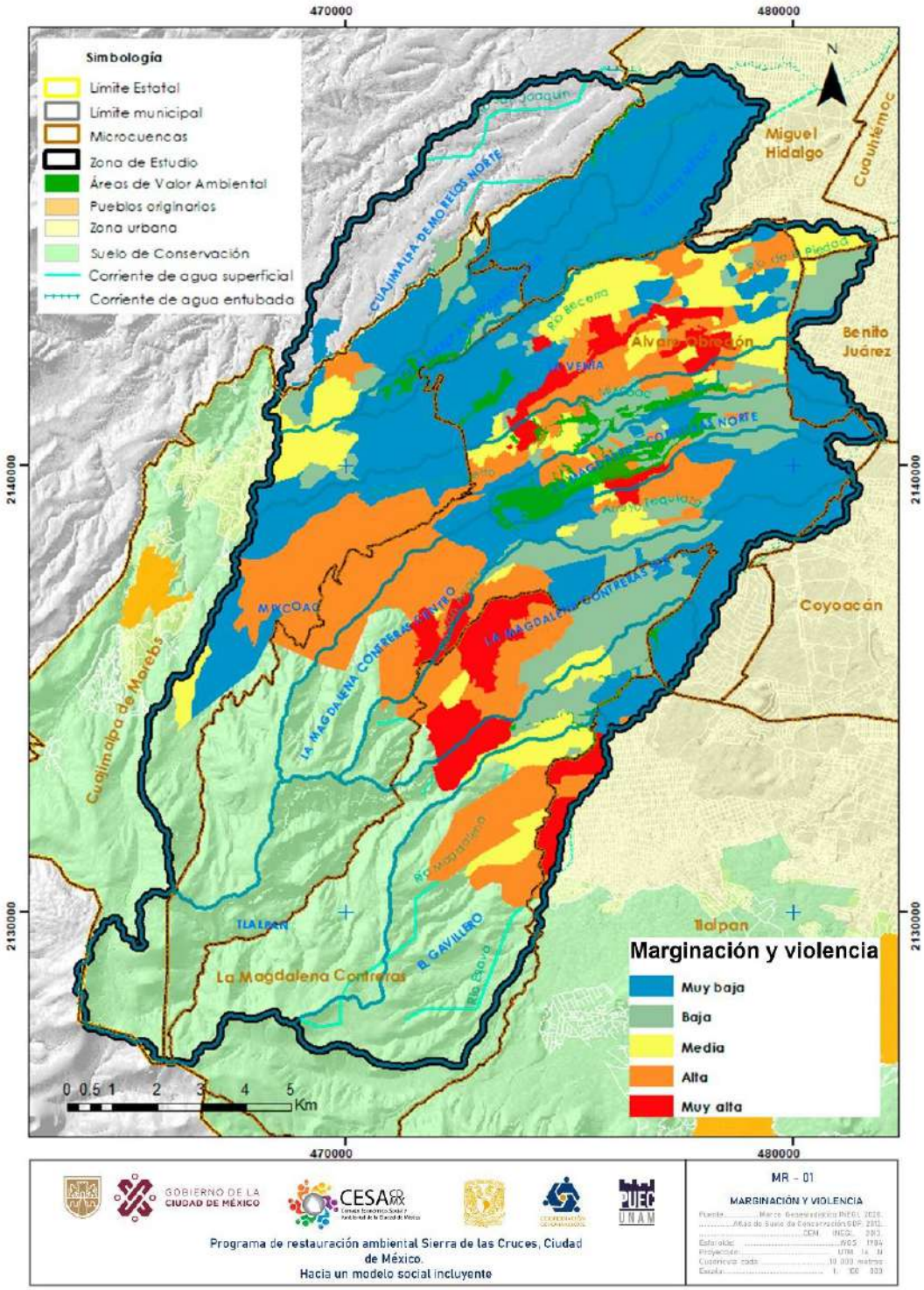
Este indicador que integra ambas dimensiones fue retomado de los datos abiertos del Gobierno de la Ciudad de México. El resultado para la zona de estudio indica que las barrancas Tecamachalco, Echánove, Tepecuache tienen un grado de marginación y violencia muy bajas.

En el caso de la barranca Mixcoac, encontramos los 5 intervalos, predominando aquellas colonias con un bajo grado de marginación y violencia.

Al noroeste de la barranca Tarango colindan colonias que tienen un grado de marginación medio, destacan el pueblo de San Clemente con un grado muy alto y la colonia Las Águilas con un grado alto. De igual manera al sur de la barranca Magdalena-Eslava, existen colonias con alto nivel de marginación y violencia.

En términos generales se puede decir que la violencia ligada a la marginación se localiza y concentra en algunas zonas del polígono (Mapa 20).

Mapa 20. Marginación y violencia

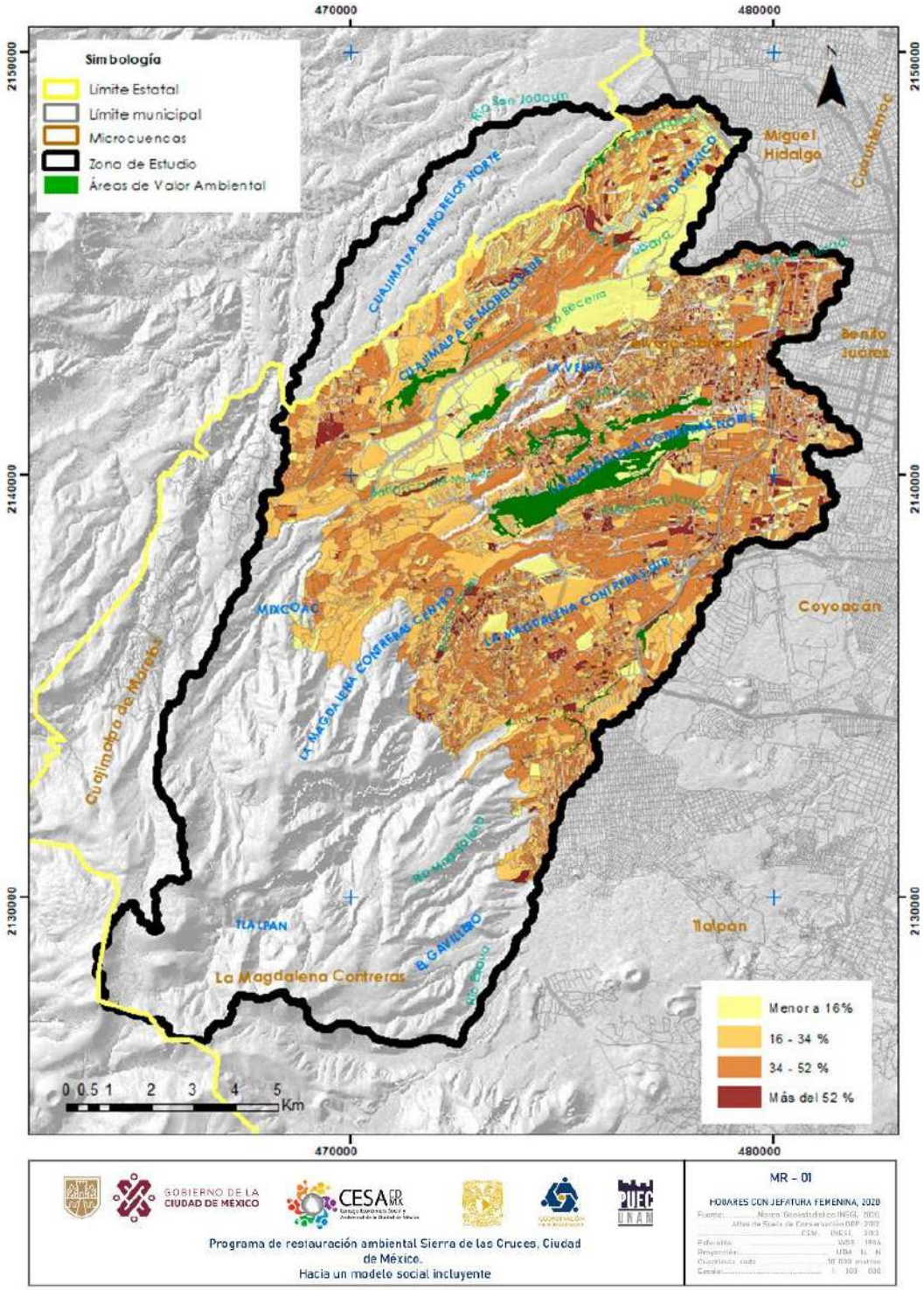


Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Hogares con jefatura femenina

El indicador de hogares con jefatura femenina es relevante para estudiar la desigualdad. En este caso, llama la atención más de 33 % de los hogares, en la zona de estudio tienen como jefa a una mujer. Los porcentajes más bajos se encuentran entre las barrancas Becerra-Tepecuache y Echánove (Mapa 21).

Mapa 21. Hogares con jefatura femenina



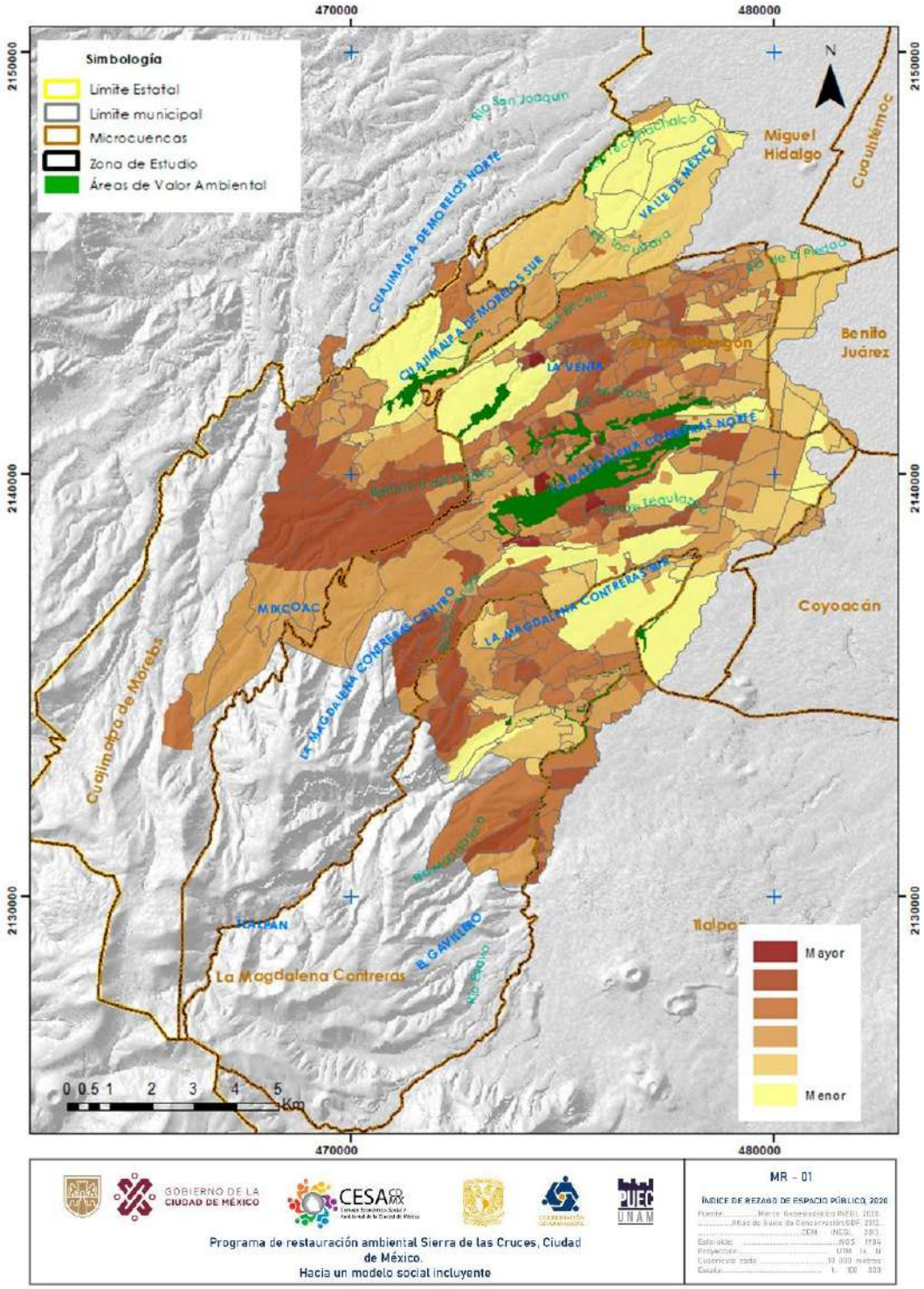
Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Índice de rezago del espacio público

El rezago del espacio público es considerablemente mayor en tres barrancas, de las cuales las Mixcoac y Tarango destacan por tener una mayor provisión de espacio público. Relacionado a esto el índice del espacio público por habitante que en el área general del sistema considera 500 m^2, los espacios con una mayor provisión no se encuentran cercanos a ninguna área de interés en el presente proyecto. La barranca de Mixcoac tiene un rango medio en el rezago de espacio público, asociado a aquellas unidades habitaciones. En el caso de Barranca Tarango corresponde a zonas altamente densas asociadas a unidades habitacionales al norte mientras que al sur la colindancia es con barrios y pueblos que no contienen espacios públicos.

El rezago de espacio público en el polígono también nos muestra que es menor en las barrancas Tecamachalco, Echánove y Tepecuache, asociado a colonias con una superficie mayor y una menor densidad de población. En la Barranca Magdalena Eslava en la parte baja de la barranca la superficie de espacio público corresponde a aquellas colonias de vivienda unifamiliar con una tipología y traza urbana definidas con un proyecto urbanístico, mientras que en la parte alta de la misma que presentan mayores limitaciones, coinciden con barrios históricos (Mapa 22).

Mapa 22. Rezago del espacio público



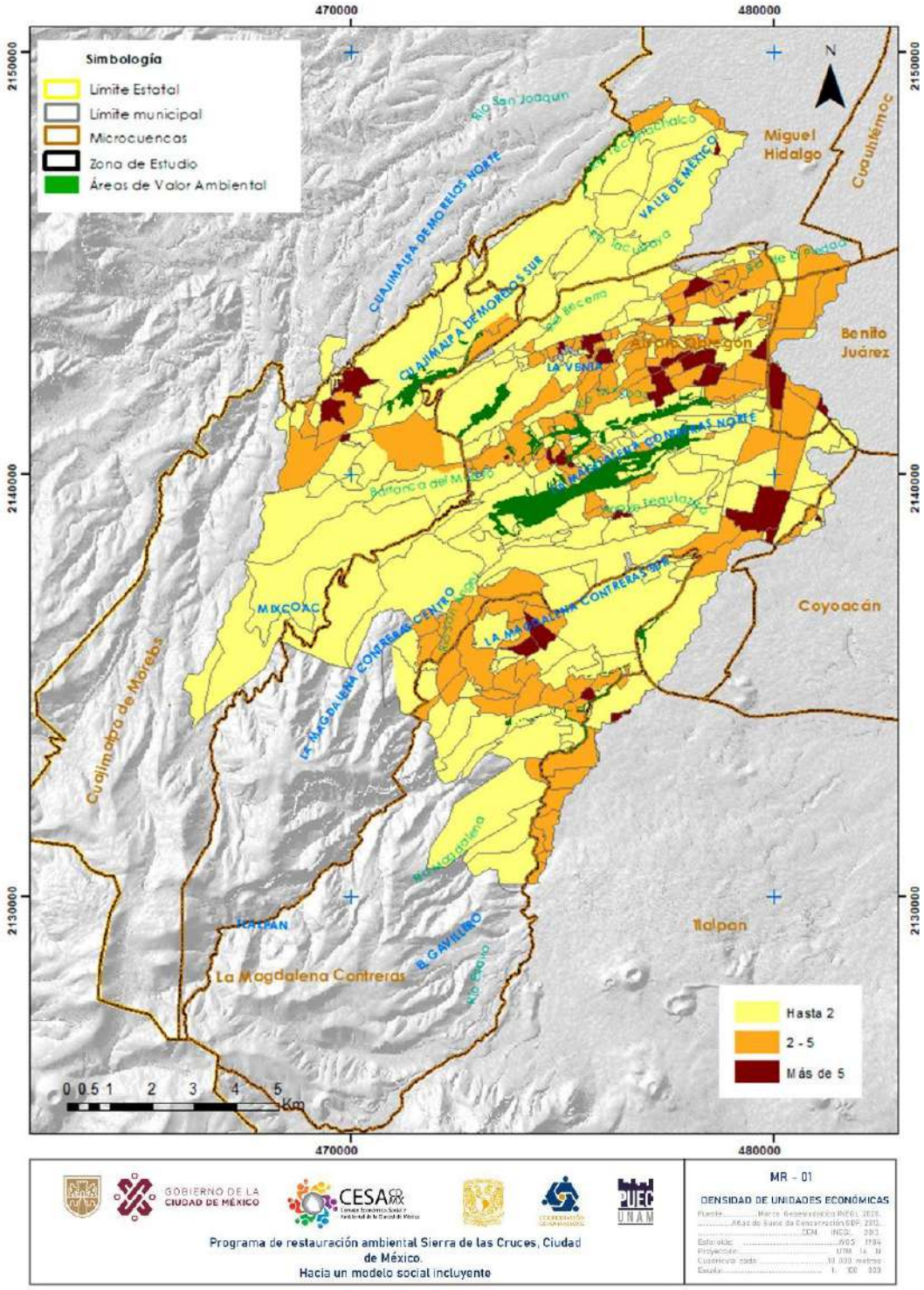
Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Densidad de unidades económicas

La densidad de unidades económicas presenta un patrón de concentración en ciertos puntos de la zona de estudio caracterizado por encontrarse entre vías principales, por ejemplo, entre Av. Anillo Periférico y Av. Revolución; entre Av. Santa Lucía, Alta Tensión y Av. Minas o en la zona de Santa Fe.

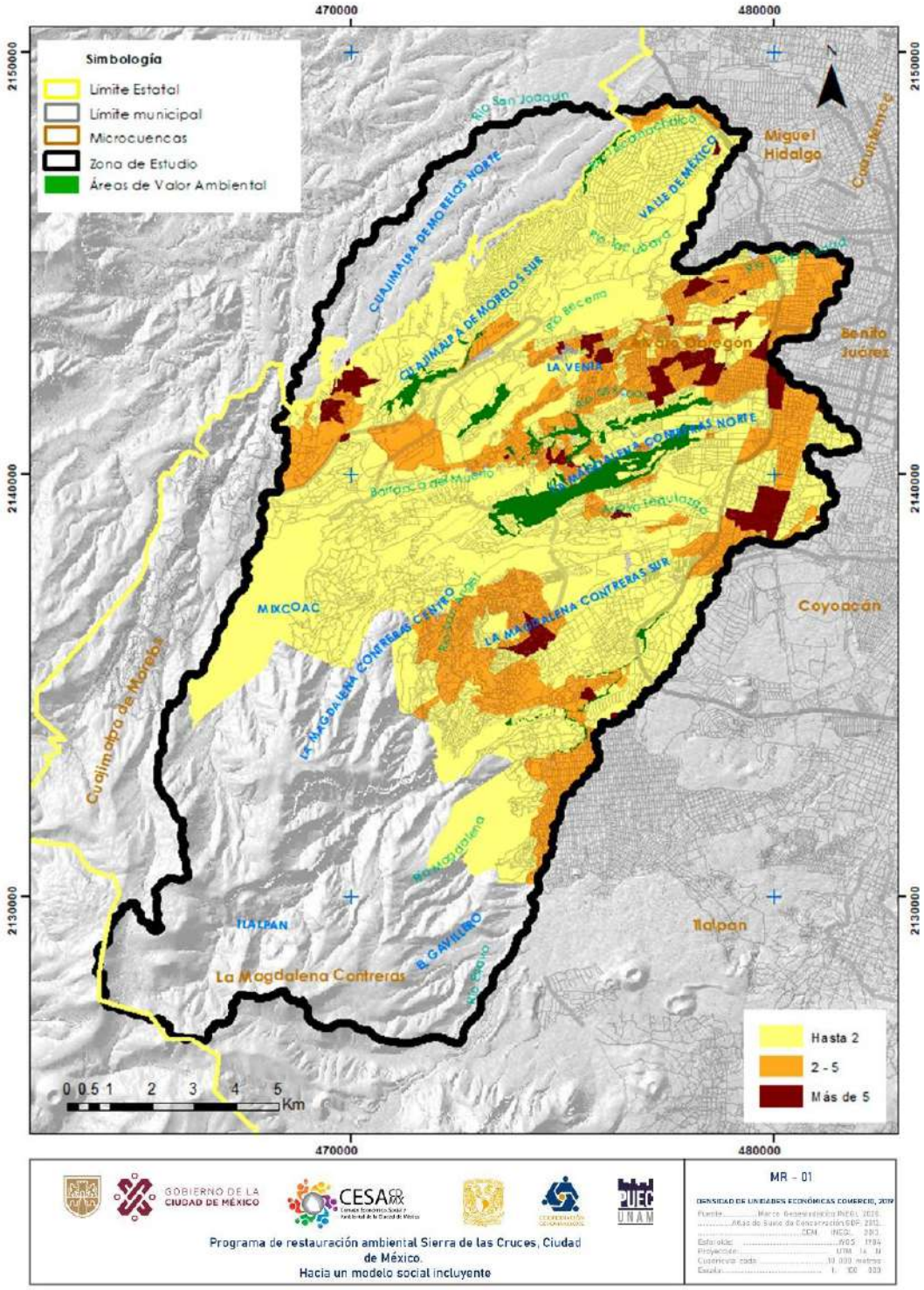
Este patrón se repite para cada uno de los tres sectores, aunque con una diferencia importante. Mientras que la industria tiene poca concentración, el comercio y los servicios tienen mayores densidades con presencia en un mayor número de colonias, la localización está altamente influida por la distribución de vías de comunicación (Mapas 23, 24 y 25).

Mapa 23. Densidad de unidades económicas



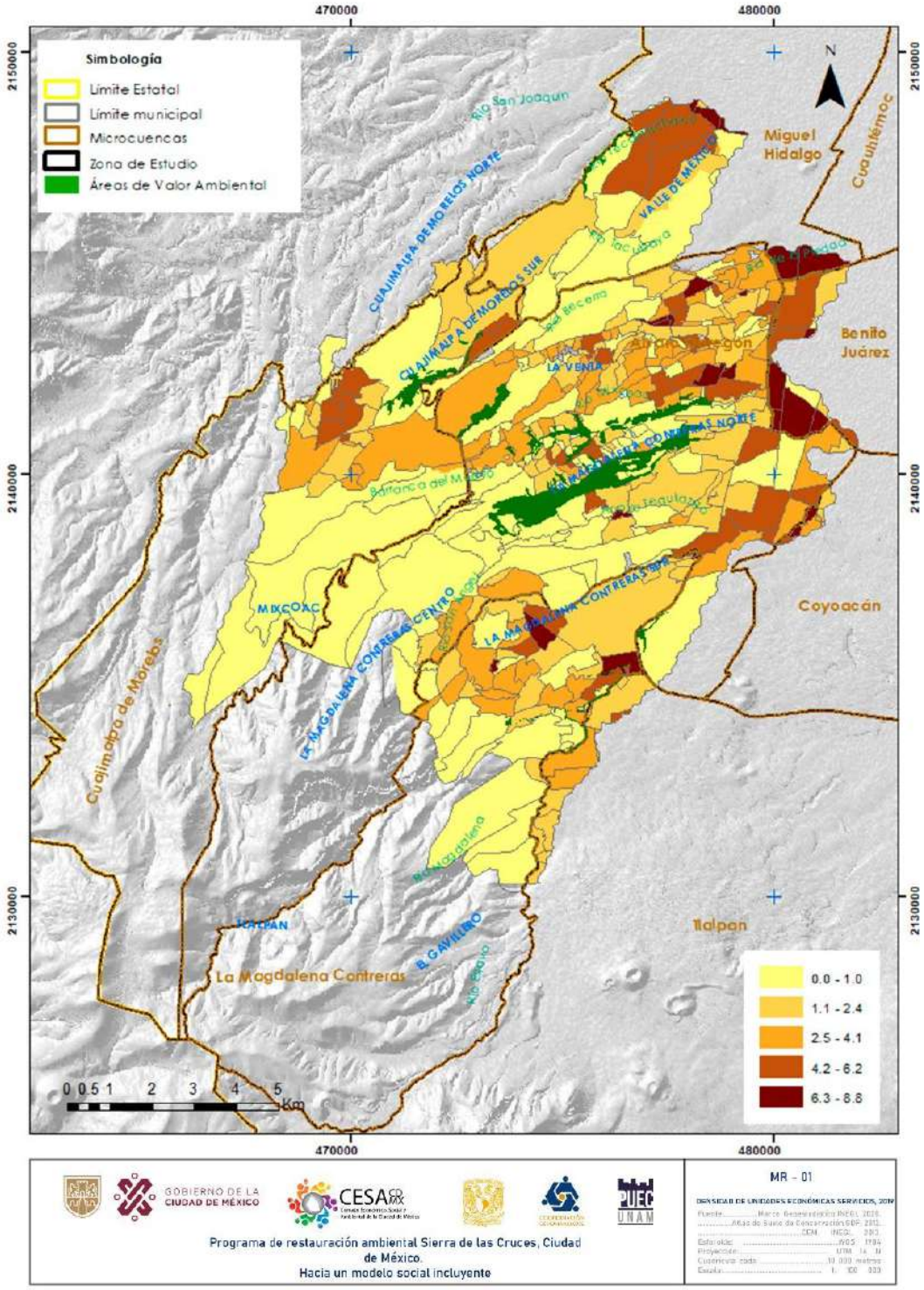
Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Mapa 24. Densidad de unidades económicas de comercio



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Mapa 25. Densidad de unidades económicas de servicios

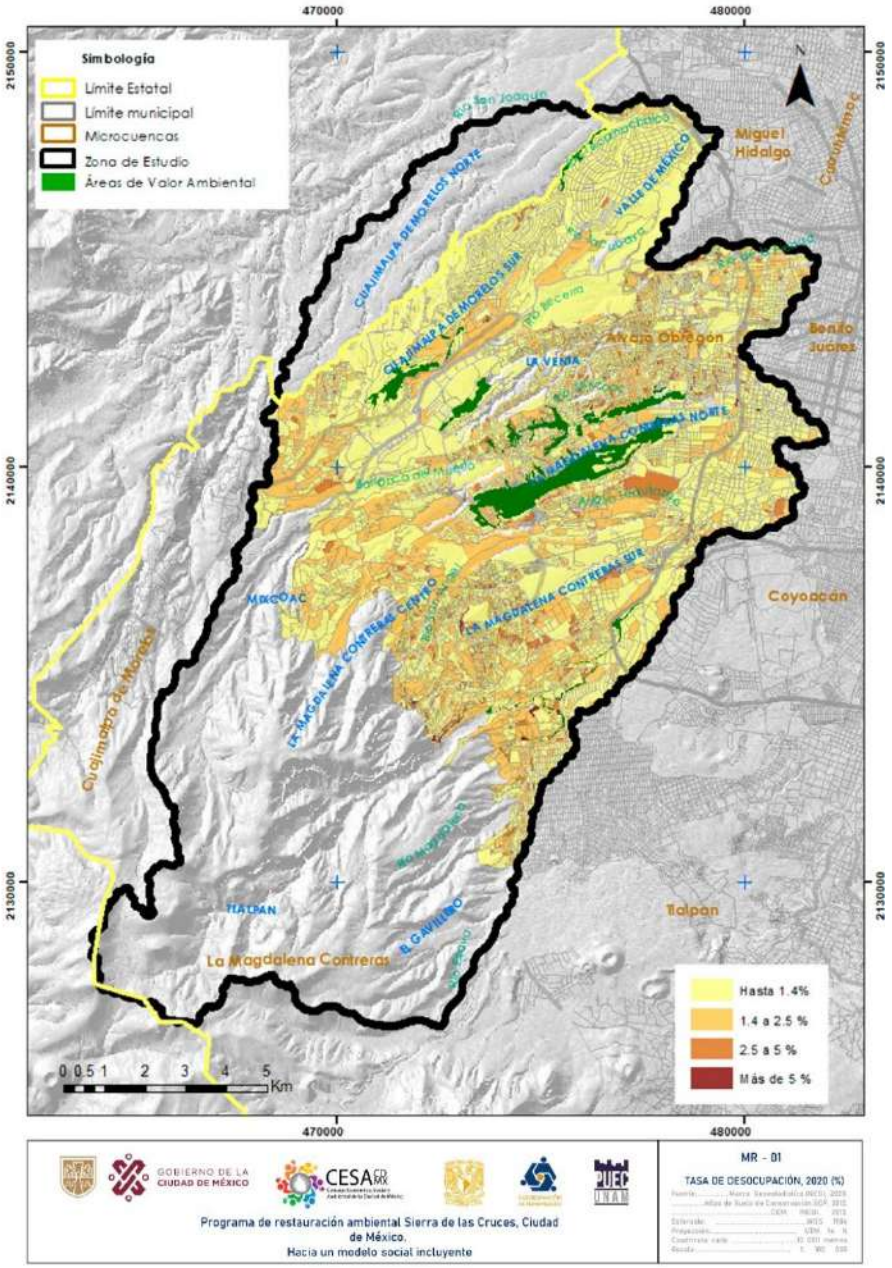


Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Desempleo

La tasa de desempleo en el polígono es muy baja. Sin embargo, llama la atención que existen ciertas bolsas de desempleo en las inmediaciones de las barrancas Mixcoac, Tarango y Magdalena-Eslava (Mapa 26).

Mapa 26. Desempleo



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Movilidad

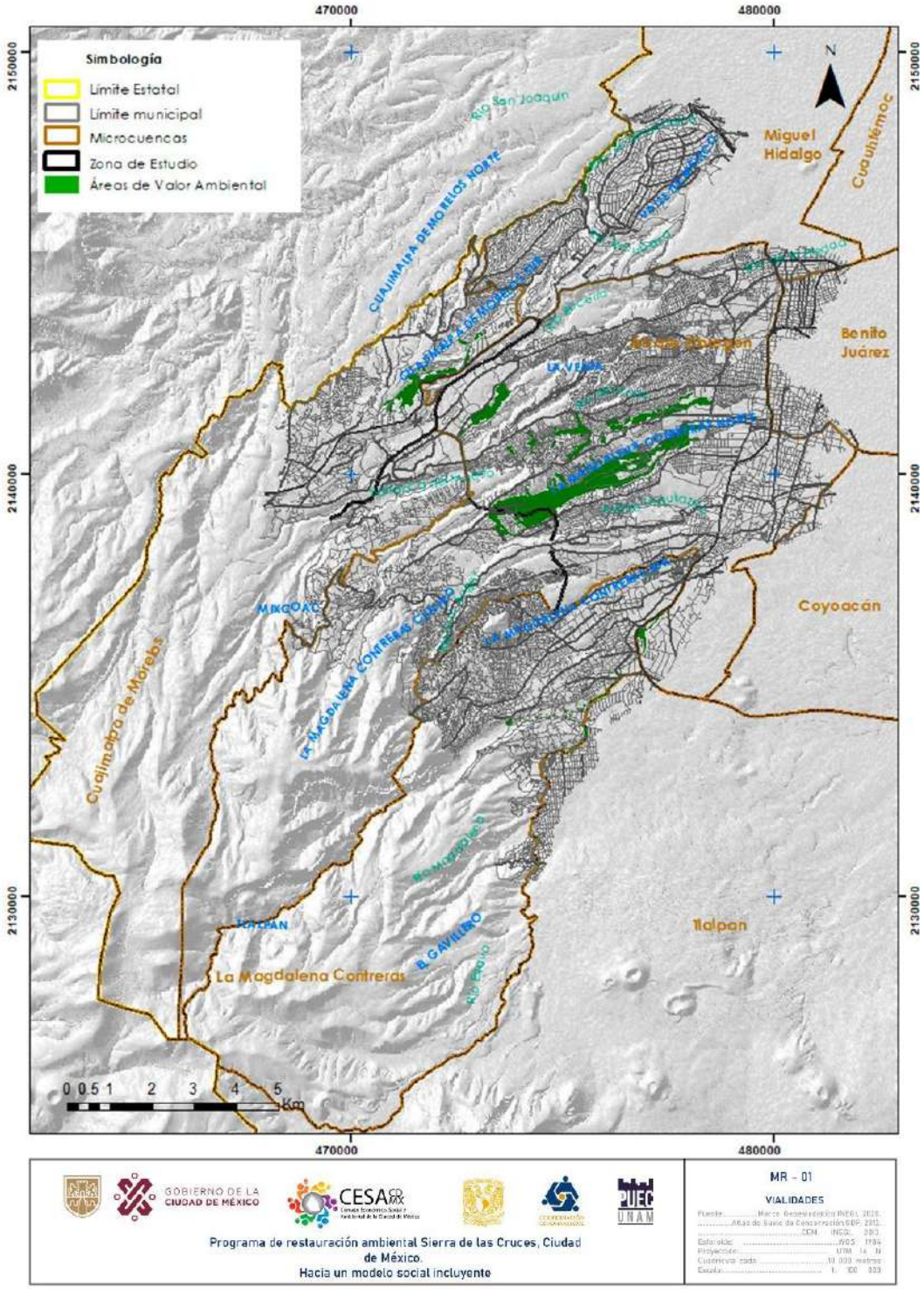
La movilidad es uno de los aspectos críticos en la zona de estudio. La topografía, el modelo de concentración del empleo, así como el proceso de urbanización, repercuten para la conexión en dirección norte-sur. Tanto la infraestructura como los servicios tienen un patrón oriente – poniente que generan diversos problemas de acceso al polígono. La accesibilidad y conectividad dentro del polígono está definida por el Anillo Periférico que recorre el área de norte a sur, de este se ramifican vías primarias principales que conectan zonas de importancia dentro de la zona poniente de la CDMX, entre las que destacan Paseo de las Palmas, Paseo de la Reforma, Avenida Constituyentes, Rómulo O'Farril, Calzada de las Águilas; mientras que la Supervía poniente delimita el poniente (Cuadro 6 y Mapa 27).

Cuadro 6. Vías principales en la zona de estudio

Barranca	Vías primarias	Vías secundarias
Tecamachalco	Av. Paseo de las Palmas	Monte Líbano
	Paseo de la Reforma	Fuente de las Pirámides
Echánove	Bosques de la Reforma	Paseo de los Tamarindos
	Paseo de los Ahuehuetes Norte	Paseo de los Laureles
Tepecuache	Vasco de Quiroga	Av. Bernardo Quintana
	Prol. Paseo de la Reforma	
	Av. Constituyentes	
	Av. Carlos Lazo	
Mixcoac	Lomas de Plateros	5 de Mayo
	Av. Sta Lucia-Av. Del Rosal	Prol. Río Mixcoac
	Alta Tensión	Calz. De las Carretas
Tarango	Av. Rómulo O´Farrill	Prol. 5 de Mayo
	Calzada de las Águilas	
Magdalena Eslava	Paseo del Pedregal	Av. México
	Av. Contreras	Emilio Carranza
		Buenavista

Fuente: Elaboración propia.

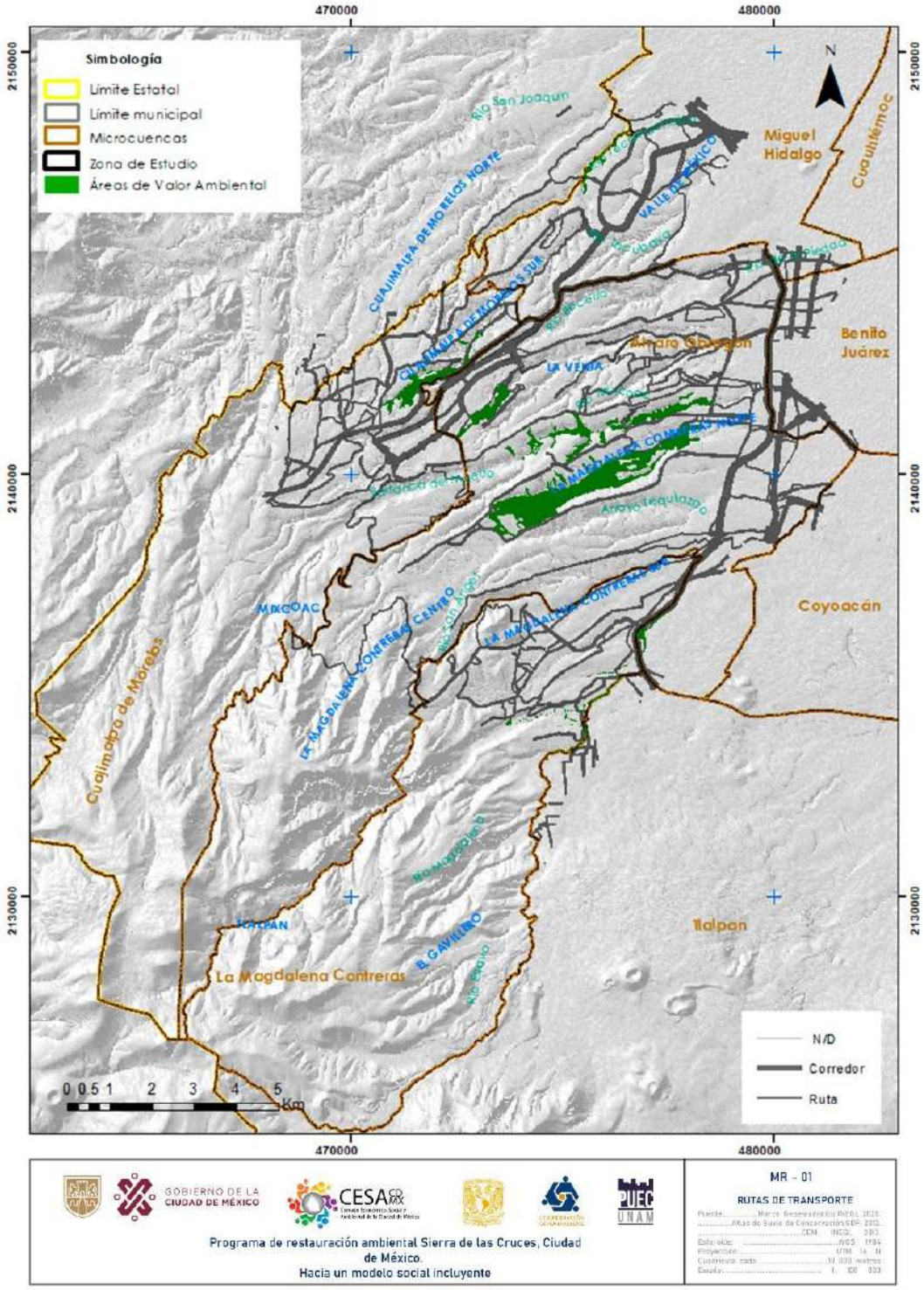
Mapa 27. Vías principales en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

En cuanto al transporte hay varios corredores con afluencia considerable que van por las vías principales: Anillo Periférico como un corredor norte sur dentro del polígono y el otro sobre Av. Constituyentes, de poniente al cruce con el Periférico. Otros corredores importantes que se encuentran en la intersección de Periférico en el acceso a las barrancas de Mixcoac y Tarango, corresponden a Av. Insurgentes Sur y Río Becerra. Es importante mencionar que la mayoría de las barrancas tiene un acceso vial limitado por su colindancia con fraccionamientos privados (Mapa 28).

Mapa 28. Corredores de transporte



Fuente: Elaboración propia.con base en INEGI, 2020.

Aspectos generales

La situación en cada una de las barrancas es similar; se utilizan como tiraderos de residuos sólidos urbanos y de construcción, así como las descargas de aguas residuales directas al cuerpo de agua, esto aunado a la compra – venta de terrenos dentro de la demarcación de la barranca sin regulación alguna. Con base en esto, el mes de marzo del presente año se inició la capacitación para el Empleo Verde en la CDMX, con la finalidad de promover una cultura ambiental con empleos temporales durante 3 meses para la limpieza de las barrancas de Tecamachalco, Rio Becerra, Mixcoac, Tarango, Magdalena – Eslava y Echánove, entre otras (Inicia capacitación para Empleo Verde en la CDMX , 2022).

En el 2013 ya se hablaba de grupos de ecologistas y divulgadores ambientales a favor de la conservación de las barrancas, sin embargo, los últimos 50 años la extensión de la mancha urbana se fue visibilizando en las barrancas de la CDMX con base en ello re realizaron las iniciativas para declarar AVA las barrancas de Río Becerra Tepehuache y Tarango, entre otras (Barrancas del DF siguen siendo afectadas por vivienda y tiraderos ilegales de cascajo, 2013). Cabe resaltar que esta declaratoria no freno la ocupación irregular de las barrancas.

Hace dos años fueron retiradas decenas de toneladas de basura de la Barranca La Coyotera además de que se llevó a cabo la rehabilitación del cauce del Río con un presupuesto de 8.6 millones de pesos (Escalona, Desazolvan barranca la Coyotera en Magdalena Contreras para evitar inundaciones, 2020). En enero del presente año se reportaron varios incidentes de arrojo de basura a la barranca de Tarango y Mixcoac, así como de conductos de aguas residuales de colonias aledañas al sitio, con base en estos datos el Congreso de la Ciudad de México ha exhortado a la alcaldía y a otros organismos competentes a realizar obras de vigilancia, desazolve y retiro de los residuos sólidos (Lugo, Congreso CDMX exhorta a limpiar basura acumulada en las presas Mixcoac y Tarango en Álvaro Obregón, 2022).

De la jornada de limpieza del mes de marzo del presente año destaca una recoleta de 124.8 toneladas de basura en las 16 barrancas, en los meses que falta se pretende llegar a la meta de limpiar 25 barrancas de la CDMX (Metrópoli, 2022; Ramírez B. T., Brigadas retiran más de 124 toneladas de basura en barrancas de CDMX, 2022).

Es importante recalcar que existe una organización y presión por parte de los habitantes de las barrancas al norte del polígono, Tecamachalco, Echánove y Tepecuache, que también corresponden a las zonas con mayores ingresos y menor marginación. En el caso específico de la Barranca de Tarango el despliegue de noticias está asociado a la complejidad en extensión y diversidad de actores dentro de la misma.

La base de datos de denuncias de la PAOT muestra que en el área de estudio se reportan 5,276 denuncias, las que competen a un tema relacionado con las barrancas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de denuncias por tema

Tema	Denuncias	%
Áreas de Valor Ambiental	121	3.23
Áreas Naturales Protegidas	27	0.72
Áreas Verdes (en Suelo urbano)	745	19.89
Barrancas	202	5.39
Suelo de conservación	135	3.60
Uso de Suelo Urbano	2,286	61.04
Residuos	229	6.11
TOTAL	3,745	100

Fuente: PAOT,2022

A partir de los datos anteriores, se puede hacer evidente que el asunto más preocupante tiene que ver con el proceso de urbanización. Esto se liga a lo que se planteaba arriba sobre las denuncias que organizaciones de vecinos reportan cotidianamente: los procesos de expansión sobre áreas verdes.

I.4 Hacia la nueva economía urbana

La CDMX es un polo de desarrollo económico, social, tecnológico y político institucional con fuertes economías de escala y alta productividad laboral.

Sin embargo, presenta, simultáneamente, serios desafíos económicos, sociales y ambientales como importante desempleo, altos niveles de pobreza, una fuerte concentración del ingreso, un escaso dinamismo económico, y la configuración de una compleja matriz de externalidades negativas tales como la contaminación atmosférica, de suelos y de mantos acuíferos, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático, congestión vial y accedentes viales, escasez de agua, una infraestructura urbana deficiente y el continuo deterioro de sus activos ambientales que es particularmente evidente en las barrancas de la CDMX. Estos desafíos se han intensificado consecuencia de la pandemia del COVID-19.

Esta situación está erosionando las bases de sustentación del actual dinamismo económico y social, contribuyendo a un continuo deterioro ambiental y configura un desarrollo que no es sustentable. De este modo, la CDMX deberá, en el futuro inmediato, de atender estos desafíos económicos, sociales y ambientales para transitar a un desarrollo sustentable. Ello requiere realizar transformaciones estructurales fundamentales al actual estilo de desarrollo apoyado en la instrumentación de un conjunto de políticas públicas.

Uno de los grandes retos para transitar a un desarrollo sustentable corresponde al aprovechamiento sustentable de las barrancas en la CDMX y su consecuente contribución a la conformación de una infraestructura verde urbana consistente con la nueva economía y sociedad del siglo XXI. Este nuevo modelo de desarrollo deberá replicarse en otras áreas de la CDMX

En efecto, el desarrollo urbano en la CDMX está acompañado de una expansión de las actividades económicas y de un aumento de la población que se traduce en una creciente demanda de servicios públicos de vivienda, de agua, de electricidad, de movilidad, de recreación y, por tanto, de un incremento de la demanda de recursos

y de espacios para desechos y residuos y de nueva infraestructura urbana. De este modo, el desarrollo urbano de la CDMX ha estado asociado a un acelerado cambio de uso de suelo donde áreas agropecuarias, pastizales, matorrales, bosques y áreas verdes se convierten en zonas urbanas o periurbanas. Este proceso de transformación de áreas de verdes y rurales a áreas urbanas se sustenta en una estructura de incentivos económicos y de una dinámica social y ambiental que premia económicamente el uso de suelo para actividades urbanas o de servicio para las áreas urbanas, en detrimento de su uso para actividades rurales o de conservación como áreas verdes. Por ejemplo, al aprovechamiento de las áreas rurales o verdes para actividades de amortiguamiento social como asentamientos informales, receptor de desechos y residuos y para la sobreexplotación de los recursos forestales y de sus ecosistemas se deriva de una estructura de incentivos y costos de oportunidad que premia estas transformaciones y usos. Estas tendencias al deterioro son además intensificadas por el cambio climático y donde existen puntos de inflexión que pueden hacer irreversibles algunos daños.

Esta matriz de incentivos económicos y sociales asociada a esta transición desordenada de áreas verdes y rurales a áreas urbanas no es consistente con un desarrollo urbano sustentable. En este sentido, es necesario configurar en la CDMX una nueva matriz de incentivos económicos y sociales que sea consistente y contribuya a un desarrollo urbano sustentable. Ello debe estar apoyado por un conjunto de regulaciones que permitan limitar las consecuencias de los costos de oportunidad en extremo favorables a la rápida transición de áreas rurales a urbanas y que fomentan al deterioro de las áreas verdes.

En este contexto, existe un creciente interés por identificar la posible contribución de la infraestructura verde urbana, las soluciones basadas en la naturaleza, y en general la contribución de los ecosistemas a las actividades económicas y el bienestar humano en las zonas urbanas (Evans, et al., 2022) en el contexto de una nueva estructura de incentivos económicos.

Este análisis es especialmente pertinente para las barrancas de la CDMX donde persiste un deterioro económico, social y ambiental y una falta de reconocimiento a la importancia que pueden tener estas áreas en la nueva economía urbana del siglo XXI. Ello se origina en que no existe actualmente un reconocimiento del valor monetario de los servicios de los ecosistemas ubicados en las barrancas a las actividades económicas y humanas y, más aún, su potencial contribución a la construcción de una nueva economía urbana sostenible y a la generación de nuevos empleos verdes.

De este modo, el objetivo de este apartado que corresponde al Proyecto de Economía y empleo sustentable. Proyecto prospectivo de actividades que contribuyan a generar una economía y empleos sustentables en las Barrancas, se analiza la factibilidad de:

- Analizar el valor monetario de la contribución de los servicios de los ecosistemas a las actividades económicas (almacenamiento y secuestro de carbono, polinización animal y áreas naturales y valor económico de las áreas urbanas).
- Analizar el valor monetario de las actividades recreativas al aire libre.
- Analizar el valor monetario de las actividades agropecuarias sustentables y venta de alimentos.
- Determinar los costos del cuidado y vigilancia de áreas naturales y de los servicios de los ecosistemas.
- Establecer la factibilidad económica del turismo de naturaleza o ecoturismo.
- Establecer la factibilidad económica de la generación de energía renovable.

En este sentido, este análisis y la propuesta de integrar los servicios de los ecosistemas en el contexto de la conformación de una nueva economía urbana de es consistente con las propuestas del Proyecto Programa Especial de Infraestructura verde de la Ciudad de México, en el Proyecto de Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México: 2020-2040 y Proyecto del Programa General de

Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México y busca ofrecer información en esta dirección.

I.4.1 Contexto económico urbano

Las áreas urbanas son polos dinámicos de desarrollo que concentran una elevada proporción de las actividades económicas y sociales, a la mayor parte de la población y en donde existen significativas economías de escala y una elevada productividad (Camagni, 2022). Sin embargo, el desarrollo urbano continua, mostrando severas deficiencias tales como un dinamismo económico insuficiente, altos niveles de desempleo y de pobreza y configura una compleja matriz de externalidades negativas tales como contaminación atmosférica, emisiones de gases de efecto invernadero y deterioro de los recursos ambientales y de los ecosistemas. Ello está erosionando las bases de sustentación del dinamismo económico y limita y condiciona las posibilidades para transitar a una nueva economía urbana del siglo XXI.

Así, la CDMX dispone actualmente de un Producto Interno Bruto (PIB) de $2,848,733.7 millones de pesos en términos reales en 2020, que representa el 16.8% del PIB nacional, con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.4% entre 2010 y 2020 y una población de 9.2 millones de habitantes, que corresponde al 7.3% de la población nacional con una tasa de crecimiento promedio anual de 0.36% entre 2010 y 2020. Ello representa un PIB per cápita (PIBPC) de $ 309,310.6 millones de pesos, que muestra una tasa de crecimiento de 11.9% entre 2010 y 2020. Este desempeño es en general superior al de la mayor parte del país (INEGI, 2022).

La estructura del PIB en la CDMX muestra que las actividades de servicios representan el 88.45% del PIB total de la ciudad, las actividades agropecuarias el 0.5% del PIB total y el resto (11.50%) corresponde a un conjunto de actividades manufactureras, de construcción, servicios financieros, salud, educación y actividades gubernamentales (Gobierno de la Ciudad de México, 2022a). Ello expresa el intenso proceso de terciarización de la economía urbana en la CDMX.

Sin embargo, simultáneamente se observa una tasa de desempleo de 6.4%, un nivel de pobreza de 32% de la población (50% en pobreza de ingresos -Gobierno de la Ciudad de México, 2021-). Asimismo, existen elevados niveles de consumo de gasolina y de electricidad que contribuye a la generación de diversas externalidades negativas (Parry y Small, 2005) y una alta heterogeneidad y desigualdad en las condiciones económicas y sociales y de infraestructura urbana y de disposición y acceso a los servicios públicos.

La CDMX ha configurado también una compleja matriz de externalidades negativas (Parry y Small, 2005, Molina y Molina, 2002). Por ejemplo, la CDMX consume 5.1% de la energía total, asociado al alto consumo de electricidad y de gasolinas, lo que genera un conjunto de externalidades negativas como una elevada contaminación atmosférica, de suelos, hídrica y ambiental y genera importantes emisiones de GEI. Por ejemplo, se estima que la CDMX contribuye con 21.1 MtCO2et de emisiones de gases de efecto invernadero anualmente, con 81.2% provenientes del transporte, 16.4% de fuentes estacionarias, 1.7% de residuos y 0.2% de las actividades agrícolas, silvicultura y otros usos de la tierra (SEDEMA, 2018). Además, la CDMX tiene 2.6 millones de viviendas particulares habitadas, que generaron, aproximadamente, 4.5 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos en 2015 y donde se dispone de 25 plantas de tratamiento de aguas residuales que generan 100,887 Mm^3 al año (SEDEMA,, 2020; SINA 2020).

El desarrollo de las áreas urbanas en la CDMX induce rápidas modificaciones en los usos de suelo de las áreas rurales adyacentes y de las áreas verdes asociadas a los centros urbanos. Así, se observa la transformación de áreas agropecuarias, de bosques, de matorrales y pastizales o transiciones de vegetación primaria a secundaria o de áreas verdes en áreas urbanas o peri-urbanas destinadas a vivienda, infraestructura urbana o que son utilizadas para diversas actividades industriales, de servicios, recreativas, de depósito de desechos y residuos y donde se observa una explotación indiscriminada de sus recursos ambientales como

bosques y ecosistemas (Gobierno de Distrito Federal, 2012, Moreno y Perevochtchikova, 2021).

Así, las barrancas contribuyen, a través de diversos canales al conjunto de las actividades económicas, al bienestar social y a la preservación ambiental. Por ejemplo, las barrancas de la CDMX albergan una amplia gama de ecosistemas que proveen distintos servicios que generan valor económico para las actividades económicas y humanas. Estos servicios incluyen, por ejemplo, el almacenamiento y captura de carbono, la captación y regulación del balance hídrico, la regulación del clima, la retención de partículas contaminantes, reservorio y refugio para especies de flora y fauna silvestre, control de la erosión, amortiguamiento de ruido, polvo y contaminación, atmosférica, la contribución al servicio de polinización y de producción de cultivos agrícolas y son espacios para la recreación y el ecoturismo (PAOT, 2012). Asimismo, las barrancas albergan una gran biodiversidad incluyendo especies endémicas como el teporingo.

Sin embargo, las barrancas de la CDMX muestran un creciente deterioro ambiental que se asocia a una matriz de incentivos económicos que no reconoce la contribución monetaria de los servicios de los ecosistemas a las actividades económicas y al bienestar social. Por el contrario, la expansión urbana indiscriminada requiere y otorga un valor monetario a los usos de las barrancas para el desarrollo de nuevos asentamientos y viviendas, para la creación de nueva infraestructura urbana, como vertederos de residuos y desechos (basura y de aguas residuales) y como áreas entretenimiento y de soporte de un conjunto de actividades. (Marshall et al., 2018; Perevochtchikova, 2016). Ello configura incentivos económicos perversos en contra de la conservación ambiental que corresponde a una matriz de altos costos de oportunidad en contra de la preservación de los ecosistemas.

La pérdida y el deterioro de los ecosistemas en las barrancas tiene consecuencias económicas, sociales y ambientales significativas y, más aún, representa pérdidas económicas potenciales que dificultan la configuración de una nueva economía

urbana sostenible (Berglihn y Baggethun, 2021). En efecto, estos ecosistemas pueden contribuir a dinamizar la economía actual generado valor económico, nuevos empleos verdes y configurar encadenamientos virtuosos entre las actividades economías y el uso sustentable de los ecosistemas.

Así, la valoración monetaria de la contribución de los servicios de estos ecosistemas al identificar adecuadamente la matriz e incentivos económicos de una economía sustentable del siglo XXI permite disponer de una señal de ¨mercado sustentable¨, definir estrategias de política pública que permitan, de una forma eficiente económicamente, analizar las consecuencias económicas de los cambios de uso de suelo, ayudar a preservar estos ecosistemas, instrumentar una asignación y un aprovechamiento eficiente de los ecosistemas y, en general, contribuir a transitar a un desarrollo sustentable (Bateman, et al., 2013).

I.4.2 Valoración económica de los servicios ecosistémicos

La actual dinámica económica, social y ambiental de la CDMX configura un conjunto de desafíos derivados de una expansión urbana desordenada que genera diversas externalidades negativas como la contaminación atmosférica local, el cambio de uso de suelo acompañado de una reducción de la cobertura forestal, la contaminación de suelos y recursos hídricos, acumulación de residuos sólidos y de aguas residuales, emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático y donde se observa, además, el continuo deterioro de los ecosistemas y de los servicios de los ecosistemas peri-urbanos. Esta dinámica es, además contraria a la construcción de una nueva economía urbana del siglo XXI en la CDMX

En este contexto, existe un interés creciente por estimar y analizar del valor de los SE en áreas urbanas, su potencial contribución para atender algunos de los grandes desafíos de las zonas urbanas y su potencial contribución a la conformación de una matriz de sinergias positivas entre los ecosistemas y la dinámica económica y social con efectos positivos en el producto y el empleo (Constanza, et al., 2017).

La evidencia disponible muestra que este conjunto de SE en las zonas urbanas resulta fundamental para transitar a un desarrollo urbano sustentable. Por ejemplo, la construcción de infraestructura verde, que ofrece soluciones basadas en la naturaleza, contribuye a atender los retos de la sostenibilidad urbana.

La valoración monetaria de los SE puede realizarse de acuerdo al Sistema de Contabilidad Económico-Ambiental de Contabilidad Experimental de los Ecosistemas (System of Environmental-Economic Accounting-Experimental Ecosystem Accounting -SEEA EEA-), (UN, 2014, Galindo y Basurto, 2020), donde se considera exclusivamente la contribución de los SE a las actividades económicas y humanas excluyendo los servicios de no uso (Selivanov, E. y P. Lavackova, 2021). En este sentido, esta valoración de los SE no es una valoración de la naturaleza. Debe, además, considerarse que el uso y aprovechamiento de los SE es asimétrica entre diferentes grupos socioeconómicos (Laterra, et al., 2019). Por ejemplo, la valoración de los predios debido a un mejor entorno ambiental (Bateman, et al., 2013) o el aprovechamiento para actividades agropecuarias y avícolas de pequeños predios resultan fundamentales para el autoconsumo en grupos de ingresos bajos (Herd-Hoare y Shackleton, 2020, Rogan, 2018). Ello resulta relevante para identificar la importancia de su preservación y para su aprovechamiento para su uso futuro.

La literatura internacional (Horlings, et al., 2019ª, Champ, et al., 2017, Haines-Young and Potschin, 2018, Reid, 2005) clasifica a los SE como:

- Servicios de provisión
- Servicios de regulación
- Servicios recreativos y culturales

En este contexto se observa que los SE más analizados en las áreas urbanas y periurbanas corresponden a (Vallecillos, et al., 2019, Veerkamp, et al., 2021, Laszkiewicz, et al., 2022).

- Servicios de provisión para cultivos.

- Servicios de polinización animal de cultivos.
- Servicios de provisión de bosques y servicios de regulación de bosques de contaminación atmosférica local y temperatura y precipitación local.
- Servicios de regulación global del clima (Almacenamiento y secuestro de carbono).
- Servicios de control de inundaciones.
- Servicios de regulación del ciclo hidrológico.
- Servicios de recreación basado en la naturaleza.
- Servicios de valoración de inmuebles basado en la naturaleza.

Sin embargo, la evidencia disponible sobre la valoración monetaria de los SE en áreas periurbanas es aún limitada, en especial para América Latina y el Caribe (Veerkamp, et al., 2021, Perevochtchikora, et al., 2019). Más aún parece existir un sesgo sobre el valor de los ecosistemas. Por ejemplo, Ramos, et al., (2018) estiman, con encuestas, que el SE mejor identificado para la CDMX corresponde a los servicios hidrológicos.

No obstante, pueden realizarse estimaciones preliminares para la CDMX con la información disponible que es aún incompleta y frágil. Estas estimaciones no pueden agregarse debido a potencial doble contabilidad.

El valor de los servicios de los ecosistemas peri-urbanos en las barrancas en la CDMX

La estimación preliminar del valor de los SE para las barrancas de la CDMX se realizó con base en la metodología desarrollada por Galindo y Basurto (2020) donde se aplican diversos métodos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Servicios de los ecosistemas

Servicios de los ecosistemas	Clasificación
Servicios de contribución a los cultivos agrícolas	Provisión
Servicios de polinización	Provisión
Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono	Regulación
Servicios de los ecosistemas en bosques	Provisión
Servicios de ANP y turismo de naturaleza	Provisión

Fuente: Elaboración propia

Servicios de provisión para cultivos agrícolas

Los ecosistemas proveen un conjunto de servicios a los cultivos agrícolas como contribución al ciclo de nutrientes, humedad del suelo, biomasa, control de la erosión del suelo, diversidad genética, control de pestes y/o polinización (Galindo y Basurto, 2019).

El marco conceptual de la estimación de la contribución del valor monetario de los SE a los cultivos agrícolas se basa en el método del precio unitario de la renta del recurso (Galindo y Basurto, 2020)[1]:

(1) $$EO_{it} = VBP_{it} - CI_{it} - RA_{it} - CTN_{it} - (ISP_{it} - SSPx_{it})$$

(2) $$R_t = EO_{it} - CKF_{it} - REN_{it}$$

(3) $$RN_{it} = R_{it} - CAG_{it} \; o \; R_{it} = RN_{it} + CDG_{it}$$

donde, EO_{it} es el excedente de operación en el año t y el subíndice i que representa al sector o al tipo de cultivo; VBP_{it} es el Valor Bruto de la Producción agrícola, CI_t representa la suma del consumo intermedio (costos de insumos de bienes y servicios, a precio de comprador, incluidos los impuestos a los productos), RA_{it} son las remuneraciones a los trabajadores asalariados, CTN_{it} es el costo del trabajo no remunerado, $(ISP_{it} - SSPx_{it})$ son los impuestos netos a la producción (impuestos (ISP_{it}) menos subsidios $(SSPx_{it})$), R_t es el valor de la renta del recurso (o residual del recurso), CKF_{it} es el consumo de capital fijo, REN_t es el rendimiento neto de los

[1] La tasa de rendimientos de los activos se seleccionó en 4% anual.

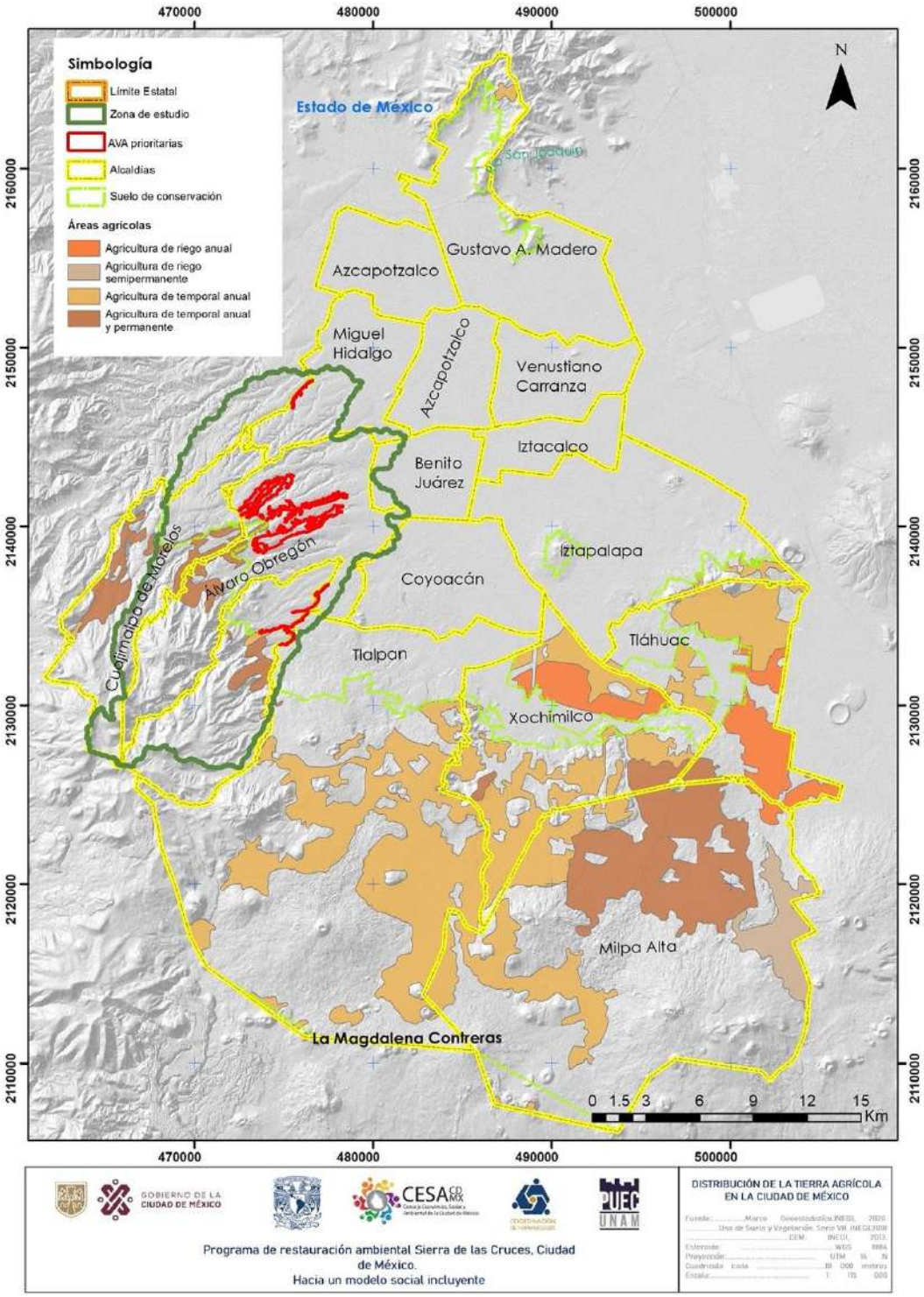
activos ambientales que se aproxima con un valor de 4% promedio anual (Cuadro 7), RN_{it} es el rendimiento neto de los activos ambientales[2] (activos ambientales ajustados por degradación) (UN, 2014, pp. 144) y CDG_t es el costo de degradación del suelo.

Las 6 barrancas seleccionadas indican que las alcaldías que se benefician de los SE en la producción agrícola son: Cuajimalpa, Álvaro Obregón y La Magdalena Contreras en donde existe una superficie sembrada de aproximadamente 2,119.86 hectáreas de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2022a).

- Superficie total CDMX 149,312.93 *ha*
- Superficie agrícola: 32,845 *ha*
- Agricultura riego anual: 3,344 *ha* (10.18%)
- Agricultura de riego semipermanente: 1,598 *ha* (4.87%)
- Agricultura de temporal anual: 19,630 *ha* (59.77%)
- Agricultura de temporal anual y permanente: 8,273 (25.19%)
- Superficie agrícola (Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras): 2,119.86 *ha*
- Agricultura de temporal anual: 119.28 *ha* (5.63%)
- Agricultura de temporal anual y permanente 2,000.58 (94.37%)

[2] Véase para su definición como ecuación a UN (2019), pp. 25.

Mapa 29. Distribución de la tierra agrícola en la CDMX



Fuente: Elaboración propia.con base en el Marco Geoestadístico municipal y carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2022a).

De este modo, la estimación por el método del precio unitario de la renta del recurso, realizada con base en la ecuación (2), para las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras, indica que la contribución anual de la canasta de SE a la producción del sector agrícola durante el periodo 2003-2020 es en promedio de 5.3 millones de pesos constantes de 2013. Ello representa 0.42% del PIB del sector agropecuario (sector 11) y 0.0002% del PIB de la CDMX (Cuadro 9).

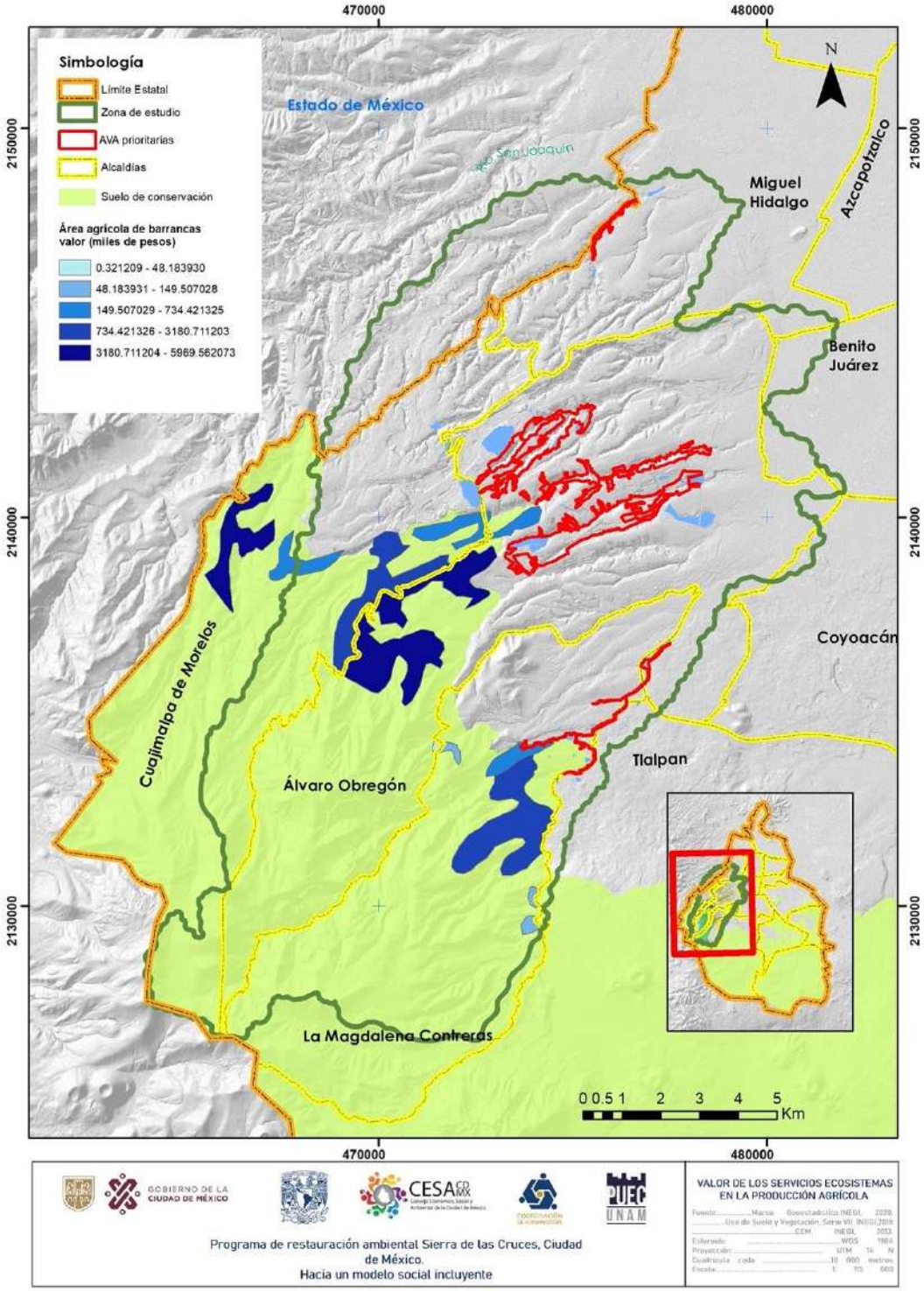
Cuadro 9. Contribución de los SE en el sector agrícola por el método del precio unitario de la renta del recurso

Año	VBP (millones $2013)	EO (millones $2013)	CKF (millones $2013)	REN (millones $2013)	R (millones $2013)	R_HA (miles $2013 por ha)	R (% del VBP)	R (% PIB sector 11)	R (% PIB CDMX)
2003	8.94	5.25	0.18	0.36	4.72	6.94	52.76	0.31	0.00022
2004	8.93	5.23	0.18	0.36	4.70	7.24	52.65	0.34	0.00021
2005	9.73	5.46	0.19	0.39	4.87	7.81	50.07	0.32	0.00022
2006	10.68	6.25	0.21	0.43	5.61	8.63	52.49	0.43	0.00024
2007	8.50	5.27	0.18	0.34	4.75	7.74	55.87	0.37	0.00020
2008	10.30	6.40	0.22	0.41	5.77	9.49	56.04	0.47	0.00024
2009	10.01	6.20	0.24	0.40	5.56	9.28	55.56	0.42	0.00024
2010	8.79	5.45	0.21	0.35	4.90	8.51	55.70	0.38	0.00020
2011	7.35	4.65	0.17	0.29	4.18	7.16	56.93	0.31	0.00017
2012	10.65	6.71	0.26	0.43	6.03	9.80	56.62	0.45	0.00023
2013	11.22	6.98	0.29	0.45	6.24	10.04	55.58	0.52	0.00023
2014	10.45	6.47	0.28	0.42	5.77	9.33	55.22	0.47	0.00021
2015	11.87	7.33	0.33	0.47	6.53	10.84	54.97	0.55	0.00023
2016	10.99	6.92	0.32	0.44	6.16	9.93	56.05	0.50	0.00021
2017	9.93	6.30	0.29	0.40	5.62	9.79	56.58	0.49	0.00018
2018	9.25	5.87	0.27	0.37	5.23	9.57	56.54	0.44	0.00017
2019	9.00	5.64	0.28	0.36	5.00	10.11	55.53	0.40	0.00016
2020	6.92	4.23	0.24	0.28	3.71	8.61	53.67	0.31	0.00013
Promedio	**9.64**	**5.92**	**0.24**	**0.39**	**5.30**	**8.93**	**54.93**	**0.42**	**0.00020**

Fuente: Elaboración propia. Año base 2013=100. Para el EO y CKF se asume la proporción a nivel nacional del Valor Bruto de la Producción. Se asume un rendimiento de los activos de 4%.

La contribución geo-referenciada de los servicios de los ecosistemas muestra su relevancia en las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras en donde se encuentran las 6 barrancas seleccionadas.

Mapa 30. Valor de los Servicios de los Ecosistemas en la producción agrícola



Fuente: Elaboración propia

1.4.3 Servicio de polinización

El servicio de polinización animal, que consiste en la fertilización de los cultivos a través de la acumulación y movimiento de polen, contribuye a la producción y a la productividad agrícola, a la calidad de los productos agrícolas y a reducir las pérdidas y la varianza en la producción agrícola (Horlings, *et al*., 2019, Galindo y Basurto, 2020, Lowick, D. y K. Fagiewicz, 2021). El valor monetario de este servicio de polinización a nivel global se estima entre USD 235-577 billones anuales (billones de Estados Unidos).

El valor del servicio de polinización puede estimarse con base en el método de la razón de dependencia (RD) ajustado por un índice de oferta y demanda potencial de polinizadores animales (Klein, *et al*., 2007 y Gallai, *et al*, 2009b, Gallai y Vaissière, 2009a; Smith, *et al*., 2011)

Esta demanda potencial del servicio de regulación final derivada de las tasas de dependencia de la polinización puede especificarse como (Gallai, *et al*., 2009, Hanley, *et al*., 2015, Vaissiere, *et al*., 2011, (Klein, *et al*., 2007) (ecuación (4)):

(4) $$IPEV_t = \sum_{i=1}^{i} \sum_{t=1}^{t} (P_{it} * Q_{it} * D_{it} * \rho)$$

Donde $IPEV_t$ es la demanda del valor económico total de la polinización, P_{jxt} es el precio del cultivo j, Q_{jt} es la cantidad producida, D_{jt} es la razón de dependencia del cultivo j de la polinización, ρ representa un parámetro entre cero y uno que busca capturar el efecto del déficit de polinización y los subíndices j corresponde a los cultivos y t al tiempo.

Sin embargo, existen diversos factores como la intensificación de la agricultura, el cambio de uso de suelo, el uso intensivo de pesticidas, la introducción de nuevas especies, patógenos y parásitos, el cambio climático y la pérdida de hábitats naturales que reduce la polinización animal lo que se traduce en un déficit de

polinización (Hanley, *et. al*., 2015, Guimaraes, *et. al*., 2020, Klein, *et al*. 2007, Vaissiere, *et al*., 2011).

Estos posibles déficits de polinización animal se incorporan a las estimaciones del valor monetario a través de un modelo de oferta potencial de polinización animal donde la oferta potencial de polinización por cultivo se deriva de una estimación de los nidos y nutrientes del suelo y a través de la oferta potencial de polinización ajustada por la distancia entre el hábitat de los polinizadores y las superficies de cultivo.

Esta oferta potencial de polinizadores animales se estima con base en el método de la vegetación y abundancia de los polinizadores animales desarrollado por Lonsdorf *et, al*., (2009) y Kennedy, *et al*., (2013), (Figura 24).

Figura 24. Modelo de cobertura vegetal y abundancia de polinización



Fuente: Galindo y Basurto (2020).

Las tasas de dependencia aplicadas para diversos cultivos con base las razones de dependencia de Klein *et al*., (2007), se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Tasas de dependencia de los cultivos al servicio de polinización basado en la pérdida de rendimiento en ausencia de polinizadores

Grado de dependencia	Reducción de la producción en ausencia de los polinizadores	Cultivos
Esencial	90% y 100% (95%)	Acerola, Achiote, Atemoya, Cacao, Calabaza, Cambuci, Copoazú, Gliricídia, Jurubeba, Kiwi, Macadamia, Maracuyá, Maracuyá dulce, Melón, Nuez de Brasil, Sandía y Vainilla
Alta	40% - 90% (65%)	Adesmia, Aguacate, Albaricoque, Alforfón (trigo), Almendra, Arándano, Araticum, Carambola, Cereza, Ciruela, Durazno, Frambuesa, Gabiroba, Guaraná, Guayaba, Jambo vermelho, Mango, Manzana, Membrillo, Nanche, Níspero, Nuez (anacardo), Nuez de Barbados, Pepino y Pera
Modesta	10% - 40% (25%)	Algodón, Algodón de árbol, Bálsamo de manzana, Berenjena, Café, Castaña, Cereza, Coco, Colza, Fresa, Girasol, Granada, Grosella, Haba, Higo, Mangaba, Mora negra, Okra, Pimienta de cayena, Ricino, Semilla de sésamo y Soya
Baja	0% - 10% (5%)	Aceite de palma, Caqui, Chiles, Ciruela de cerdo, Frijol, Gandul, Guanábana, Guisantes de vaca, Juazeiro, Limón, Linaza, Lychee, Mandarina, Maní, Mombin, Naranja, Papaya, Pimenta malagueta, Pimiento morrón, Rambután, Tamarindo y Tomate
No aumento	0%	Aceituna, Ajo, Alcachofa, Algodón de montaña, Árbol de goma, Arroz, Avena, Camote, Camote (Yam), Caña de azúcar, Casava, Cebada, Cebolla, Centeno, Cha de la India (té), Clavo, Coliflor y brócoli, Espárragos, Gengibre, Jaboticaba, Lechuga, Maíz, Malva, Mate, Nuez, Papa, Pimienta blanca, Piña, Planta de seda china, Plátano, Sisal, Tabaco, Trigo, Triticale, Uva, Yute y Zanahoria

Nota el valor entre paréntesis es el valor medio para generar los mapas de polinización.

Fuente: INEGI, 2021

De este modo, de acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), durante el periodo 2003-2020, se han cultivado 27 productos en las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras (Cuadro 11).

Cuadro 11. Tasas de dependencia de los cultivos en las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras

Número	Cultivo	Tasa de dependencia
1	Avena forrajera achicalada	0
2	Avena forrajera en verde	0
3	Avena forrajera seca	0
4	Calabacita	95
5	Calabaza	95
6	Capulín	ND
7	Chabacano	65
8	Ciruela	65
9	Durazno	65
10	Elote	0
11	Frambuesa	65
12	Frijol	5
13	Haba verde	25
14	Hongos, setas y champiñones	ND
15	Hortalizas	0
16	Lechuga	0
17	Manzana	65
18	Maíz grano	0
19	Membrillo	65
20	Nuez	65
21	Pastos y praderas	ND
22	Pastos y praderas seco	ND
23	Pera	65
24	Rosa	ND
25	Tejocote	ND
26	Tomate rojo (jitomate)	5
27	Zarzamora	25

Fuente: Elaboración propia.con datos del SIAP

De este modo, el valor monetario de la polinización en las barrancas de la CDMX corresponde a[3]:

- El valor monetario de la demanda potencial anual promedio del periodo 2003-2020 del servicio de polinización es de 2.62 millones de pesos constantes de 2013 que corresponde al 0.21% del PIB del sector agropecuario (Sector 11) y el 0.0001% del PIB de la CDMX (Cuadro 12 y Mapa 31).
- El valor de la polinización, donde las tasas de dependencia de demanda de polinización potencial son ajustadas por la oferta potencial agregada, es de 1.57 millones de pesos de 2013 que corresponde a 0.12% del PIB del sector agropecuario (sector 11) y a 0.00006% del PIB de la CDMX (Cuadro 12)
- El valor monetario del servicio de polinización, derivado de la oferta de polinización potencial ajustada por la proximidad a los hábitats es de 1.98 millones de pesos de 2013 que representa 0.16% del PIB del sector agropecuario (Sector 11) y 0.0008% del PIB de la CDMX durante el periodo 2003-2020 (Mapa 32 y Cuadro 12).

Estas diferencias en las estimaciones del valor monetario de la polinización animal muestran la creciente relevancia de los déficits de polinización en las áreas periurbanas de la CDMX. La reducción o pérdida de estos servicios de polinización animal tendría costos económicos significativos para la agricultura en la CDMX y para la construcción de una agricultura sustentable (Hanley, *et al*., 2015), (Cuadro 16).

Estas estimaciones deben de separarse de la contribución del servicio de provisión a los cultivos agrícolas para evitar una doble contabilidad.

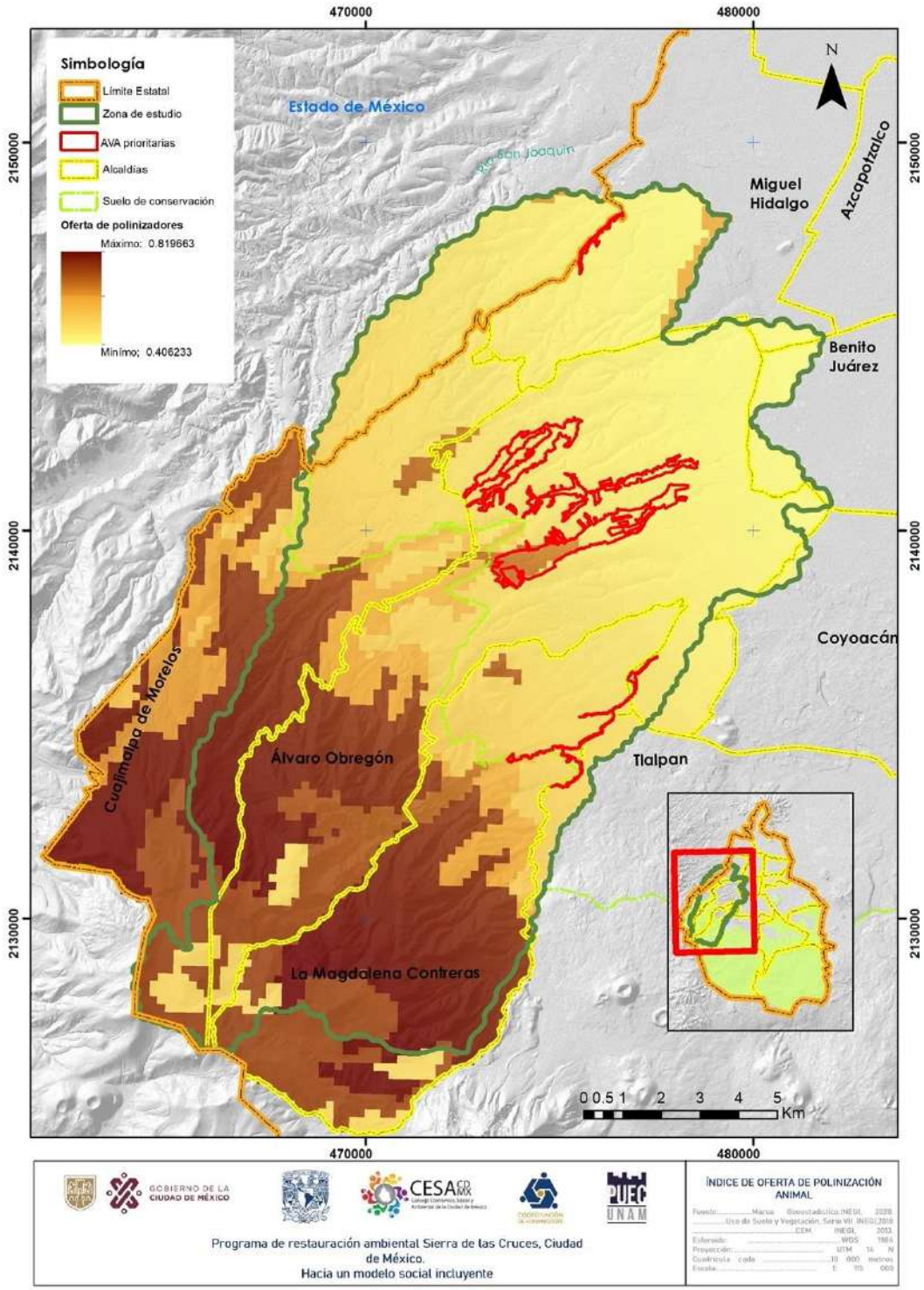
[3] Por ejemplo, Tremlett, et al., (2021) estiman, para la región del centro de México, que la polinización de la pitaya por murciélagos tiene un valor monetario de USD $2,500/ha.

Cuadro 12. Valor económico de la demanda potencial de polinización animal 2003-2020 (con tasas de dependencia)

Año	VBP (millones $2013)	Valor polinización (millones $2013)	Valor por *ha* (miles $2013)	Valor (% del VBP)	Valor (% del PIB sector 11)	Valor (% del PIB CDMX)
2003	8.94	2.49	3.66	27.82	0.16	0.00012
2004	8.93	2.35	3.61	26.29	0.17	0.00011
2005	9.73	2.61	4.18	26.82	0.17	0.00012
2006	10.68	2.96	4.56	27.74	0.23	0.00012
2007	8.50	2.42	3.94	28.49	0.19	0.00010
2008	10.30	2.49	4.10	24.20	0.20	0.00010
2009	10.01	2.43	4.06	24.33	0.19	0.00010
2010	8.79	2.25	3.92	25.64	0.17	0.00009
2011	7.35	1.93	3.30	26.24	0.14	0.00008
2012	10.65	2.19	3.56	20.55	0.16	0.00008
2013	11.22	2.70	4.35	24.07	0.23	0.00010
2014	10.45	2.71	4.38	25.92	0.22	0.00010
2015	11.87	3.68	6.12	31.03	0.31	0.00013
2016	10.99	3.23	5.20	29.34	0.26	0.00011
2017	9.93	2.91	5.08	29.33	0.25	0.00010
2018	9.25	2.82	5.16	30.46	0.24	0.00009
2019	9.00	2.71	5.48	30.08	0.22	0.00009
2020	6.92	2.36	5.48	34.14	0.20	0.00008
Promedio	**9.64**	**2.62**	**4.45**	**27.36**	**0.21**	**0.00010**

Fuente: Elaboración propia.con datos del SIAP

Mapa 31. Índice de oferta de polinización animal



Fuente: Elaboración propia.con datos de INVEST

Cuadro 13. Distribución del índice de oferta de polinización animal en las áreas agrícolas de las alcaldías

Total Media: 0.5964 Mínimo: 0.5235 Máximo: 0.7681	**Cuajimalpa** Media: 0.6064 Mínimo: 0.5386 Máximo: 0.6474	**Álvaro Obregón** Media: 0.5731 Mínimo: 0.5235 Máximo: 0.6036	**La Magdalena Contreras** Media: 0.5991 Mínimo: 0.5644 Máximo: 0.7681

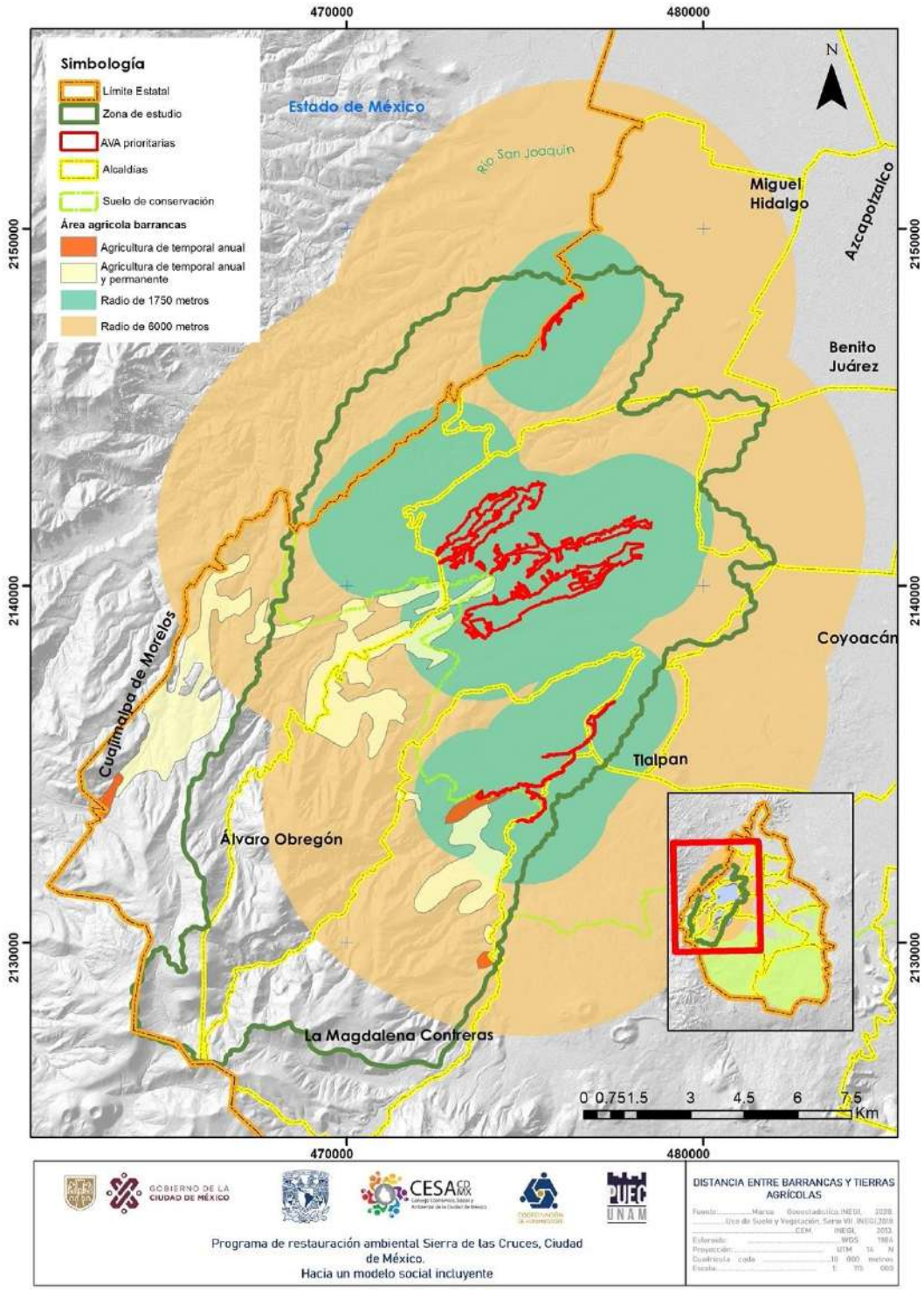
Fuente: Elaboración propia.con base en el mapa 30.

Cuadro 14. Valor económico de la oferta potencial de polinización animal 2003-2020 (con tasas de dependencia e índice de oferta de polinizadores)

Año	VBP (millones $2013)	Valor polinización (millones $2013)	Valor por *ha* (miles $2013)	Valor (% del VBP)	Valor (% del PIB sector 11)	Valor (% del PIB CDMX)
2003	8.94	1.48	2.18	16.59	0.10	0.00007
2004	8.93	1.40	2.16	15.68	0.10	0.00006
2005	9.73	1.56	2.49	16.00	0.10	0.00007
2006	10.68	1.77	2.72	16.55	0.13	0.00007
2007	8.50	1.44	2.35	16.99	0.11	0.00006
2008	10.30	1.49	2.44	14.43	0.12	0.00006
2009	10.01	1.45	2.42	14.51	0.11	0.00006
2010	8.79	1.34	2.34	15.29	0.10	0.00005
2011	7.35	1.15	1.97	15.65	0.08	0.00005
2012	10.65	1.31	2.12	12.26	0.10	0.00005
2013	11.22	1.61	2.59	14.36	0.13	0.00006
2014	10.45	1.62	2.61	15.46	0.13	0.00006
2015	11.87	2.20	3.65	18.51	0.18	0.00008
2016	10.99	1.92	3.10	17.50	0.16	0.00007
2017	9.93	1.74	3.03	17.50	0.15	0.00006
2018	9.25	1.68	3.08	18.17	0.14	0.00005
2019	9.00	1.62	3.27	17.94	0.13	0.00005
2020	6.92	1.41	3.27	20.36	0.12	0.00005
Promedio	**9.64**	**1.57**	**2.66**	**16.32**	**0.12**	**0.00006**

Fuente: Elaboración propia.con datos del SIAP

Mapa 32. Distancia entre las barrancas y las tierras agrícolas



Fuente: Elaboración propia.con datos de INVEST.

Con base en el mapa 32, se obienen los siguientes datos:

- Proporción de tierra agrícola en un radio de 1,750 y 6,000 metros de proximidad a las 6 barrancas
- Superficie agrícola: 2,119.86 *ha*
- Área a 1,750 metros de distancia: 465.90 *ha* (21.94%)
- Área a 6,000 metros de distancia: 1,599.46 *ha* (75.45%)
- Porcentaje de área agrícola con 100% de polinización (radio de 1,750 metros): 21.94%
- Porcentaje de área agrícola con 50% de polinización (radio de entre 1,750 y 6,000 metros): 53.47%

Cuadro 15. Valor económico de la polinización animal 2003-2020 (con tasas de dependencia y ajuste por distancia a los hábitats dentro de las barrancas)

Año	VBP (millones $2013)	Valor polinización (millones $2013)	Valor por *ha* (miles $2013)	Valor (% del VBP)	Valor (% del PIB sector 11)	Valor (% del PIB CDMX)
2003	8.94	1.88	2.76	20.98	0.12	0.00009
2004	8.93	1.77	2.73	19.83	0.13	0.00008
2005	9.73	1.97	3.15	20.22	0.13	0.00009
2006	10.68	2.24	3.44	20.92	0.17	0.00009
2007	8.50	1.83	2.97	21.48	0.14	0.00008
2008	10.30	1.88	3.09	18.25	0.15	0.00008
2009	10.01	1.84	3.06	18.35	0.14	0.00008
2010	8.79	1.70	2.96	19.33	0.13	0.00007
2011	7.35	1.45	2.49	19.79	0.11	0.00006
2012	10.65	1.65	2.68	15.50	0.12	0.00006
2013	11.22	2.04	3.28	18.15	0.17	0.00008
2014	10.45	2.04	3.30	19.55	0.17	0.00007
2015	11.87	2.78	4.62	23.40	0.23	0.00010
2016	10.99	2.43	3.92	22.12	0.20	0.00008
2017	9.93	2.20	3.83	22.12	0.19	0.00007
2018	9.25	2.12	3.89	22.97	0.18	0.00007
2019	9.00	2.04	4.13	22.68	0.16	0.00007
2020	6.92	1.78	4.13	25.75	0.15	0.00006
Promedio	**9.64**	**1.98**	**3.36**	**20.63**	**0.16**	**0.00008**

Fuente: Elaboración propia.con datos del SIAP y Cuadro 14.

Cuadro 16. Síntesis del valor de la polinización

	Valor (millones $2013)	% del PIB sector 11	% del PIB de la CDMX
Demanda potencial de polinización	2.62	0.21	0.00010
Oferta potencial de polinización	1.57	0.12	0.00006
Oferta potencial de polinización ajustado por distancia	1.98	0.16	0.00008

Fuente: Elaboración propia.con base en Galindo y Basurto (2020).

I.4.4 Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono en suelos y bosques

El cambio climático, consecuencia de las emisiones de GEI, es una externalidad negativa global con efectos negativos amplios y significativos en las actividades económicas, el bienestar social, los ecosistemas y el medio ambiente (IPCC, 2014, Stern, 2006). El servicio regulatorio del almacenamiento y captura (secuestro) de carbono de los bosques y suelos corresponde entonces al carbono evitado en la atmósfera y que, por tanto, contribuye a regular el clima y por esta vía a reducir los efectos negativos del cambio climático (Horlings, *et al*., 2019, Edens, *et al*., 2019).

En este contexto, las barrancas tienen una contribución relevante al almacenamiento y captura de carbono en la CDMX. Por ejemplo, se estima que el 16% del almacenamiento de carbono en bosques corresponde a las barrancas de la CDMX (Primer Informe, 2022). Más aún, los compromisos del Acuerdo de París de cambio climático que establecen la construcción de economías carbono neutral entre 2050-2070 para estabilizar el aumento de la temperatura global entre 1.5 y 2. Así, es altamente probable la instrumentación de estrategias de mitigación que contemplen precios al carbono elevados que oscilan entre USD $25 a USD $700 $tCO2e_t$ (Galindo y Basurto, 2019,)[4]. Estos precios al $tCO2e_t$ indican que es posible

[4] Griscon et al (2017) estima que la conservación, restauración y manejo sustentable de bosques y otros tipos de vegetación y tierras pueden ahorrar 23.8 GtCO2 emisiones acumulados al 2030.

potenciar un conjunto de actividades que permitan y fomenten el almacenamiento y secuestro carbono y promuevan un conjunto de nuevos empleos verdes. Por ejemplo, las granjas de carbono. En este contexto, existe un interés creciente por identificar el valor monetario de estos servicios de almacenamiento y secuestro de carbono (Hein, et al., (2021).

La valoración monetaria del servicio de almacenamiento y secuestro de carbono, desarrollado en el proyecto NCAVES por INEGI-ONU (Galindo y Basurto, 2019), se basa en la teoría de activos (ecuación 5):

(5) $$\Delta C_t = C_t - C_{t-1}$$

Donde, C_t representa el total del carbono almacenado en el período t, C_{t-1} es el carbono almacenado en el período $t-1$ y ΔC_t es el secuestro neto de carbono entre $t-1$ y t.

La valoración monetaria del servicio de almacenamiento y captura de carbono en bosques y suelos en las barrancas de la CDMX se define como (ecuación 6).

(6) $$VTC_t = VAC_{t-1} + V\Delta C_t$$

Donde VTC_t representa el valor monetario total del servicio conjunto de captura y almacenamiento de carbono, $VAC_{t-1} = r * AC_{t-1}$ corresponde al valor del almacenamiento de carbono en t-1 y $V\Delta C_t$ es el valor monetario de la captura de carbono. Este procedimiento permite identificar el valor del almacenamiento de carbono para un año a través de aplicar la tasa de interés al valor del almacenamiento de carbono.

Las tasas de interés corresponden a:

- Tasa social de descuento: 2% anual.
- Tasa de interés de mercado: 4% anual.

El precio de la tonelada de carbono equivalente (tCO_2e) no está definido claramente en el mercado y se utiliza un rango de valores que buscan incorporar las estimaciones directas del precio de la tCO_2e_t en mercados regulados (i.e. impuesto al carbono o precio de un sistema de permisos comercializables (ETS)) (*World Bank*, *et al.*, 2017), utilizar el precio a la tCO_2e_t derivado de las estimaciones de los costos de mitigación como las curvas marginales de abatimiento (MAC) (McKinsey & Company (ed.), 2009), utilizar una estimación del Costo Social del Carbono (CSC) que representa los costos que ocasiona una tonelada de carbono en la atmósfera (Alatorre, *et al*., 2019) (Hope, 2006, Anthoff, *et al*., 2011) o utilizar un precio de la tCO_2e_t que permita alcanzar determinadas metas de mitigación (Stiglitz y Stern, 2017).

De este modo, en este estudio se utilizan precios de USD \$5/$tCO2e_t$, USD \$25/$tCO2e_t$ y USD \$50/$tCO2e_t$ para realizar diversos escenarios de sensibilidad.

Valor monetario del carbono en suelos

Las estimaciones realizadas para las barrancas Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, sintetizadas en el Cuadro 14, indican que el almacenamiento de carbono en orgánico en suelos aumentó de 12,007.97 $tCO2e_t$ en 2007 a 20,011.78 en 2014 $tCO2e_t$ lo que implica un secuestro positivo de carbono, entre 2007 y 2014, de 8,004 $tCO2e_t$.

Cuadro 17. Existencias y secuestro de Carbono Orgánico en Suelos (COS)

Tipo de vegetación y zona	2007			2011			2014			2014-2007
	Sup. (*ha*)	COS (ton)	COS (ton/*ha*)	Sup. (*ha*)	COS (ton)	COS (ton/*ha*)	SUP. (*ha*)	COS (ton)	COS (ton/*ha*)	COS (ton)
México										
Bosque cultivado	33,014	882,000	26.72	33,014	1,591,000	48.19	33,014	1,470,000	44.53	588,000
6 barrancas de la CDMX (bosque cultivado)										
Tecamachalco	11.83	316.10	26.72	11.83	570.09	48.19	11.83	526.79	44.53	211
Río Becerra Tepecuache	31.36	837.94	26.72	31.36	1,511.24	48.19	31.36	1,396.46	44.53	559
Echánove	48.54	1,296.99	26.72	48.54	2,339.14	48.19	48.54	2,161.49	44.53	865
Magdalena Eslava	22.39	598.26	26.72	22.39	1,078.97	48.19	22.39	997.03	44.53	399
Mixcoac	88.62	2,367.93	26.72	88.62	4,270.60	48.19	88.62	3,946.25	44.53	1,578
Tarango	246.66	6,590.76	26.72	246.66	11,886.55	48.19	246.66	10,983.77	44.53	4,393
Total	**449.40**	**12,007.97**		**449.40**	**21,656.59**		**449.40**	**20,011.78**		**8,004**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se toman los valores medios de almacenamiento por hectárea para los años correspondientes y se considera el tipo de vegetación de bosque cultivado.

El valor monetario estimado del almacenamiento y secuestro de carbono orgánico en suelos en Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, sintetizadas en los Cuadros 15 y 16, muestran una importante volatilidad dependiendo, desde luego, de la tasa de interés utilizada y del precio al carbono aplicado.

El valor monetario estimado del servicio anual del almacenamiento y secuestro de carbono orgánico en suelos oscila entre $521.69 miles de pesos, con una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $5 a un valor monetario de $31,301.27 miles de pesos con una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$. Destaca el valor monetario con un precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$. Ello indica la relevancia de las negociaciones internacionales sobre cambio climático en el valor monetario de los servicios de los ecosistemas de las barrancas.

Cuadro 18. Valor anual del almacenamiento y secuestro de COS

Barranca	Valor anual del almacenamiento de COS (miles de pesos)								Valor anual del secuestro de COS (miles de pesos)			
	2%				4%							
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	2.38	11.92	23.84	143.03	4.77	23.84	47.68	286.05	11.35	56.75	113.49	680.94
Río Becerra Tepecuache	6.32	31.60	63.19	379.15	12.64	63.19	126.38	758.29	30.09	150.43	300.85	1805.11
Echánove	9.78	48.90	97.81	586.85	19.56	97.81	195.62	1,173.71	46.57	232.84	465.67	2794.03
Magdalena Eslava	4.51	22.56	45.12	270.70	9.02	45.12	90.23	541.39	21.48	107.40	214.80	1288.81
Mixcoac	17.86	89.29	178.57	1,071.43	35.71	178.57	357.14	2,142.85	85.02	425.09	850.18	5101.06
Tarango	49.70	248.51	497.02	2,982.15	99.40	497.02	994.05	5,964.30	236.63	1,183.17	2,366.34	14198.02
Total	90.55	452.77	905.55	5,433.29	181.11	905.55	1,811.10	10,866.59	431.13	2,155.66	4,311.33	25867.97
Total (% PIB de CDMX)	**0.000003**	**0.000013**	**0.000026**	**0.000157**	**0.000005**	**0.000026**	**0.000052**	**0.000314**	**0.000012**	**0.000062**	**0.000124**	**0.000747**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

Cuadro 19. Valor total anual del COS

Barranca	Valor anual total (miles de pesos)							
	2%				4%			
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	13.73	68.66	137.33	823.97	18.50	92.50	185.00	1,110.02
Río Becerra Tepecuache	36.40	182.02	364.04	2,184.26	49.04	245.21	490.43	2,942.55
Echánove	56.35	281.74	563.48	3,380.88	75.91	379.55	759.10	4,554.59
Magdalena Eslava	25.99	129.96	259.92	1,559.50	35.01	175.07	350.15	2,100.90
Mixcoac	102.87	514.37	1,028.75	6,172.49	138.59	692.95	1,385.89	8,315.34
Tarango	286.34	1,431.68	2,863.36	17,180.17	385.74	1,928.71	3,857.41	23,144.46
Total	521.69	2,608.44	5,216.88	31,301.27	702.80	3,513.99	7,027.98	42,167.85
Total (% PIB de CDMX)	**0.00002**	**0.00008**	**0.00015**	**0.00090**	**0.00002**	**0.00010**	**0.00020**	**0.00122**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

De este modo, el valor monetario del servicio de almacenamiento y captura de biomasa en bosques y de carbono orgánico en suelos oscila entre $663.81 miles de pesos con tasa de interés de 2% y precio al carbono de USD $5 $tCO2e_t$ y 39,828.51 miles de pesos, con tasa de interés de 2% y precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$ (Cuadro 20). Desde luego, otras tasas de interés o precios al carbono implican valores monetarios del almacenamiento y secuestro de carbono distintos.

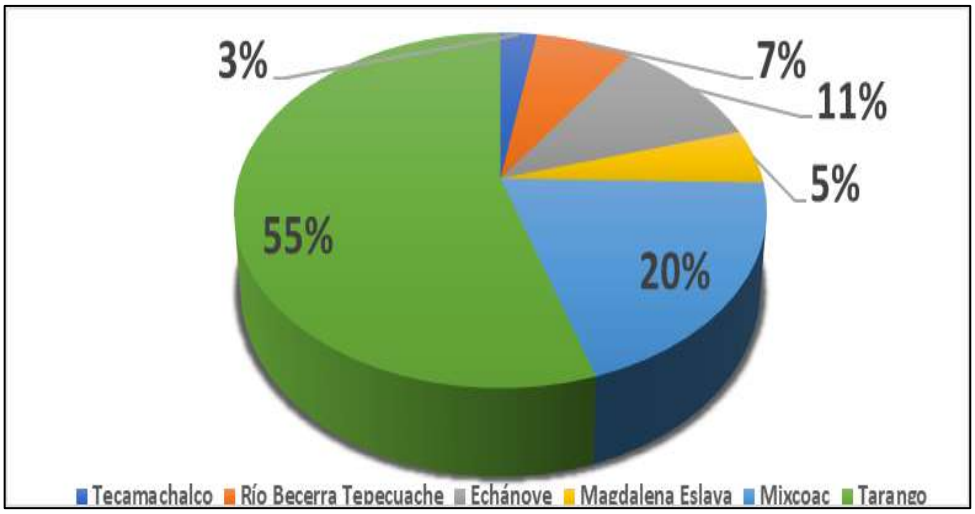
Cuadro 20. Valor total anual del carbono en COS y biomasa en bosques (almacenamiento y secuestro)

Barranca	Valor anual total (miles de pesos)							
	2%				4%			
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	17.47	87.37	174.74	1,048.44	26.52	132.59	265.19	1,591.12
Río Becerra Tepecuache	46.32	231.61	463.22	2,779.31	70.30	351.49	702.98	4,217.88
Echánove	71.70	358.49	716.99	4,301.92	108.81	544.05	1,088.10	6,528.59
Magdalena Eslava	33.07	165.36	330.72	1,984.35	50.19	250.95	501.91	3,011.44
Mixcoac	130.90	654.50	1,309.01	7,854.03	198.65	993.27	1,986.55	11,919.29
Tarango	364.34	1,821.71	3,643.41	21,860.48	552.93	2,764.63	5,529.25	33,175.50
Total	663.81	3,319.04	6,638.09	39,828.51	1,007.40	5,036.98	10,073.97	60,443.82
Total (% PIB de CDMX)	**0.00002**	**0.00010**	**0.00019**	**0.00115**	**0.00003**	**0.00015**	**0.00029**	**0.00174**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

En este contexto, destaca que la distribución del valor monetario del servicio de almacenamiento y secuestro de carbono es heterogénea en las barrancas de la CDMX (Gráfica 1). Por ejemplo, destaca la relevancia de este servicio en las barrancas de Tarango y Mixcoac. En este sentido, una estrategia de empleo asociada al servicio de almacenamiento y secuestro de carbono tiene que preservar y fortalecer el servicio de almacenamiento y secuestro de carbono con énfasis en las barrancas de Tarango y Mixcoac.

Gráfica 1. Distribución del valor anual de almacenamiento y secuestro de carbono por barranca



Fuente: Elaboración propia.

En este contexto se observa que el valor monetario del servicio de almacenamiento y secuestro de carbono en las barrancas de la CDMX es relevante. aunque aún no es reconocido completamente por el mercado y depende en buena medida de la evolución de las negociaciones de cambio climático. En particular, sobre las negociaciones sobre el precio al carbono para el cumplimiento de la meta de una economía carbono neutral entre 2050-2070. Esto sugiere que contribuir al tránsito a una economía carbono neutral puede abrir nuevas oportunidades de empleo en la CDMX.

De este modo, el valor monetario de este servicio de almacenamiento y secuestro de carbono de los ecosistemas en las barrancas debe además aportar a la estrategia de cambio climático (mitigación y adaptación) de la CDMX y a la Estrategia

Nacional de Cambio Climático. Por ejemplo, las metas de mitigación pueden flexibilizarse atendiendo a la capacidad de almacenaje y secuestro de carbono en bosques y suelos, además platea la posibilidad de construir una nueva economía verde en torno a la preservación de bosques y suelos e incluso a la conformación de granjas de carbono (Bryan, et al., 2014).

En este sentido, la contribución a la generación de valor del almacenamiento y secuestro de carbono permite ofrecer un conjunto de nuevos empleos verdes en las barrancas. Estos nuevos empleos serían más numerosos en Tarango y Mixcoac.

Debe además considerarse que existe un proceso de doble causalidad entre la condición del ecosistema y el valor de los servicios de los ecosistemas. Por ejemplo, se estima que precios de la tonelada de carbono de entre USD $50/tCO2e y USD $66/tCO2e contribuyen a un aumento de la oferta de carbono (Bryan, et al., 2014). De este modo, el aumento del valor del servicio puede también contribuir a preservar y ampliar la cobertura forestal y la condición del suelo.

Valor monetario del carbono en bosques

La base de datos consiste en estimaciones de carbono en biomasa aérea viva con que corresponden a los ciclos de muestreo 2004-2009 y 2009-2014 y referidas a la superficie de 2007 y 2014. El carbono en biomasa proviene del Inventario Nacional Forestal que estima, con datos de terreno para los ciclos de muestreo 2004-2009 y 2009-2014, el promedio del carbono almacenado en cada tipo de ecosistema (toneladas de carbono/ha/año) lo que permite calcular la densidad de carbono por hectárea (CO_2 ton/ha) almacenado en la biomasa viva, vegetación primaria y secundaria. La información de los factores de emisión y absorción de biomasa aérea del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de CONAFOR está homologada a las Series de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación (Series II, III, IV, V y VI y donde las series IV y V corresponde al 2007 y 2014), escala 1: 250,000, elaboradas por INEGI (2018) (ver CONAFOR, 2018 pp. 79). Así, se utilizan datos de biomasa y factores de emisión/absorción específicos del país para el método de nivel 2 del IPCC (Eggleston et.al, 2006).

Las estimaciones realizadas para las barrancas Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, (Cuadro 21), indican que el almacenamiento de carbono en biomasa en bosques aumentó de 10772.68 $tCO2e_t$ en 2007 a 11902.92 en 2014 $tCO2e_t$ lo que implica un secuestro positivo de carbono entre 2007 y 2014 de 1130 $tCO2e_t$. Esto muestra el servicio de almacenamiento y secuestro de carbono es relevante en las barrancas de la CDMX.

Cuadro 21. Existencias y secuestro de carbono en biomasa

Barranca	2007			2014			2014-2007
	Sup. (ha)	Carbono (ton)	Carbono (ton/ha)	Sup. (ha)	Carbono (ton)	Carbono (ton/ha)	Carbono (ton)
6 Barrancas de la CDMX (Bosque cultivado)							
Tecamachalco	11.83	283.58	23.97	11.83	313.33	26.49	30
Río Becerra Tepecuache	31.36	751.74	23.97	31.36	830.61	26.49	79
Echánove	48.54	1163.56	23.97	48.54	1285.64	26.49	122
Magdalena Eslava	22.39	536.72	23.97	22.39	593.03	26.49	56
Mixcoac	88.62	2124.33	23.97	88.62	2347.21	26.49	223
Tarango	246.66	5912.75	23.97	246.66	6533.10	26.49	620
Total	**449.40**	**10772.68**		**449.40**	**11902.92**		**1,130**

Fuente: Elaboración propia.con datos del INFyS, CONAFOR (2014). Nota: se toman los valores medios de almacenamiento por hectárea para los años correspondientes y se considera el promedio por hectárea de los diferentes tipos de bosque debido a que no se reportan valores para bosque cultivado.

Las estimaciones del valor monetario del almacenamiento y secuestro de carbono en biomasa en bosques en las barrancas de Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, (Cuadros 22 y 23) muestran una importante volatilidad dependiendo, desde luego, de la tasa de interés utilizada y del precio al carbono aplicado. Así, las estimaciones oscilan entre un valor monetario anual del almacenamiento y secuestro de carbono de $14,212,000 de pesos, con una tasa de interés de 2% y un precio al carbono de USD $5 a un valor monetario de $852,725000 miles de pesos con una tasa de interés de 2% y un precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$. En este sentido, resulta particularmente relevante para determinar el valor monetario del almacenamiento y secuestro de carbono en las barrancas de la CDMX la evolución del precio al carbono que está

asociada a las negociaciones globales de cambio climático. En particular, es de resaltar la evolución del precio de carbono para el cumplimiento de la meta de convertirse en una economía carbono neutral entre 2050-2070 (NGFS, 2021).

Cuadro 22. Valor anual del almacenamiento y secuestro de carbono en biomasa

Barranca	Valor anual del almacenamiento de carbono (miles de pesos)								Valor anual del secuestro de carbono (miles de pesos)			
	2%				4%							
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	2.14	10.69	21.39	128.31	4.28	21.39	42.77	256.63	1.6	8.01	16.03	96.16
Río Becerra Tepecuache	5.67	28.35	56.69	340.14	11.34	56.69	113.38	680.28	4.25	21.24	42.48	254.91
Echánove	8.77	43.87	87.75	526.48	17.55	87.75	175.49	1,052.97	6.58	32.88	65.76	394.55
Magdalena Eslava	4.05	20.24	40.48	242.85	8.1	40.48	80.95	485.7	3.03	15.17	30.33	181.99
Mixcoac	16.02	80.1	160.2	961.21	32.04	160.2	320.4	1,922.41	12.01	60.03	120.06	720.34
Tarango	44.59	222.95	445.89	2,675.36	89.18	445.89	891.79	5,350.73	33.42	167.08	334.16	2004.94
Total	81.24	406.2	812.39	4,874.36	162.48	812.39	1,624.79	9,748.71	60.88	304.41	608.82	3652.89
Total (% PIB de CDMX)	**0.000002**	**0.000012**	**0.000023**	**0.000141**	**0.000005**	**0.000023**	**0.000047**	**0.000281**	**0.000002**	**0.000009**	**0.000018**	**0.000105**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

Cuadro 23. Valor total anual del carbono en biomasa

Barranca	Valor total anual (miles de pesos)							
	2%				4%			
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	3.74	18.71	37.41	224.47	8.02	40.09	80.18	481.10
Río Becerra Tepecuache	9.92	49.59	99.17	595.05	21.26	106.28	212.56	1,275.33
Echánove	15.35	76.75	153.51	921.03	32.90	164.50	329.00	1,974.00
Magdalena Eslava	7.08	35.40	70.81	424.84	15.18	75.88	151.76	910.54
Mixcoac	28.03	140.13	280.26	1,681.54	60.07	300.33	600.66	3,603.95
Tarango	78.01	390.03	780.05	4,680.31	167.18	835.92	1,671.84	10,031.04
Total	142.12	710.60	1,421.21	8,527.25	304.60	1,523.00	3,045.99	18,275.96
Total (% PIB de CDMX)	**0.000004**	**0.000021**	**0.000041**	**0.000246**	**0.000009**	**0.000044**	**0.000088**	**0.000527**

Fuente: elaboración propia. Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

I.4.5 Servicios de los ecosistemas en bosques

Existe un interés creciente por identificar la importancia de los boques interurbanos para el conjunto de las actividades económicas, el bienestar social y la preservación ambiental **(**Cornelia-Berglihn y Gómez-Baggethun, 2021). En particular, el análisis se concentra en los principales servicios de los ecosistemas provenientes de los bosques periurbanos que corresponden a (Cornelia-Berglihn y Gómez-Baggethun, 2021):

- Provisión de alimentos, insumos, energía y reducción de desastres.
- Servicios de regulación del clima local y global y purificación del aire.
- Oportunidades de recreación.

Estimar el valor monetario de los servicios de los ecosistemas en bosques para las áreas peri-urbanas de la CDMX puede realizarse con base en una función de transferencia de beneficios (*Benefit Transfer -BT-*) que puede apoyarse en un meta-análisis (Lipsey y Wilson, 2001, Glass, *et al*., 1981) o un valor de transferencia de unidad (*unit transfer value*). Estos valores pueden ajustarse de acuerdo al PIBPC o al tipo de ecosistemas. Por ejemplo, Grammatikopoulou y Vackarora (2021) estiman un coeficiente en la meta-regresión de 1.5 entre el valor de los Servicios de los Ecosistemas y el PIBPC.

Existen diversas estimaciones del valor de los servicios de los ecosistemas provenientes de los boques basados en una revisión de la literatura y meta-análisis, en donde destacan:

- Ninan e Inou (2013) estiman que el valor de los servicios de los bosques es heterogéneo en un rango que oscila entre USD $8/ha y USD $4040/ha.
- Costanza et al., (1997) estiman un valor de SE de bosques de USD 459/ha/año y donde los SE de los bosques representan el 38% del total de los servicios de los ecosistemas (SE).
- Ojea et al., (2016) estiman un valor de los SE de USD $3039/ha/año que se compone del servicio de calidad del aire y regulación del ciclo hidrológico de USD $1541/ha/año, de comida y fibras de USD $ 1268/ha/año, para diversidad de especies de USD $1279/ha/año y para recreación de USD $218/ha/año y que son relativamente similares a TEEB (2010).
- Grammatikopoulou y Vackarora (2021) estiman, con base en un meta-análisis, el valor de los servicios de los ecosistemas de los bosques[5] (Cuadro 24)

Cuadro 24. Valores de los servicios de los ecosistemas de los bosques.

Tipo de bosque	Valores (USD)
Bosque Mediterráneo	$331.03
Bosque mixto Templado de hoja ancha	$1204.44
Bosque de coníferas templado	$115.53

Fuente: Grammatikopoulou y Vackarora (2021). En la tabla 3 del estudio de Grammatikopoulou y Vackarora (2021) se encuentran las equivalencias.

Una síntesis de estas estimaciones se presenta en el Cuadro 25. Es común que el valor monetario derivado del meta-análisis sea superior al valor monetario contable estimado. Estos valores muestran, por ejemplo, que el valor de los servicios culturales proporcionado por los boques puede ser incluso mayor que el secuestro de carbono (Marcos-Martínez, et al., 2019).

[5] Utilizando la clasificación de CICES (Haines-Young y Potschi, 2018).

Cuadro 25. Estimaciones del valor de los SE de los bosques (USD).

Servicio ecosistémico	Polonia Grammatikopoulou y Vackarora (2021)	Costanza Et. Al. (1997)	Ojea Et al., (2016)	Internacional Grammatikopoulou y Vackarora (2021)	De Groot, et. Al., 2012 (Bosques templados)
Provisión madera	$34.09	$37		$144.67	
Provisión de no madera	$6.55	$88		$37.97	
Calidad del aire	$360.50		$1541.34	$204.30	
Regulación del clima	$36.77	$129		$1310	
Mantenimiento del habitat	$828.92		$1279.49	$432.94	
Flujos líquidos	$923.71			$1566.35	
Flujos de masas	$576.48			$583.79	
Formación del suelo		$15			
Tratamiento de desperdicios		$128			
Control biológico		$6			
Servicios culturales		$3		$606.67	
Ocio cultural	$74.11	$53	$218.62		
Servicios provisión					$671
Comida					$299
Agua					$191
Insumos básicos					$181
Servicios de regulación					$491
Regulación clima					$152
Tratamiento residuos					$7
Prevención erosión					$5
Ciclos nutrientes					$93
Control biológico					$235
Servicios de hábitat					$862
Diversidad genética					$862
Servicios culturales					$990

Servicio ecosistémico	Polonia Grammatikopoulou y Vackarora (2021)	Costanza Et. Al. (1997)	Ojea Et al., (2016)	Internacional Grammatikopoulou y Vackarora (2021)	De Groot, et. Al., 2012 (Bosques templados)
Recreación					$889
Conocimiento					$1
Total	**$2842.15**	**$459**	**$3039.4**	**$48,86.69**	**$3,013**

Fuente: Grammatikopoulou y Vackarora (2021).

De este modo, la estimación del valor monetario de los SE de bosque, considerando un rango de USD $459 a 3000/ha/año en las barrancas de la CDMX es entre $4.24 millones de pesos de 2021 y $27.73 millones de pesos de 2021 (Cuadro 26) Este valor es mayor en las barrancas de Tarango y Mixcoac.

Los valores obtenidos pueden tener una doble contabilidad con respecto a los valores estimados en otros servicios como el almacenamiento y secuestro de carbono.

Cuadro 26. Valores de los Servicios de los Ecosistemas en bosques

Barranca	Área (ha)	Valor 459 (miles $2021)	Valor 3000 (miles $2021)
Barranca Tecamachalco	11.83	111.66	729.81
Río Becerra Tepecuache	31.36	296.03	1,934.83
Barranca Echánove	48.54	458.20	2,994.75
Barranca Magdalena Eslava	22.39	211.41	1,381.74
Barranca Mixcoac	88.62	836.56	5,467.73
Barranca de Tarango	246.66	2,328.53	15,219.15
Total	449.39	4,242.39	27,728.03
Total (% del PIB de la CDMX)		**0.00012**	**0.00080**

Fuente: Elaboración propia.

I.4.6 Servicios ecosistémicos en AVA

Las barrancas de la CDMX tienen un potencial turístico sustentable y de recreación [6] importante que puede contribuir a la generación de empleo e ingresos para la población local (UN, 2021).

El valor monetario de una hectárea de una ANP, considerando solamente los servicios ecosistémicos básicos de conservación, servicios hidrológicos, regulación y soporte, basado en el meta-análisis de Galindo y Basurto (2021), es de USD $3,664; y que, con base en una meta-regresión (Harbord y Higgins, 2008) aumenta a USD $ 8,660 considerando su aprovechamiento para actividades de caza y pesca, y aumenta a US$ 12,435 al ser utilizadas las ANP para actividades turísticas y recreativas. En este contexto, se observa que el turismo de naturaleza puede contribuir a otorgar un mayor valor monetario a las hectáreas de las ANP. Por ejemplo, algunas estimaciones sugieren que el servicio de recreación basado en la naturaleza representa entre 30% y 40% de los servicios totales de los ecosistemas en áreas urbanas (Vallecillos, et al., 2019) y que puede ser incluso superior al valor del servicio de captura de carbono (Marcos-Martínez, et al., 2019). Estos valores son parcialmente capturados por el mercado a través de tarifas de entrada o son parcialmente atribuidos a otras actividades como gasto de los consumidores (Pelletier, et al., 2021).

La información disponible muestra que la CDMX tiene 28 AVA con una superficie de 1,153.3 *ha* (Primer Informe, 2021). Así, el valor de los Servicios de los Ecosistemas con el método de transferencia de beneficios (*Benefit Transfer* -BT-) basado en el meta-análisis de Galindo y Basurto (2020), incluyendo el valor del turismo de naturaleza en las AVA en el área de estudio[7] oscila entre 33,865.16 miles de pesos y 114,932.67 miles de pesos de 2021 (Cuadro 27). Estas estimaciones indican el

[6] Ello incluye servicios de deportes (caminar o ciclismo) y ecoturismo incorporando comida y eventos culturales (Dai, et al., 2019).

[7] Incluye la AVA de Becerra Tepecuache, Tarango, Echánove, Hueyatlaco, Magdalena Eslava, San Borja yTecamachalco.

valor máximo en caso de que toda el área se dedicara a este tipo de turismo que no resulta factible, pero representa una primera aproximación a la importancia de este rubro. Debe además considerarse que este valor está asociado a la realización de importantes obras de infraestructura.

Cuadro 27. Valor monetario de las AVA por el servicio de turismo de naturaleza con un metaanálisis

Barranca	Área (ha)	Valor 3664 (miles $2021)	Valor 8660 (miles $2021)	Valor 12435 (miles $2021)
Barranca Tecamachalco	11.83	891.34	2,106.72	3,025.07
Río Becerra Tepecuache	31.36	2,363.07	5,585.21	8,019.88
Barranca Echánove	48.54	3,657.59	8,644.85	12,413.25
Barranca Magdalena Eslava	22.39	1,687.57	3,988.63	5,727.32
Barranca Mixcoac	88.62	6,677.93	15,783.53	22,663.76
Barranca de Tarango	246.66	18,587.66	43,932.62	63,083.39
Total	449.39	33,865.16	80,041.57	114,932.67
Total (% del PIB de la CDMX)		**0.0010**	**0.0023**	**0.0033**

Fuente: Elaboración propia.

Valor de los servicios de los ecosistemas

Las estimaciones realizadas, que no pueden agregarse debido a potencial doble contabilidad muestran que los servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX son relevantes y representan un pilar fundamental para el tránsito a una nueva economía urbana sustentable (Cuadro 28). Estas estimaciones deben de tomarse con precaución. Ello atendiendo a que:

- Representan una cota superior que no es posible obtener atendiendo a la geografía de las barrancas.
- Estos servicios no son complementarios y por tanto maximizar un caso reduce las opciones de otros servicios.

Los valores obtenidos son bajos en referencia al conjunto del valor agregado de la CDMX. Sin embargo, debe de considerarse que en todo caso se refiere

exclusivamente a las barrancas de la CDMX y permiten identificar las posibilidades en un escenario de desarrollo sustentable.

Cuadro 28. Valor monetario de los SE de las barrancas en la CDMX

Servicio del ecosistema	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo
1.Servicios de provisión de cultivos.		$5.3 millones de pesos de 2013	
2.Servicio de polinización	$1.57 millones de pesos de 2013 (ajustado por oferta potencial)	$1.98 millones de pesos de 2013 (ajustado pro distancia)	$2.62 millones de pesos de 2013 (demanda)
3.Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono	$663.81 miles de pesos (USD $300 y tasa de interés de 2%)		$39,828.5 miles de pesos (USD $300 y tasa de interés de 2%)
4. Servicios de los ecosistemas de bosques.	$4.24 millones de pesos de 2021		$27.73 millones de pesos de 2021
5. Servicios ecosistémicos de las AVA	$33,865 miles de pesos de		$114932.67 miles de pesos

Fuente: Elaboración propia.

I.4.7 Energías renovables y residuos (botellas de plástico)

La evidencia disponible muestra que la CDMX tiene un potencial teórico solar de 5.7 kwh/m2 diarios lo que ofrece importantes oportunidades de negocios y para el cumplimiento de las metas de descarbonización profunda que puede llevar a substituir 48% del consumo actual de energía eléctrica (BID, 2019, Proyecto General de Ordenamiento Territorial de la CDMX, 2022).

La generación de energías renovables generaría nuevos empleos verdes y es costo beneficio atendiendo a que actualmente se estima que la generación de energía solar y de viento tiene un costo de USD $3 centavos por kwh en comparación a entre USD $5-18 centavos para la generación de carbón, petróleo o gas (IRENA, 2021, Saget, et al., 2020).

Sin embargo, la ubicación en suelo de conservación y áreas verdes de esta opción son limitadas y debe en todo caso explorarse su colocación en las áreas urbanas.

Las barrancas son utilizadas como vertederos de diversos tipos de desechos que contaminan suelos y recursos hídricos y tiene impactos negativos en salud. Una opción es, con base en una política fiscal verde, establecer un impuesto a las bolsas de plástico con un sistema de depósito rembolso que genere una estrategia de recolección que reduzca el manejo inadecuado de residuos que incluye su quema a suelo abierto. De este modo, es factible, con base en la evidencia internacional, establecer un impuesto específico de alrededor de USD $0.1 por bolsa que permita financiar el sistema de depósito rembolso (Galindo, et al., 2021).

I.4.8 La nueva economía urbana del siglo XXI: empleos verdes y servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX

La CDMX deberá transitar, de manera acelerada, a una economía sustentable para atender los diversos desafíos económicos, sociales y ambientales, el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas de cambio climático. En este contexto, las barrancas de las CDMX muestran un creciente deterioro económico, social y ambiental que es necesario revertir. Así, la conservación, restauración y manejo sustentable de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX pueden tener una contribución importante a la construcción de esta nueva economía urbana sustentable y, más aún, puede representar importantes beneficios económicos, sociales y ambientales[8] que pueden replicarse en otras áreas de la CDMX.

En efecto, los ecosistemas ubicados en las barrancas de la CDMX ofrecen un conjunto de servicios que contribuyen a las actividades económicas y al bienestar social que no son adecuadamente valorados monetariamente y por tanto no son incorporados en las decisiones de los agentes económicos. Ello conduce a que exista un uso no sustentable de los ecosistemas, un sesgo en los análisis de costo

[8] Por ejemplo, se estima que los servicios de los ecosistemas de polinización de cultivos, purificación de agua, protección de inundaciones, secuestro de carbono tienen un valor monetario de entre USD $125-140 trillones por año que representa 1.5 de PIB global (OCDE, 2019). Al mismo tiempo se estima que los “costos globales de la inacción” referente a la biodiversidad, es de hasta USD 31 billones por año (Seaget, et al., 2020).

beneficio y una toma de decisiones ineficiente que no es consistente con un desarrollo sustentable.

De este modo, la valoración de los servicios de los ecosistemas resulta fundamental para diseñar una estrategia de desarrollo sustentable urbano. Las estimaciones disponibles muestran que las medidas de restauración y conservación ecológica con costo efectivas y además abre nuevas oportunidades de negocios. Por ejemplo, estimaciones de costo beneficio, con una amplia muestra de estudios, indica que al menos 50% de estos proyectos tienen beneficios con base en un costo de USD $ 100 $tCO2e_t$ (De Groot et al 2013, Blignaut et al., 2014). Además, BenDor et al., (2015) muestran que una inversión de USD $1 millón en restauración y conservación de ecosistemas genera entre 7-40 empleos en USA. Más aún, la preservación y el fomento de los servicios de los ecosistemas puede contribuir al cumplimiento de los ODS.

La valorización de los servicios de los ecosistemas tiene como una consecuencia directa la generación de empleos verdes[9]. Estimaciones disponibles sobre la generación de empleos verdes en América Latina y el Caribe muestran la importancia de estos empleos verdes. Por ejemplo, BID (Saget, et al., 2020) estima que la transición a una economía baja en carbono genera 15 millones de empleos netos (22.5 millones generados que se reduce con la pérdida de otros empleos) donde las actividades agrícolas sustentables y bosques y energía son relevantes y donde de los 22.5 millones corresponde a empleos de calificación media 13.5, a empleos de baja calificación 8 millones y empleos de alta calificación 1 millón (Saget, et al., 2020). ECLAC y ILO (2018) estiman que cerca del 20% de los empleos en América Latina y el Caribe están asociados directa o indirectamente con los servicios de los ecosistemas y donde destaca la generación de empleos verdes en

[9] Los empleos verdes se definen como empleos decentes que contribuyen directamente a la sostenibilidad ambiental ya sea al producir bienes y servicios ambientales o a través de un uso más eficiente de los recursos naturales (Saget, et al., 2020, pp. 57).

el sector agrícola. Para México se estima un aumento de empleos verdes en agricultura y bosques de 2.1 millones al 2030 (OCDE, 2019).

La generación de empleos decentes y con protección social, apoyado en la restauración y desarrollo de una economía basada en el aprovechamiento de los ecosistemas en las barrancas puede además contribuir a reducir las brechas y desigualdades que persisten en el mercado laboral como alta desigualdad salarial, alta participación del mercado laboral informal y baja participación en el mercado laboral de las mujeres. Ello conlleva a un círculo vicioso donde una baja calificación laboral se asocia a una escasa inversión en capital humano, a una baja productividad, que es intensificada por los efectos del cambio climático, y por tanto a bajos salarios (Alaimo, et al., 2015, Kjellstrom et al., 2019).

En este contexto una mejora permanente en la distribución del ingreso requiere elevar los salarios más bajos (Rodríguez-Castela, 2016) e incorporar a los trabajadores informales al mercado laboral (Messina y Silva, 2019).

De este modo, la generación de un nuevo valor agregado consecuencia de las estrategias de recuperación, conservación y ampliación de los servicios de los ecosistemas en las barrancas puede traducirse en la generación de empleos verdes, decentes y con seguridad social. Ello es particularmente importante para una propuesta atendiendo por ejemplo que los salarios en el sector agrícola en México son alrededor de 65% del promedio nacional de salarios (OECD, 2019).

Las estimaciones realizadas incorporan varios supuestos (Cuadro 29) como:

1. Los empleos verdes generados en las actividades agrícolas se basan en la actual razón de empleo a PIB a nivel nacional. Ello permite obtener una cota superior que muy probablemente se reduzca con el incremento de la productividad en los próximos años.
2. Los empleos verdes generados en las actividades de almacenamiento y secuestro de carbono y turísticas se basan en una razón de empleo a PIB que es 50% de la razón de empleo a PIB en las actividades agropecuarias.

Este conjunto de resultados indica que existen importantes potencialidades de empleos verdes en las barrancas en el contexto de una nueva economía urbana.

Esto es, el potencial de generación de empleos verdes en las barrancas asociado a la conservación, restauración y desarrollo de los servicios de los ecosistemas en un escenario asociado a la construcción de una economía carbono neutral son relevantes donde destacan las potencialidades de granjas de carbono. Estas estrategias pueden ser replicables en otras áreas de la CDMX.

Los valores estimados para los diferentes servicios de los ecosistemas son heterogéneos por barrancas. Debe, además considerarse que estas estimaciones por servicios de los ecosistemas no pueden sumarse debido a doble contabilidad.

Cuadro 29. Valor monetario de los Servicios ecosistémicos de las barrancas en la CDMX

Servicio del ecosistema	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Empleos verdes (Aproximados)
1.Servicios de provisión de cultivos.		$5.3 millones de pesos de 2013		60
2.Servicio de polinización	$1.57 millones de pesos de 2013 (ajustado por oferta potencial)	$1.98 millones de pesos de 2013 (ajustado por distancia)	$2.62 millones de pesos de 2013 (demanda)	18-30
3.Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono	$663.81 miles de pesos (USD $5 y tasa de interés de 2%)		$39,828.5 miles de pesos (USD $300 y tasa de interés de 2%)	371-2,230
4. Servicios de los ecosistemas de bosques.	$4.24 millones de pesos de 2021		$27.73 millones de pesos de 2021	47-310
5. Servicios ecosistémicos de Áreas Naturales protegidas (ANP) y turismo de naturaleza	$33,865 miles de pesos		$114,932.67 miles de pesos	190-6,436

Fuente: Elaboración propia.

La población activa ocupada de la CDMX se concentra en actividades como el comercio, los servicios profesionales o financieros y los servicios sociales con 21.5 % 16.4% y 11.7% de su participación. No obstante, solo 4.23% de los asalariados

que desarrollan actividades comerciales perciben más de 5 salarios mínimos[10]. En contraste, se observa que, dentro del sector agrícola, alrededor de 15% de los asalariados logra percibir más de 5 salarios mínimos lo cual representa el mayor porcentaje dentro de las actividades que desarrollan la población activa dentro de la ciudad.

De acuerdo con la ENOE (2021) para el cuarto trimestre de 2021, en la CDMX viven 9.2 millones de habitantes, de los cuales, solo 4.4 millones son catalogadas como población económicamente activa ocupada. Dentro de esta clasificación, se observa una tendencia laboral hacia actividades relacionadas al comercio, ya que alrededor del 21% de la PEA se desarrolla en dichas actividades, seguido de los servicios profesionales, financieros y corporativos con 16% y servicios sociales con cerca del 11.6% de concentración de los trabajadores. Las actividades relacionadas con el gobierno y organismos internacionales tienen un mayor ingreso mensual dentro de las actividades económicas de la CDMX con $5,667 pesos en promedio, sin embargo, al comparar dichos datos con el promedio ponderado, la industria extractiva y de la electricidad mantiene un mayor salario entre sus trabajadores con cerca de $10,000 pesos en, en dicha actividad, se absorbe al 0.41% de los empleos totales. Por otro lado, entre las actividades menos remuneradas se encuentran aquellas relacionadas a la agricultura, con salarios ponderados en $8,346.91 pesos, pese a que solo el 0.41% de la población se desarrolla en este sector. Finalmente, el sector de la construcción emplea representa solo al 4.6% de la PEA ocupada, con un salario mensual promedio ponderado entre los distintos salarios mínimos de los trabajadores de $8,585.65 pesos mensuales. Se presenta una aproximación preliminar a los salarios (Cuadro 30).

Cuadro 30. Ingresos por tipo de actividad. Ciudad de México. Cuarto trimestre 2021: estimaciones preliminares

Tipo de actividad	Promedio ponderado MXN
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	8,346.91
Industria extractiva y de la electricidad	9,906.39

[10] Salario mínimo CDMX $4,251. ENOE, 2021

Industria manufacturera	7,728.56
Construcción	8,585.65
Comercio	7,872.05
Restaurantes y servicios de alojamiento	7,923.72
Transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento	8,595.84
Servicios profesionales, financieros y corporativos	8,665.28
Servicios sociales	8,801.76
Servicios diversos	7,063.16
Gobierno y organismos internacionales	8,683.52

Fuente: ENOE 2021. Nota: Salario mínimo CDMX $4,251 MXN. El promedio ponderado corresponde a los empleados por salarios mínimos por el número de empleados.

I..9 Políticas públicas para la nueva economía urbana del siglo XXI

El actual crecimiento de la CDMX tiene como consecuencia colateral una intensa transición de áreas rurales en áreas urbanas reflejado en una expansión desordenada de áreas habitacionales y de asentamientos irregulares, el uso de estas áreas para la disposición de residuos y desechos y para la explotación desordenada de los ecosistemas e incluso su uso para algunas actividades económicas. Ello conlleva a la ocupación de áreas de suelo de conservación tales como barrancas, bosques, cuencas y cultivos. Paradójicamente, los motivos para la expansión de este fenómeno son: la facilidad de acceso a una variedad de bienes, la mayor probabilidad de encontrar trabajo, el acceso a tecnologías y a ciertos bienes públicos como educación y salud. Este proceso de transición, basado en costos de oportunidad fuertemente diferenciados entre las áreas rurales y urbanas, deriva en un conjunto de externalidades negativas que están erosionando las condiciones ambientales de las barrancas de la CDMX y en donde destaca una erosión de la condición de los ecosistemas.

Los ecosistemas en las barrancas de la CDMX ofrecen actualmente un conjunto de servicios que contribuyen a las actividades económicas y al bienestar social en la CDMX. Sin embargo, no existe un valor monetario que reconozca esta contribución monetaria. Ello se traduce en una explotación no sustentable de estos ecosistemas, en sesgos en los análisis de costo beneficio y en una toma de decisiones económicas ineficiente. Atender este desafío requiere configurar una nueva matriz de incentivos económicos que permita integrar las actividades de conservación y

restauración de los ecosistemas y el desarrollo de nuevas oportunidades de negocios basado en los ecosistemas en una estrategia para construir una nueva economía urbana del siglo XXI, baja en carbono, incluyente y con preservación ambiental.

Como parte de las políticas que buscan dar una solución del daño causado a las zonas naturales en las barrancas se han conformado las áreas de valor ambiental. Ello tiene como objetivo garantizar el derecho humano a un medio ambiente adecuado para su salud y bienestar mediante el desarrollo sustentable de los ecosistemas urbanos en los ejes económico, social y ambiental.

En este sentido, estimar el valor monetario de los servicios de los ecosistemas es el primer paso para identificar las potencialidades que ofrecen los ecosistemas en las barrancas de la CDMX para contribuir y participar en la nueva economía urbana del siglo XXI y contribuir a la generación de nuevos empleos verdes.

La generación de estos empleos debe asociarse a un conjunto de políticas públicas que maximicen los impactos positivos en el contexto de la nueva economía urbana como:

- Las estrategias de recuperación y conservación de los ecosistemas sólo son exitosas en el contexto de programas con efectos positivos en la economía y las comunidades locales (OECD, 2019). En este sentido, es necesario (OCDE, 2019):
- Mantener y potenciar los programas de pagos por servicios ambientales incorporando consideraciones sobre sus efectos sociales.
- Configurar una nueva matriz de incentivos económicos apoyado en impuestos y cargos y subidos.
- Desarrollar una estrategia de certificación de manejo de bosques que permita acceder a canales de oferta de cadenas de valor de explotaciones de bosques sostenibles con precios de alto valor agregado y participar en el sistema de permisos comercializables en desarrollo actualmente en México. Para ello es necesario reducir deforestación, rehabilitar los ecosistemas,

ofrecer beneficios a las comunidades locales y promover un dialogo constructivo entre empresas y grupos involucrados. Existe, además, el desafío de establecer estándares de certificación para pequeñas propiedades.

- La generación de empleos verdes debe cumplir con los estándares de empleos formales y apoyar la generación de empleos femeninos.
- Existen, además, potenciales empleos adicionales asociados a la conformación de una economía circular. Por ejemplo, con la conformación de una industria de manejo de residuos en las barrancas. Ello incluye la recolección, el manejo y la disposición de residuos buscando incorporar al sector informal de pepenadores en un sistema formal.
- Promover nuevas oportunidades de negocios basados en la restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas. Para ello es necesario desarrollar planes específicos de negocios.
- Desarrollar indicadores específicos que ofrezcan métricas para identificar las condiciones de los ecosistemas.
- Preparar estrategias para acceder al financiamiento para la restauración, conservación y fomento de los ecosistemas evitando potenciales riesgos financieros (Girvan, et al., 2018). Explorar el uso de bonos temáticos (bonos verdes, bio-banca).

Conclusiones

La CDMX concentra una parte importante de la actividad económica, del empleo y de la población del país y es también un polo de dinamismo económico con importantes economías de escala. Sin embargo, al mismo tiempo, la CDMX muestra altos niveles de desempleo y pobreza, alta concentración del ingreso y, además, ha configurado una compleja matriz de externalidades negativas como contaminación atmosférica, de suelos y de los recursos hídricos, accidentes y congestión vial y emisiones de gases de invernadero que aumentan los efectos del cambio climático ya muy notables en la porción media y distal del talud influido casi todo el año por la llamada Isla de Calor Urbano. Estos fenómenos peligrosos se conjugan con otro conjunto de externalidades negativas que impactan el actual dinamismo económico y social, y deterioran el medio ambiente sano y son inconsistentes con la nueva economía urbana del siglo XXI.

Este estilo de desarrollo urbano con elevado impacto en el deterioro ambiental acelerado por el proceso de cambio entre áreas naturales substituidas por usos urbanos, se apoya en una matriz de incentivos económicos y de costos de oportunidad que favorece la ocupación de las barrancas por asentamientos urbanos con y sin servicios que generan una gran destrucción ambiental y de recursos naturales.

Ello refleja, entre otros factores, la inexistencia de una valoración apropiada de los servicios que ofrecen los ecosistemas a las actividades económicas y al bienestar social. En este sentido, resulta indispensable, para transitar a un desarrollo urbano sostenible en la CDMX, que se reconozca el valor monetario de la contribución de los servicios de los ecosistemas a la generación de valor económico de las actividades económicas y el bienestar social. Ello contribuye a la preservación y conservación y un uso sustentable de los ecosistemas, a la realización de análisis de costo beneficio apropiados y, en general, a un uso y asignación eficiente de toda la naturaleza.

Esta valoración de los servicios de los ecosistemas en las barrancas es, sin embargo, en extremo compleja atendiendo a las limitaciones de la información y metodológicas (Galindo y Basurto, 2020). No obstante, es posible realizar esta valoración a través del uso de diversos supuestos. En este sentido, esta valoración debe de considerarse como preliminar y que, al basarse en potenciales valores de intercambio y de bienestar, no representa un valor de la naturaleza.

Resulta, además, de especial interés realizar esta valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas atendiendo a la conformación de una nueva economía urbana, baja en carbono, incluyente, resiliente y con preservación ambiental. En efecto, los servicios de los ecosistemas en esta nueva economía son un factor de dinamismo económico que contribuirán además a la generación de empleos verdes.

Las estimaciones realizadas muestran que existe un importante potencial de valor monetario de los servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX, en especial en el contexto de la construcción de una nueva economía urbana. Este valor es heterogéneo por barrancas y servicios de los ecosistemas, destacando el valor del almacenamiento y secuestro de carbono, y en donde no puede sumarse este conjunto de servicios debido a posible doble contabilidad y a que existen usos que son substitutos.

Este conjunto de resultados muestra que el valor monetario de los servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX está estrechamente relacionado con el tránsito a una nueva economía urbana y a una nueva economía global. Por ejemplo, el Acuerdo de Paris que establece la necesidad de que las economías sean carbono neutral entre 2050-2070 para lo que se requiere precios al carbono en extremo elevados (entre USD $300 y USD $700 tCO2et). Estos valores abren claramente la posibilidad de desarrollar granjas de carbono. Ello sugiere la presencia de una doble causalidad donde un valor monetario más alto de los servicios de los ecosistemas puede contribuir a su preservación y conservación. Asimismo, el valor del almacenamiento y secuestro de carbono en las barrancas puede representar una

ventaja adicional en la medida en que permite flexibilizar las metas de descarbonización profunda de otros sectores económicos.

De este modo, la recuperación ambiental de las barrancas debe integrarse en una estrategia más amplia de transición a una economía carbono neutral, incluyente, resiliente y con preservación ambiental.

Como se ha descrito, uno de los retos que se tiene para fortalecer la sustentabilidad en el manejo y gestión de las barrancas que se ubican en la región Sierra de las Cruces en la CDMX, consiste en actualizar la normatividad y, en algunos casos, los instrumentos que se utilizan para tales fines.

Es necesario fortalecer la gobernanza de toda la región porque hoy tiene una regulación fragmentada y desarticulada en sus tipologías y objetivos, que en algunos casos definen ANP Federales, en otras se tiene categoría similar con diferente regulación en la normatividad de la propia entidad federativa. Otras se regulan bajo la figura jurídica de las AVA sin que se diferencie claramente ¿cuáles son dichos valores? Finalmente omitiendo todas esas categorías se regulan por los programas de desarrollo urbano las áreas verdes que incluyen todas o ninguna de las categorías anteriores. Lo anterior también implica la participación de diversas autoridades de distintos órdenes de gobierno, Federal, de la CDMX y de las Alcaldías, lo cual no constituye en sí mismo un obstáculo para una gestión adecuada, pero si requiere el fortalecimiento para una coordinación necesaria.

Aunque en el siguiente reporte se ahondará sobre ello, es necesario revisar y ajustar, en caso de que así se requiera, los polígonos que corresponden a las barrancas en la CDMX, de la información recabada hasta ahora y de lo que se pudo apreciar en las visitas realizadas, es necesario contar con certeza jurídica sobre los límites físicos de las barrancas y su respaldo en los decretos correspondientes.

Se considera necesario fortalecer los mecanismos de participación ciudadana y de grupos interesados en la conservación, rescate y aprovechamiento sustentable de las barrancas.

Finalmente, como se pudo observar, no todas las barrancas cuentan con programa de manejo, por lo que es necesario revisar sus alcances y contenido para que las nuevas versiones fortalezcan las acciones de conservación, rehabilitación y aprovechamientos sustentable.

II. ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE USOS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN ÁREAS SELECCIONADAS

II.1 Usos del suelo y vegetación en áreas específicas de las barrancas seleccionadas

Como parte de la revisión y generación de productos cartográficos específicos, es importante recalcar que los productos y análisis parten de la existencia y estado de la vegetación presente en las barrancas, en este sentido la cartografía de usos del suelo y vegetación es el insumo fundamental.

No obstante, debido a que en la actualidad la mayoría de las fuentes cartográficas tienen como insumo base la percepción remota y en general adolecen de soporte de campo que, en primer término, permitan verificar la pertinencia de las clases o tipos de vegetación determinadas y, en segundo término, corroborar algunos elementos de los tipos de vegetación que no son factibles de observar o establecer mediante las imágenes de satélite, como la composición general de especies que representan un soporte importante para precisar el estado sucesional de cada tipo de cobertura (vegetación) o comunidad, su estado fitosanitario general, entre otros, y dado que la escala necesaria para el desarrollo de actividades específicas del proyecto, como el análisis de aptitud y las posibilidades de establecer sitios de turismo de naturaleza, requirió del trabajo de campo a fin de verificar la cobertura de uso de suelo y vegetación de las seis barrancas bajo estudio.

Acorde a lo anterior se tomó como fuente de información cartográfica el uso de suelo y vegetación regional generado como parte del proyecto y se propusieron recorridos de campo sobre la base de los accesos posibles a las seis barrancas, mismos que fueron ajustados en coordinación con personal de la Dirección General del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Valor Ambiental de la SEDEMA (DGSANPAVA), previa explicación de los objetivos del trabajo de campo.

Una vez definidos los sitios para verificar en campo se efectuaron los recorridos con el acompañamiento del personal antes referido, y durante los cuales se tomaron evidencias fotográficas hacia cada punto cardinal a partir del centro de cada sitio,

así como fotografías tomadas con dron en toma oblicua para los cuatro puntos cardinales y en toma vertical a alturas 100 metros. En cada sitio se tomaron datos de control como nombre del AVA, alcaldía, fecha, numero de sitio (transecto, punto), coordenadas, altitud, pendiente, fisiografía, tipo de vegetación y especies dominantes o características, condiciones ambientales tales como el estado sucesional, estado de conservación y agentes perturbadores, degradación del suelo y actividades humanas presentes.

Adicionalmente, durante los recorridos se recabaron observaciones generales de la vegetación para llegar a los sitios de verificación.

Para generar la cartografía de uso de suelo y vegetación de las barrancas: Becerra Tepecuache, Tarango, Mixcoac, Echánove, Tecamachalco y Magdalena Eslava, se usó el mismo método empleado para la generación del uso de suelo y vegetación en la escala regional, únicamente realizando los ajustes necesarios para obtener un producto a una escala de mayor detalle.

Se realizó la interpretación visual del territorio a partir de imágenes satelitales del año 2020 del sensor *Digital Globe* con resolución de 1m por pixel. A partir de este insumo se analizó a detalle el territorio de cada barranca, delimitando las diferentes áreas en usos de suelo o tipos de vegetación, con ello se obtuvo una capa vectorial que espacializa estas áreas en categorías de uso de suelo (agrícola, urbano, equipamiento) y tipos de vegetación (bosques, pastizales, vegetación secundaria, etc.), a escala 1: 4,000.

Resulta fundamental mencionar que esta interpretación visual realizada en gabinete y su resultado en categorías espacializadas cartográficamente fue verificada y ajustada mediante el trabajo de campo y con el método arriba descrito, con la finalidad de validar que este resultado estuviera acorde con la realidad del territorio, buscando con ello eliminar inconsistencias que pudieran derivarse de la temporalidad del insumo de percepción remota utilizado, el cual data del año 2020; de interpretaciones poco acertadas producto de interferencias del terreno, o bien de las propias limitaciones del trabajo de gabinete.

Es así que a partir del trabajo de campo y como primer paso para realizar la cartografía de las seis barrancas, se procedió a efectuar ajustes de tres tipos al uso de suelo y vegetación regional.

El primero fue la re-etiquetación de polígonos que no coincidían debido a que la composición de especies observadas o el estado sucesional fue distinto al determinado para el uso de suelo y vegetación regional, lo cual se debe a la escala de trabajo empleada para la fotointerpretación.

El segundo tipo de ajuste se basó en la necesidad de redelimitar y cambiar la etiqueta de polígonos para ajustar su contorno y tamaño debido a condiciones observadas en campo y que, en general, se atribuyen a la escala de la fuente trabajo.

El tercero, consistió en el ajuste de la cobertura catalogada como bosque de ribera (antes definido como bosque de galería), debido a que en los recorridos de campo se observó que esta cobertura o tipo de vegetación se circunscribe al cauce de las barrancas objeto de estudio y al efecto que producen por las condiciones de humedad, determinándose que en los casos en donde es más amplio dicho efecto alcanza aproximadamente 15 metros hacia los lados del cauce, condición que está estrechamente relacionada con la pendiente adyacente al cauce, disminuyendo esta amplitud conforme se tiene mayor pendiente. De esta manera, se trazaron de nuevo los polígonos con este tipo de vegetación para las seis barrancas. Cabe señalar que, dadas las condiciones de alteración de las barrancas, el bosque de galería ya no se identifica dentro del espacio delimitado como área de valor ambiental con categoría de barranca en ninguno de los 6 casos estudiados.

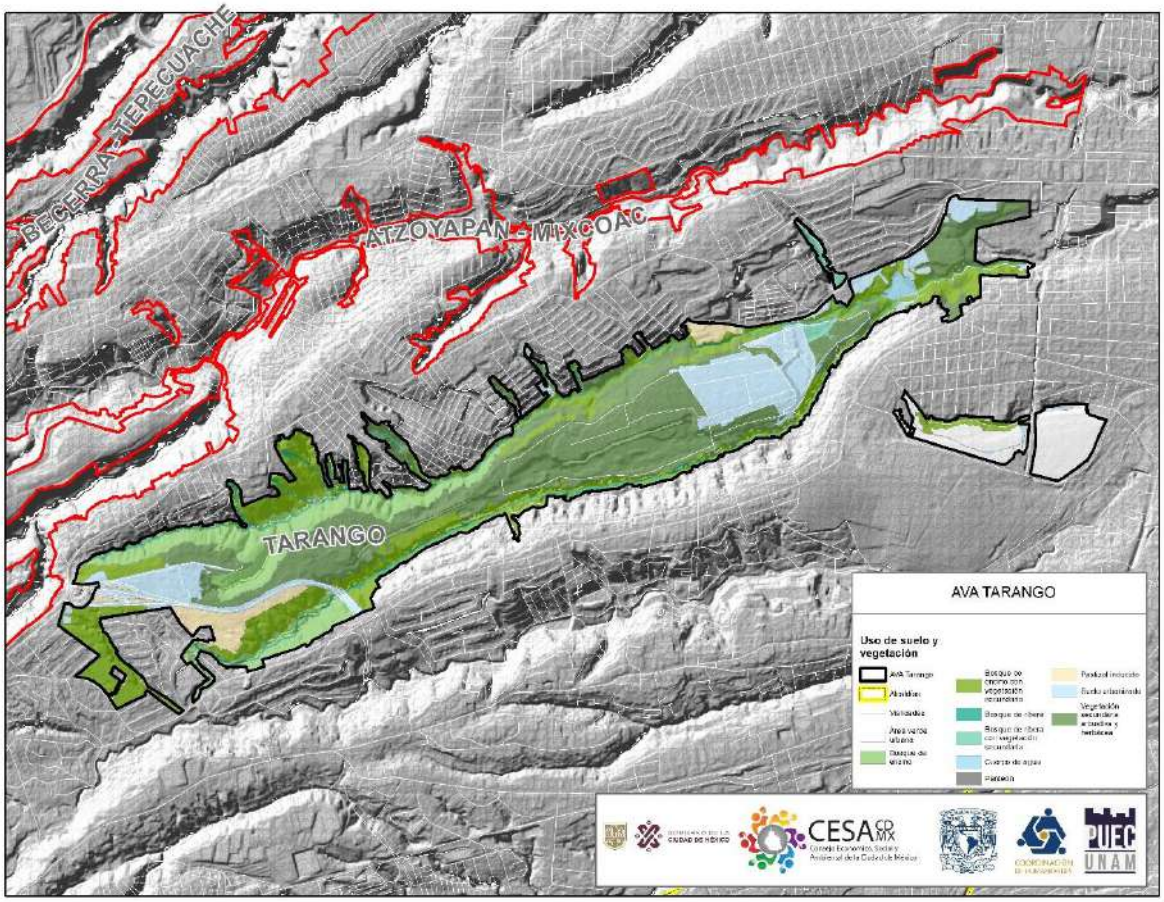
Los resultados sobre las características del uso de suelo y vegetación para cada una de las barrancas se presentan a continuación.

AVA Tarango

Esta barranca presenta 9 categorías de uso de suelo y vegetación. Como se puede observar en la

, la vegetación secundaria arbustiva y herbácea cubre 99.5 *ha* que se traducen en 33.1% de la superficie total de la barranca, que se distribuyen en la parte central y a lo largo de toda el AVA. A esta categoría le sigue el bosque de encino con vegetación secundaria, que abarca 25.9% de la barranca (77.9 *ha*).

Mapa 33. Usos del suelo y vegetación en el AVA Tarango



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 31. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del ava Tarango

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Área verde urbana	18.4	6.1
Bosque de encino	34.3	11.4
Bosque de encino con vegetación secundaria	77.9	25.9
Bosque de ribera	10.5	3.5
Bosque de ribera con vegetación secundaria	2.8	0.9
Cuerpo de agua	1.9	0.6
Panteón	0.4	0.1
Pastizal inducido	10.0	3.3
Suelo urbanizado	44.6	14.8
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	99.5	33.1

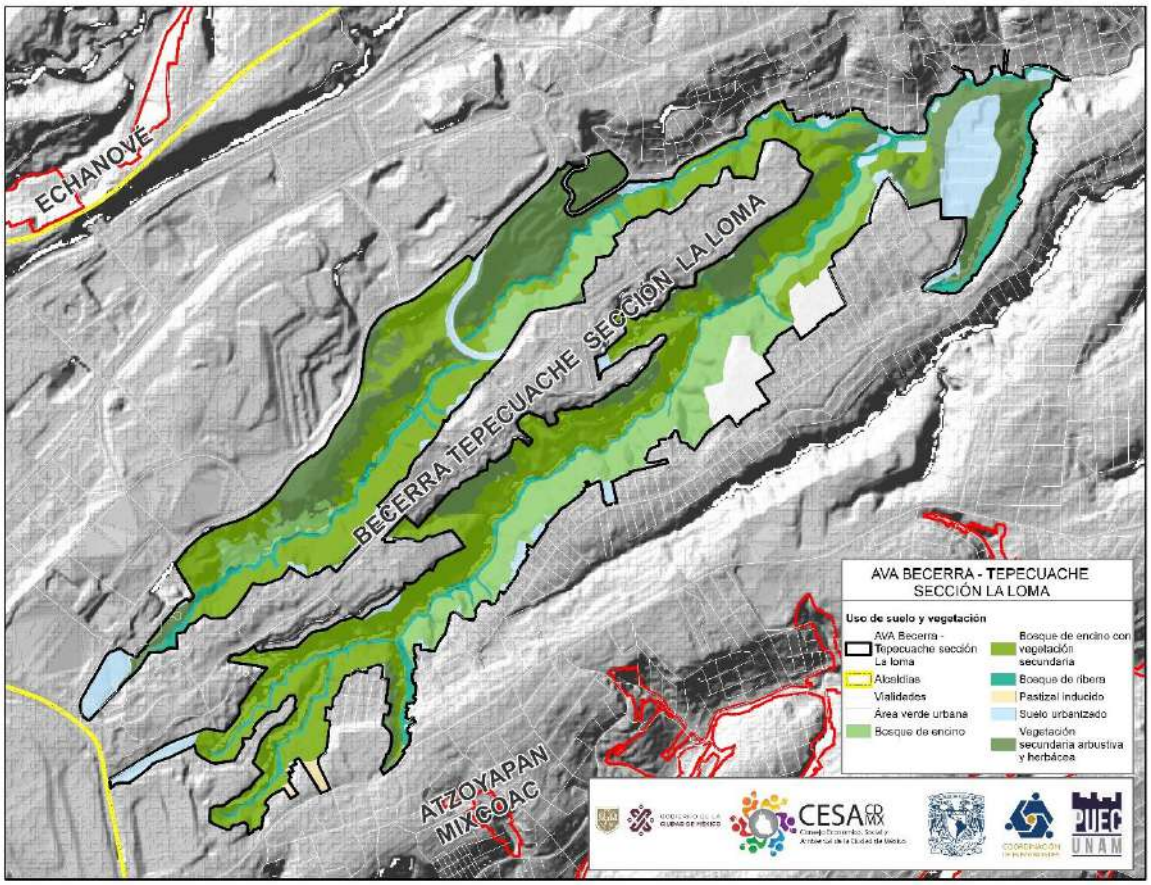
Fuente: Elaboración propia.

La representatividad que se observa de la vegetación secundaria en Tarango, es un indicador importante del nivel de alteración y degradación en la cobertura vegetal, por lo que es importante implementar acciones que promuevan la recuperación de los estados sucesionales de la vegetación y reviertan que estos niveles de alteración continúen.

AVA Becerra Tepecuache

Para la barranca Becerra Tepecuache se identificaron 7 categorías de uso de suelo y vegetación, dentro de las que predomina el bosque de encino con vegetación secundaria, cubriendo un total de 66 *ha* lo que representa 41.05% con respecto a la superficie decretada como AVA.

Mapa 34. Usos del suelo y vegetación en el AVA Becerra Tepecuache



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 32. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Becerra Tepecuache

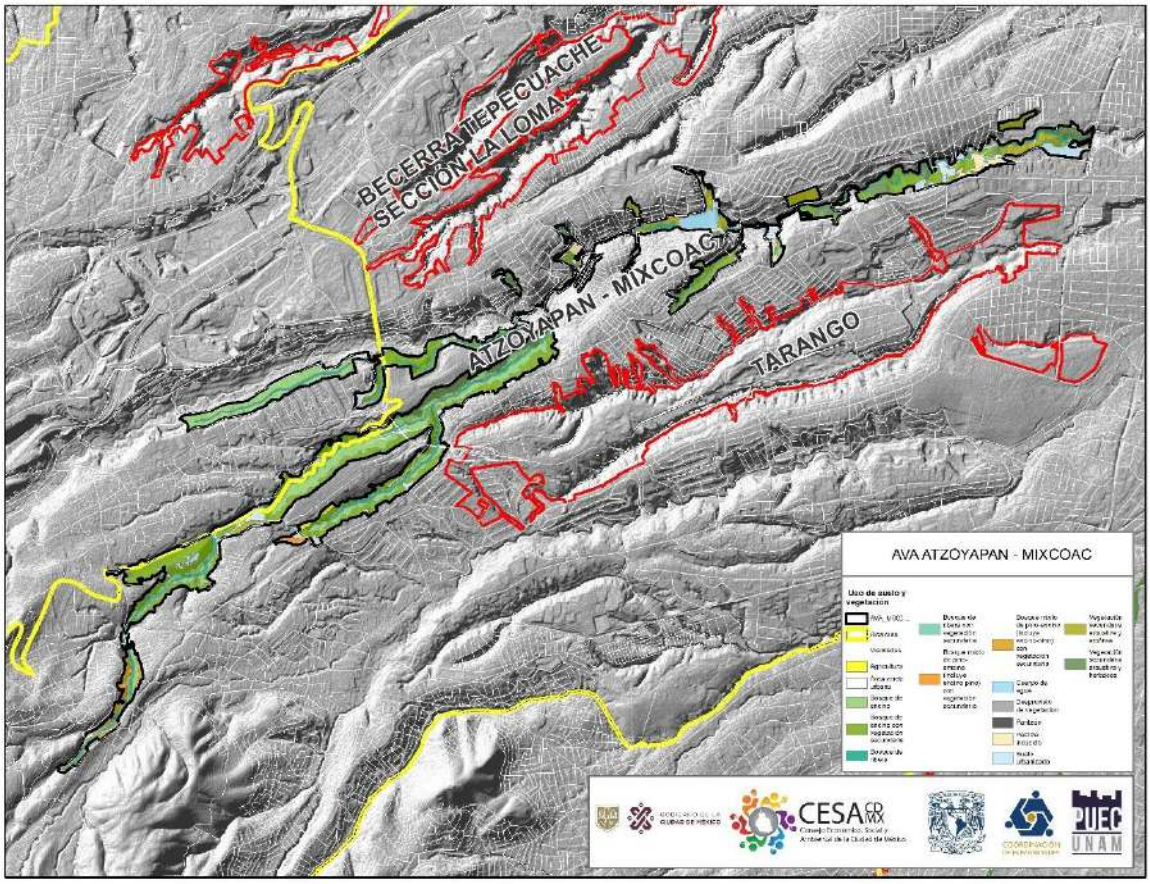
Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Área verde urbana	5.56	3.46
Bosque de encino	24.55	15.27
Bosque de encino con vegetación secundaria	66.00	41.05
Bosque de ribera	14.30	8.90
Pastizal inducido	0.53	0.33
Suelo urbanizado	15.53	9.66
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	34.32	21.34

Fuente: Elaboración propia

AVA Mixcoac-Atzoyapan

En el AVA Mixcoac-Atzoyapan se presentan 15 categorías de uso de suelo y vegetación; predomina el boque de encino con vegetación secundaria, cubriendo 35.7 % de la barranca. A este le sigue el bosque de encino con 18% y el bosque de ribera con 12.8%.

Mapa 35. Usos del suelo y vegetación en el AVA Mixcoac-Atzoyapan



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 33. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Mixcoac Atzoyapan

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura	1.5	0.6
Área verde urbana	0.1	0.0
Bosque de encino	45.2	18.7
Bosque de encino con vegetación secundaria	86.3	35.7
Bosque de ribera	31.0	12.8
Bosque de ribera con vegetación secundaria	0.5	0.2
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	1.2	0.5
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	6.1	2.5
Cuerpo de agua	4.3	1.8
Desprovisto de vegetación	0.6	0.2
Panteón	0.1	0.1
Pastizal inducido	4.5	1.8
Suelo urbanizado	28.5	11.8
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea	15.7	6.5
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	16.1	6.7

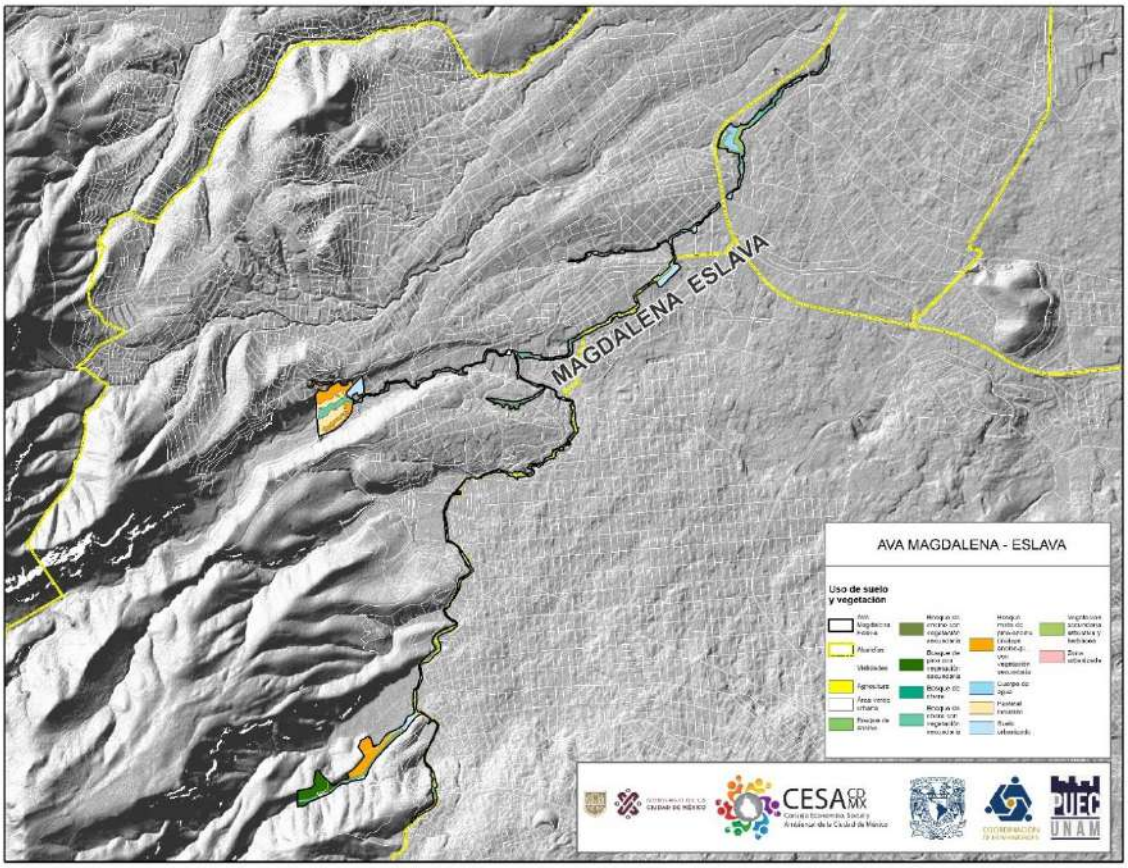
Fuente: Elaboración propia

Es de resaltar la superficie ocupada por suelo urbanizado que representa 11.8% de la superficie total, lo que indica que además de algunos equipamientos, la presencia de asentamientos humanos irregulares es significativa. Además de lo anterior, el número elevado de categorías es indicador del alto de grado de fragmentación que presentan los ecosistemas.

AVA Magdalena Eslava

En Magdalena- Eslava, el número de categorías identificadas corresponde a 13, donde la más representativa es el bosque de ribera con 28% del total del AVA, seguida del suelo urbanizado con 22.1%, el resto de las categorías cubren superficies mínimas, lo cual refleja las condiciones de esta barranca, misma que se encuentra delimitada prácticamente por su propio cauce, razón por la cual el bosque de ribera es predominante. Asimismo, el porcentaje de suelo urbanizado pone de manifiesto el avance que ha tenido la mancha urbana, mientras que la zona de cauce permanece únicamente como relicto

Mapa 36. Usos del suelo y vegetación en el AVA Magdalena-Eslava



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 34. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Magdalena Eslava

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura	0.3	0.5
Área verde urbana	0.2	0.4
Bosque de encino	0.2	0.3
Bosque de encino con vegetación secundaria	3.4	6.2
Bosque de pino con vegetación secundaria	3.7	6.6
Bosque de ribera	0.1	0.2
Bosque de ribera con vegetación secundaria	15.8	28.4
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	9.2	16.5
Cuerpo de agua	1.5	2.7
Pastizal inducido	4.4	8.0

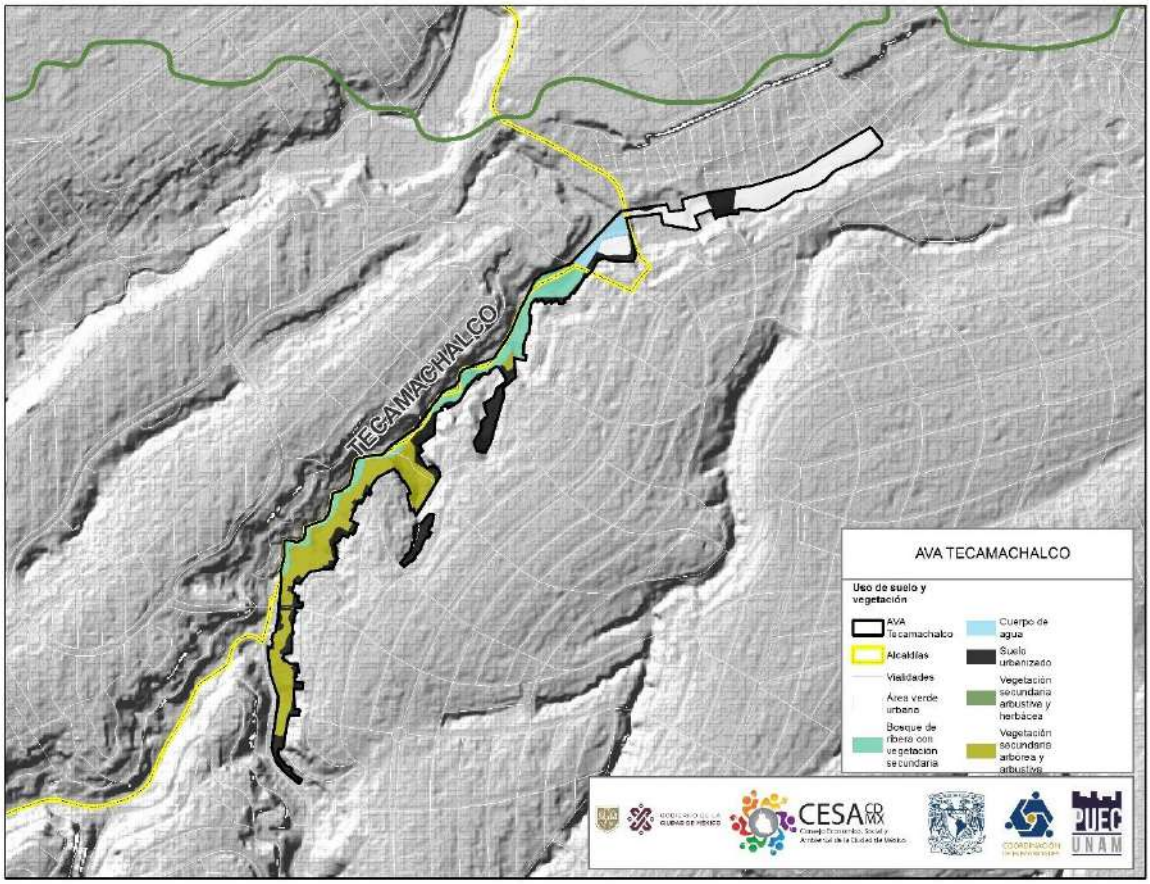
Suelo urbanizado	12.3	22.1
Categoría	**Superficie (ha)**	**Porcentaje**
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	4.5	8.1
Zona urbanizada	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

AVA Tecamachalco

En el ava Tecamachalco, se delimitaron 6 categorías de uso de suelo y vegetación, donde la más representativa es aquella catalogada como área verde urbana, seguida del bosque de ribera con vegetación secundaria con porcentajes cubrimiento de 22.7% y 19.7% respectivamente.

Mapa 37. Usos del suelo y vegetación en el AVA Tecamachalco



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 35. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Tecamachalco

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Área verde urbana	5.0	22.7
Bosque de ribera con vegetación secundaria	4.3	19.7
Cuerpo de agua	0.8	3.8
Suelo urbanizado	5.6	25.7
Vegetación secundaria arbórea y arbustiva	6.1	27.9
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.0	0.1

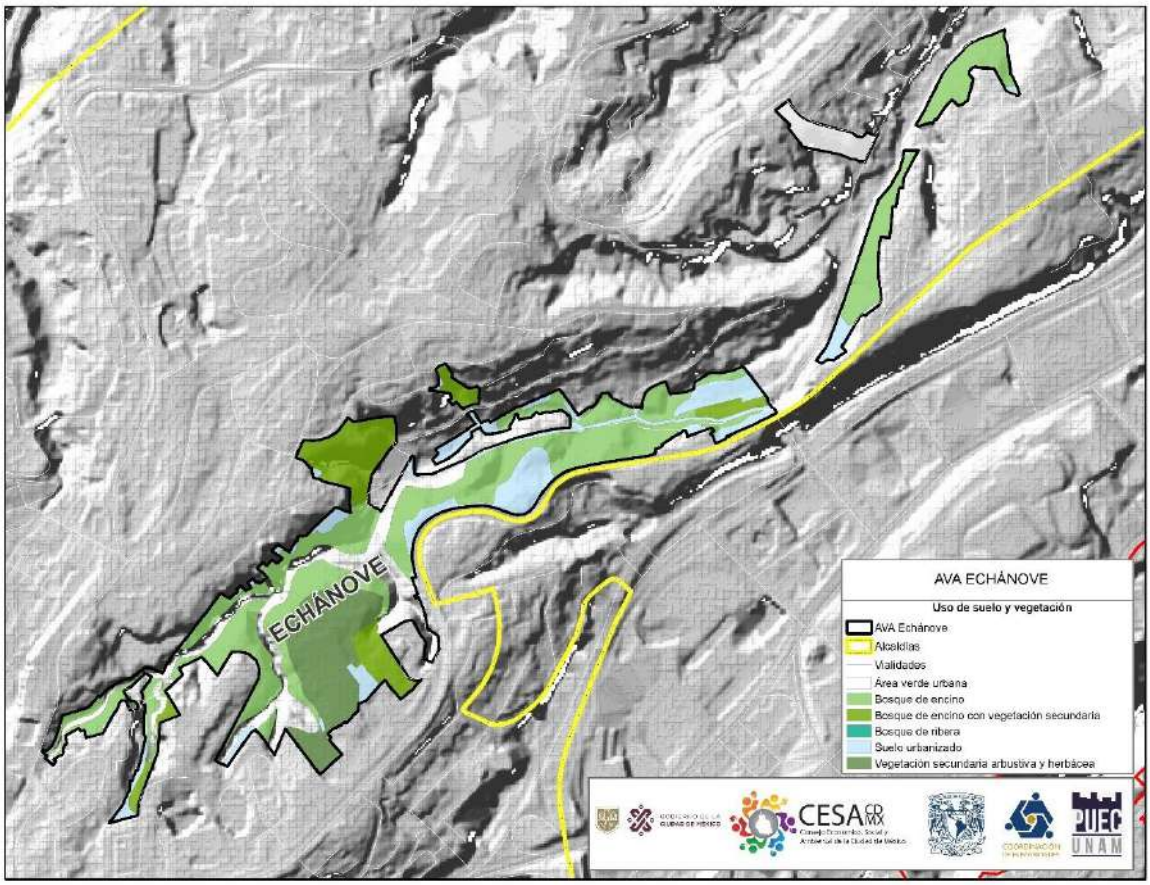
Fuente: Elaboración propia

Esta distribución denota la condición de la barranca, misma que se encuentra prácticamente considerada como un área verde para los desarrollos habitacionales que la rodean y que prácticamente ha perdido la condición natural de los ecosistemas, condición que se reafirma incluso sobre la vegetación cercana al cauce, donde ya se observa el deterioro paulatino al presentarse vegetación secundaria en el bosque de ribera.

AVA Echánove.

En esta barranca se identificaron 6 categorías, predominando significativamente el bosque de encino ya que cubre 43.4% de la superficie total de su territorio, seguida del bosque de encino con vegetación secundaria con 11.9%, con ello se observa que más de la mitad de la barranca aún cuenta con vegetación forestal. No obstante, lo anterior, existe 12% que se encuentra ocupado por suelo urbanizado, lo que representa un contraste importante dentro de la dinámica de ocupación del área.

Mapa 38. Usos del suelo y vegetación en el AVA Echánove.



Fuente: Elaboración propia

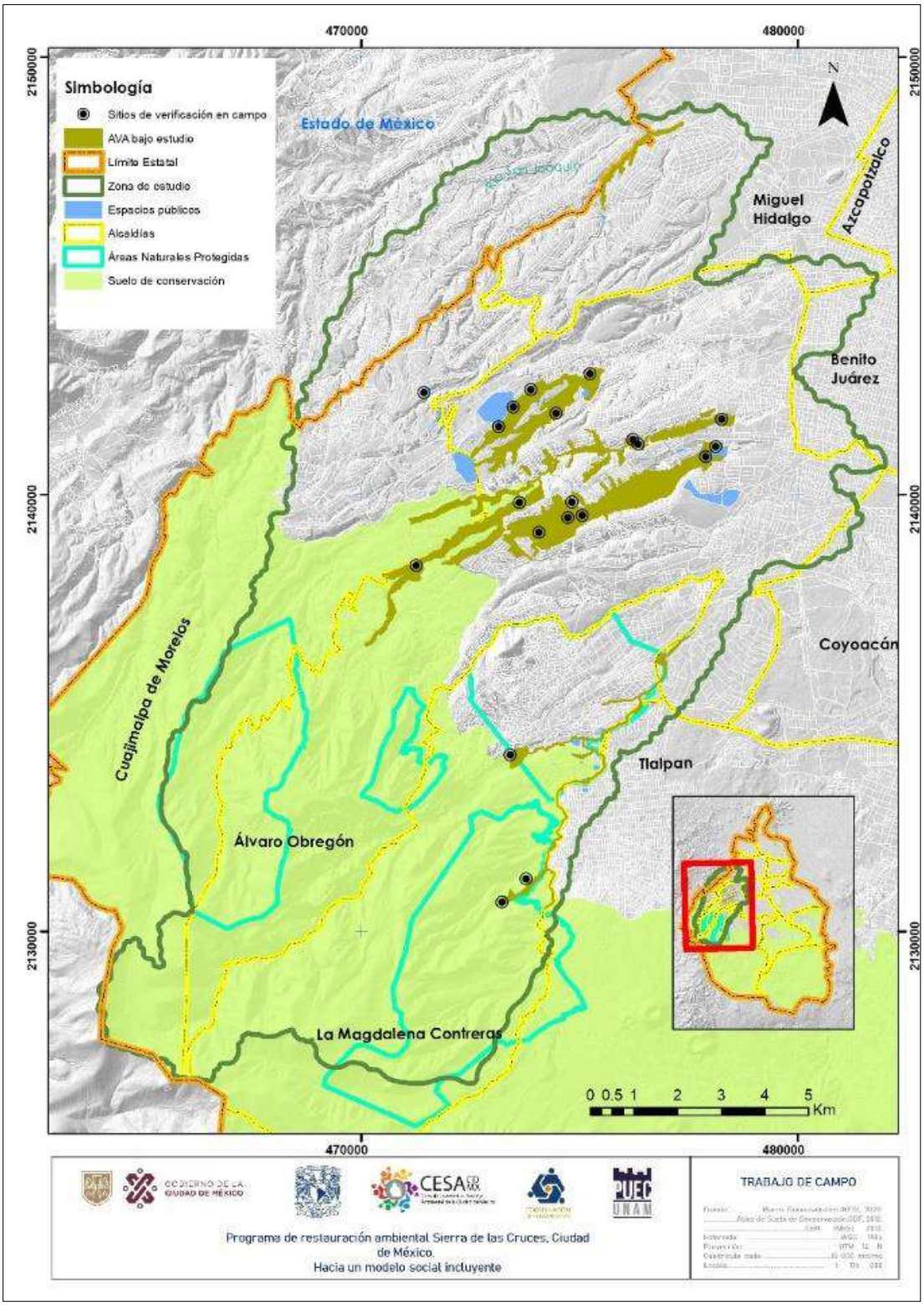
Cuadro 36. Superficies y porcentajes por categoría de usos de suelo y vegetación del AVA Echánove

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Área verde urbana	1.5	2.9
Bosque de encino	22.3	43.4
Bosque de encino con vegetación secundaria	6.1	11.9
Bosque de ribera	7.6	14.7
Suelo urbanizado	7.7	14.9
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	6.2	12.1

Fuente: Elaboración propia

Además de los resultados que se han descrito, el trabajo de campo realizado entre junio y julio de 2022, permitió validar las distintas categorías que se delimitaron para cada barranca y se levantaron 20 sitios o puntos de verificación.

Mapa 39. Sitios de verificación en campo



Fuente: Elaboración propia

En dichos sitios y como se mencionó anteriormente, se tomaron datos de control de este como nombre del AVA, alcaldía, fecha, numero de sitio (transecto, punto), coordenadas, altitud, pendiente, fisiografía, tipo de vegetación y especies dominantes o características, condiciones ambientales tales como el estado sucesional, estado de conservación y agentes perturbadores, degradación del suelo y actividades humanas presentes. La información generada de este trabajo, que es muy amplia y brinda información específica de cada punto verificado y en donde se puede conocer las condiciones específicas sobre las categorías de vegetación, se encuentra en el Anexo 1 correspondiente al reporte de trabajo de campo realizado, por lo que para profundizar en este aspecto se sugiere consultar dicho material.

II. 2 Calidad del hábitat en las barrancas seleccionadas

Uno de los desafíos más relevantes en la evaluación de servicios ecosistémicos se relaciona con determinar la distribución espacial que estos poseen en el territorio. El stock de servicios ecosistémicos requiere una representación espacial explícita, para que la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales pueda ser ejecutadas de manera informada y eficiente (Crossman et al. 2013). Por ende, la identificación de servicios ecosistémicos requiere de técnicas que permitan abstraer la complejidad del territorio y que contribuyan a identificar los límites de su distribución espacial. En este sentido, los sistemas de información geográfica (SIG) y las técnicas de análisis espacial, como por ejemplo el análisis multicriterio y los modelos espaciales, son herramientas que contribuyen a simplificar la lectura de información territorial, permitiendo generar bases de datos respecto a los atributos que componen el espacio geográfico (De Groot et al. 2002). Dado el creciente interés científico respecto a las técnicas de análisis espacial, estas herramientas han consolidado su posición en la gestión pública de recursos naturales y en la generación de políticas y normativas de regulación ambiental (Brown et al. 2012).

Existen múltiples métodos de modelamiento y mapeo de servicios ecosistémicos, cuyas aproximaciones varían de acuerdo con el tipo de servicio, la disponibilidad de datos, la escala espacial de análisis y según el objetivo del estudio (Maes et al. 2012).

Para el caso de este estudio, se desarrollaron dos tipos de modelos territoriales utilizados como insumos intermedios y que alimentaron el producto final consistente en el modelo de aptitud. Uno de los más importantes para fines de este estudio corresponde al modelo de calidad de hábitat, entendiendo éste como aquellos sitios que presentan características que propician que dichos espacios cuenten con cierto grado de conservación, es decir, menores impactos a causa de los efectos de actividades antropogénicas y que, en consecuencia, aún funcionan como reservorio de biodiversidad y otros servicios ecosistémicos.

Uno de los continuos retos de la biología de fauna silvestre consiste en determinar qué variables de hábitat son más importantes para una especie concreta. Las posibilidades de los diferentes modelos que podría crear y probar son casi infinitas. En este caso, el análisis se concentra en los retos principales a los que se enfrentan la vegetación y fauna para conformar una comunidad estable dentro de las barrancas estudiadas; para ello se consideraron las siguientes variables para alimentar el modelo:

- Irregularidad del terreno (pendiente): los terrenos accidentados tienen un doble propósito; por una parte, permiten el paso de escurrimientos y evitan o disminuyen la ocupación de actividades antropogénicas.
- Cobertura de suelo densa: entre mayor sea el desarrollo de ecosistemas y comunidades de tipo boscoso, existirá una mejor condición de suelo, capacidad de infiltración, entre otros servicios ambientales (FORGAES, SF.), así como condiciones para el desarrollo de las diversas especies de fauna.
- Descarga de aguas residuales: considerados como agentes perturbadores, son generadores de patógenos de agentes biológicos que afectan, animales, población humana y vegetación, provocando muerte o alteración de la salud (CENAPRED, 2013).
- Residuos sólidos: considerados como agentes perturbadores, son generadores de patógenos de agentes biológicos que afectan, animales, población humana y vegetación, provocando muerte o alteración de la salud (CENAPRED, 2013).

- Distancia a vialidades (carreteras, caminos o vías de acceso en general): además de peligrosas para el libre tránsito de la fauna, también promueven la fragmentación de los ecosistemas.

Previo a realizar los procedimientos propios para la generación del modelo mediante herramientas de análisis espacial, es necesario homologar la estructura de las capas a utilizar. El formato de entrada requerida para el procedimiento es de tipo ráster, ya que este formato facilita la homologación de la información para contar con una unidad de análisis homogénea (pixel). A través de esta estructura es posible homologar los datos cuantitativos asociados a cada elemento que se representa, por ejemplo, la inclinación del terreno está representada en grados, las distancias a caminos o vías de acceso se expresan en metros, y las densidades de vegetación requieren de asignaciones numéricas que representen si la condición es más o menos favorable para el objetivo del modelo.

De acuerdo con lo anterior, es necesario procesar todas las capas de las variables a utilizar en formato ráster, asignando los valores pertinentes que reflejan las condiciones de peso conforme al análisis espacial, con la finalidad de contar con un esquema de clasificación común.

En el procedimiento utilizado la normalización de valores se realizó de 1 a 5, de acuerdo con los criterios indicados en las siguientes tablas:

Cuadro 37. Criterios de normalización para la irregularidad del terreno (pendiente)

Normalización	Pendiente en grados
1	<20
2	30
3	45
4	60
5	>60

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 38. Criterios de normalización para la cobertura de suelo densa (uso de suelo y vegetación)

Normalización	Uso de suelo y vegetación
1	Zona urbana,
2	Áreas verdes, equipamiento
3	Pastizales y praderas
4	Vegetación secundaria
5	Bosques, selvas

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 39. Criterios de normalización para descargas de aguas residuales (promedio entre distancia a puntos de descarga y centro del cauce)

Normalización	Distancia a descargas	Distancia a centro del cauce	Peso asignado
1	20m	14m	1
2	40m	28m	3
3	60m	Resto del AVA	2
4	80m		
5	100m		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40. Criterios de normalización para tiraderos de residuos sólidos (distancia)

Normalización	Distancia tiraderos
1	20 m
2	40 m
3	60 m
4	80 m
5	100 m

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 41. Criterios de normalización para vialidades (distancia)

Normalización	Distancia vialidades
1	20 m
2	40 m
3	60 m
4	80 m
5	100 m

Fuente: Elaboración propia

La normalización de las variables en valores de 1 a 5 corresponde al efecto que pueden tener en relación con la calidad del hábitat, por ejemplo en el caso de las coberturas vegetales y actividades humanas, las zonas urbanas cuentan con el valor más bajo (1) puesto que su aportación a la calidad de hábitat es nula o en ocasiones negativa, mientras que los bosques conservados, cuentan con la clasificación más alta (5) ya que su relación con la calidad de hábitat es fundamental, tanto desde la perspectiva de reservorios de biodiversidad como protectores de suelo y generadores de otros servicios ecosistémicos.

En el caso de vialidades, la relación es que a mayor distancia de las vías de comunicación habrá más calidad de hábitat y viceversa; este mismo criterio se usó para tiraderos de residuos sólidos y descargas de aguas residuales, variables en las que se espacializó la información de las distancias mediante "*buffers*". En el caso de la irregularidad del terreno los valores de menor inclinación corresponden a los valores asociados con menor calidad de hábitat puesto que son de más fácil acceso para la intervención humana, mientras que los valores clasificados con 5 son aquellos de terrenos más abruptos, menos accesibles y, en consecuencia, puede haber mayor calidad de hábitat.

Una vez que se cuenta con todas las capas en formato ráster y con la normalización en valores homólogos, se procede a hacer uso de la herramienta de *superposición ponderada* del paquete de herramientas de análisis espacial de *ArcGis*. Previo a este proceso es necesario determinar un peso específico de influencia a cada capa rasterizada, decisión que se establece partiendo de las condiciones del territorio a analizar, de los objetivos a generar con el modelo, de las condiciones o particularidades observadas en campo y de la experiencia de especialistas que desarrollan el análisis. Para el caso de este estudio, los pesos asignados a cada variable son los siguientes:

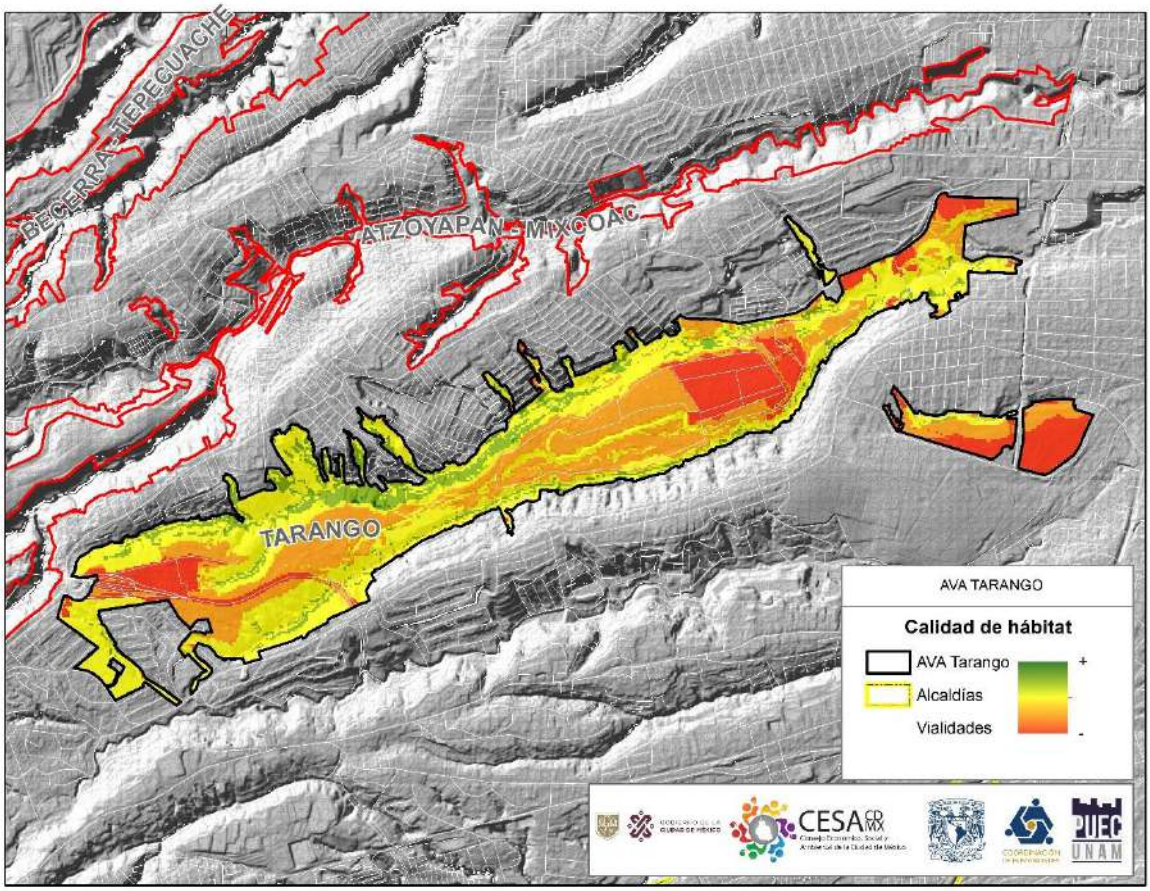
Cuadro 42. Pesos de influencia asignados a capas rasterizadas

Peso (%)	Capa rasterizada
25	Irregularidad del terreno (pendiente)
5	Vialidades
15	Tiraderos de residuos sólidos
35	Uso de suelo y vegetación
20	Promedio entre descargas de aguas residuales y cauce

Fuente: Elaboración propia

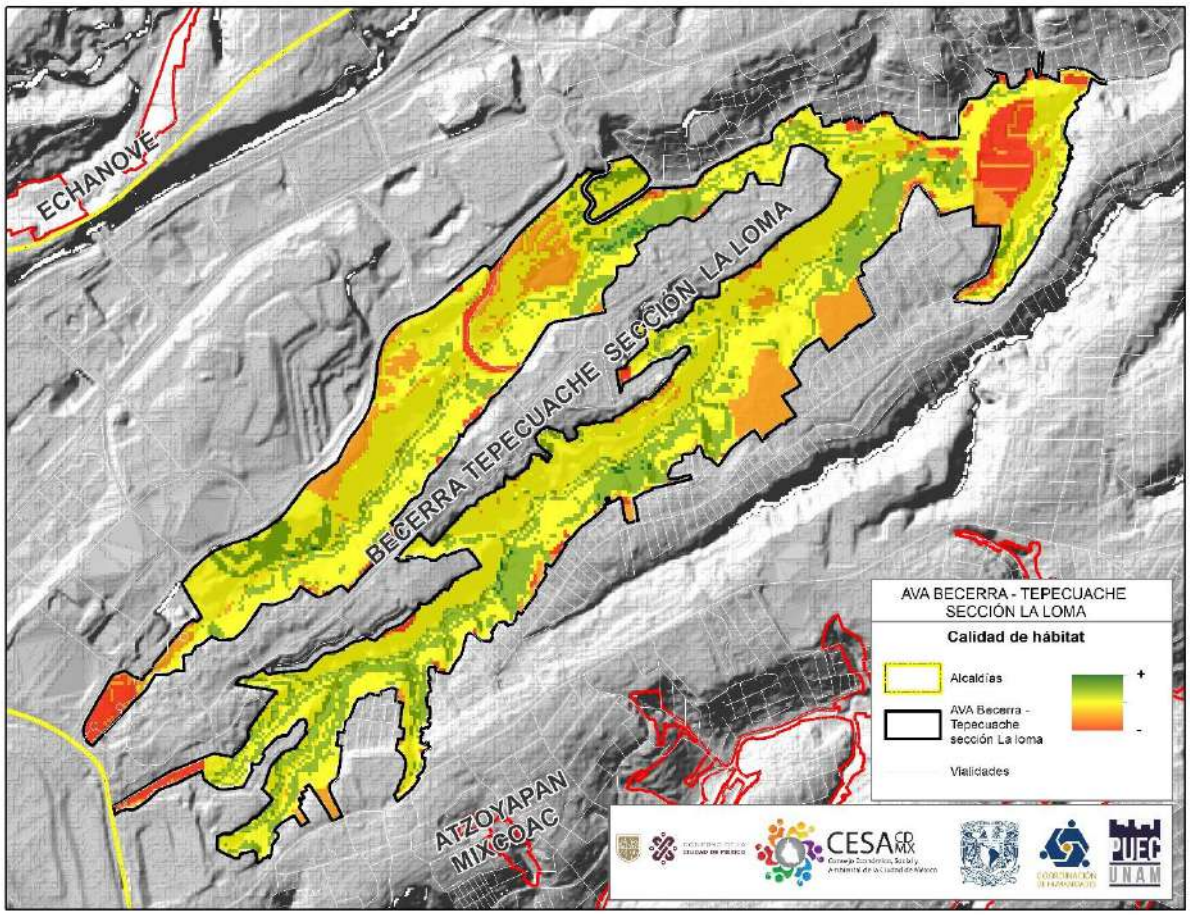
Con esta herramienta los valores de celda (pixel) de cada ráster de entrada se multiplican por el peso del ráster (o influencia del porcentaje). Los valores de celda resultantes se agregan para producir el ráster de salida final. Con este procedimiento se obtiene el modelo de calidad de hábitat, en el que aquellas celdas o pixeles con valores de 5 son los que cuentan con mayor calidad de hábitat.Los resultados de aplicar la metodología descrita y obtener el modelo de calidad de hábitat para cada una de las barrancas se presentan a continuación.

Mapa 40. Calidad de hábitat AVA Tarango



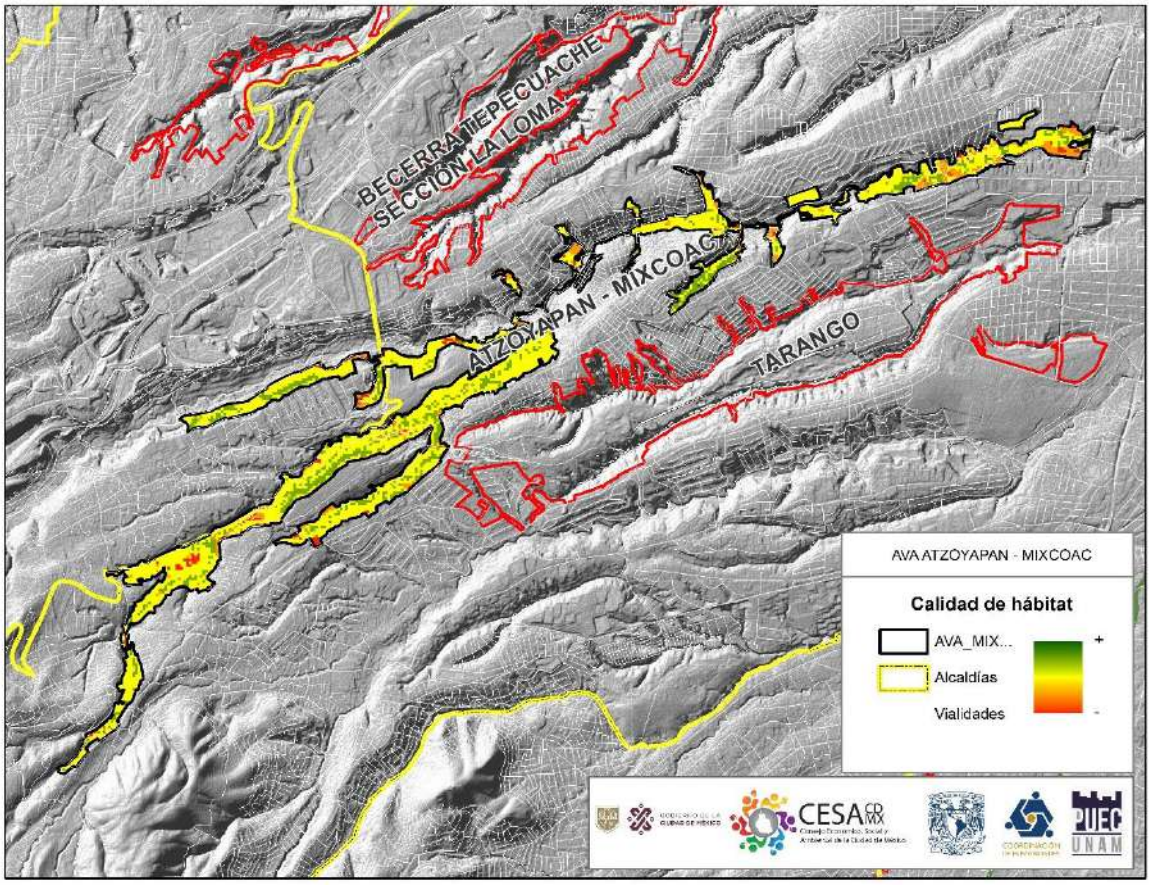
Fuente: Elaboración propia

Mapa 41. Calidad de hábitat AVA Becerra Tepecuache



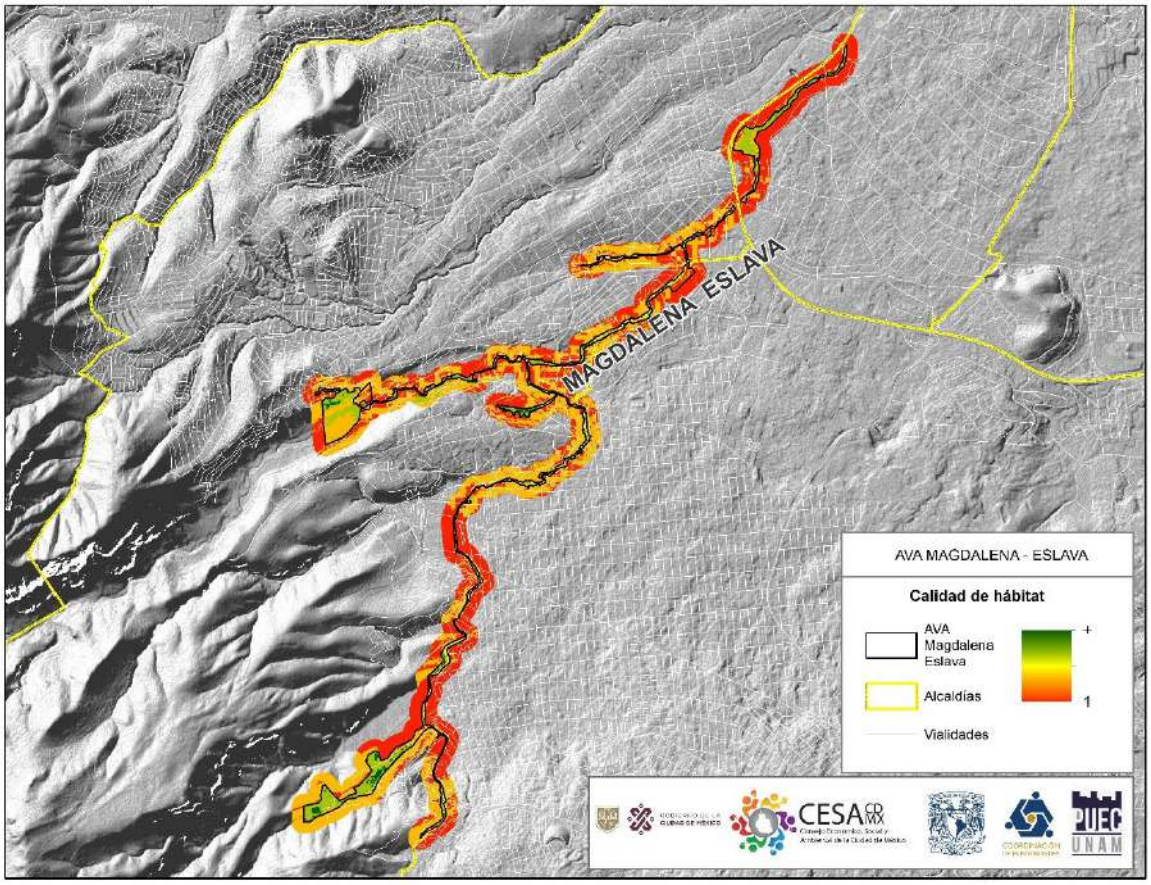
Fuente: Elaboración propia

Mapa 42. Calidad de hábitat AVA Mixcoac-Atzoyapan



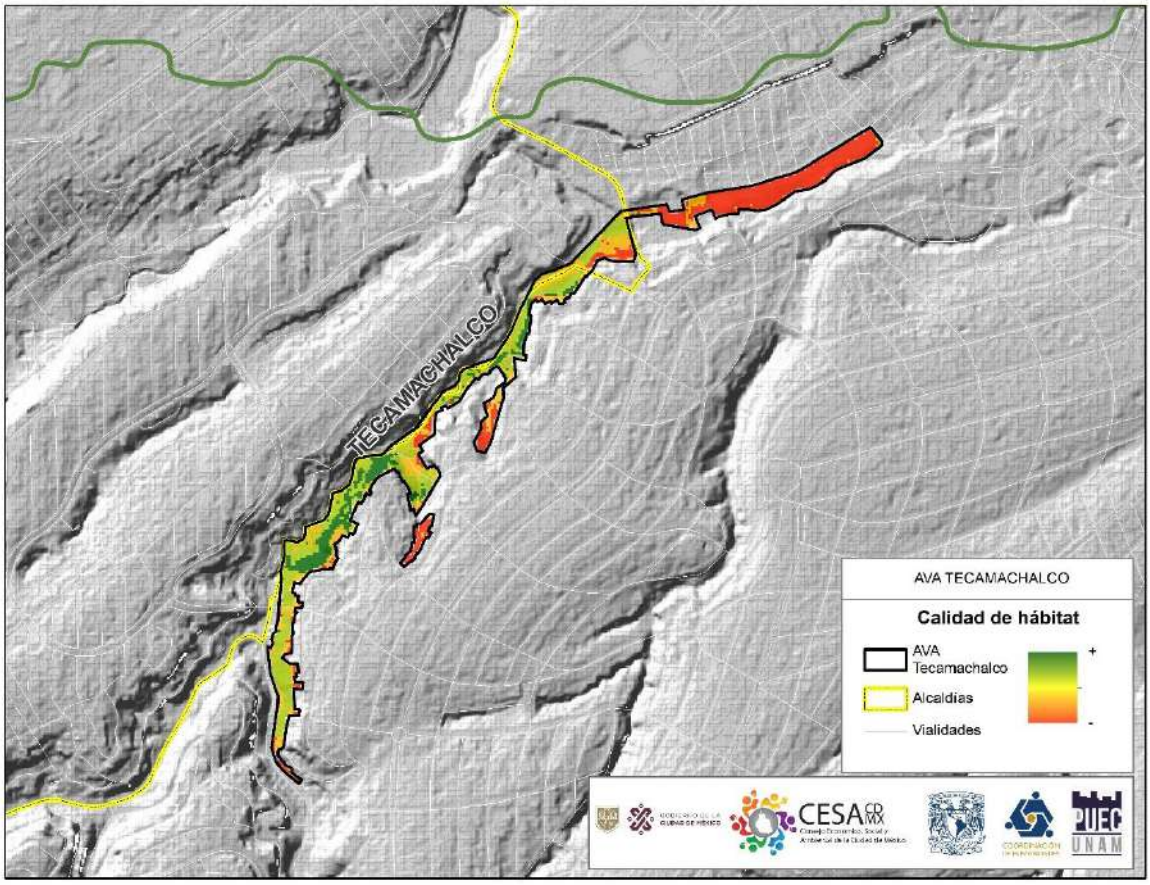
Fuente: Elaboración propia

Mapa 43. Calidad de hábitat AVA Magdalena Eslava



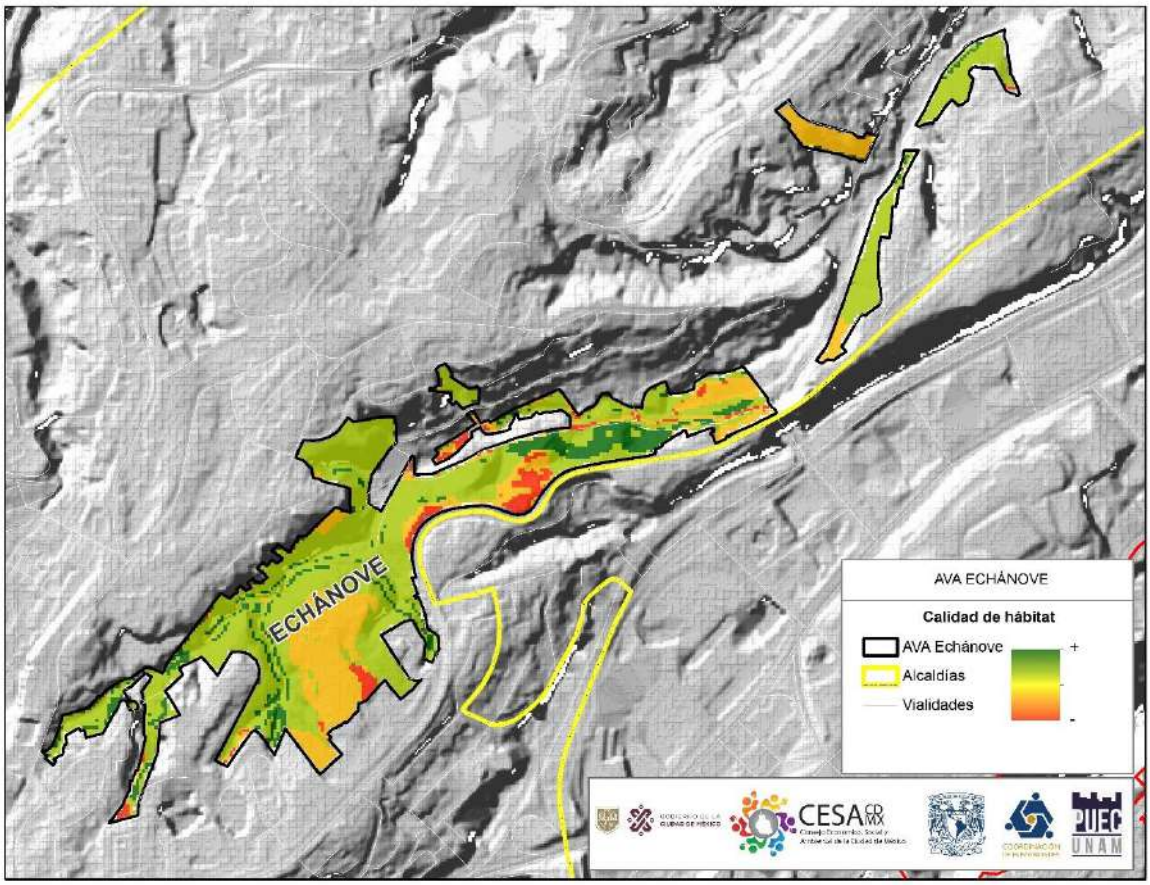
Fuente: Elaboración propia

Mapa 44. Calidad de hábitat AVA Tecamachalco



Fuente: Elaboración propia

Mapa 45. Calidad de hábitat AVA Echánove



Fuente: Elaboración propia

Los resultados para el modelo arrojan una conclusión común: la calidad de hábitat está severamente afectada y la mejor calidad de hábitat se restringe a las áreas menos accesibles. Se identifica que la cercanía a los cauces provoca un efecto inverso al que se esperaba sobre el hábitat, la contaminación por descargas de aguas residuales propicia la presencia de vegetación por efecto de la humedad, pero fue el agente causal de la desaparición de la vegetación nativa (bosque de galería) que se ha sustituido por especies que son resistentes a los agentes contaminantes.

Sin embargo, aún hay áreas con calidad de hábitat moderado que pueden ofrecer servicios ecosistémicos para disfrute de la población, desde una perspectiva netamente natural, tal es el caso de espacios en las barrancas Tarango y Becerra Tepecuache, en donde se pudieron identificar sitios con calidad de hábitat moderada y con potencial de acceso para el desarrollo de proyectos de recreación pasiva como senderos o miradores.

Es importante mencionar que los resultados de este ejercicio de modelación derivan de los datos disponibles y de aquellos que se pudieron obtener en campo, mismos que pueden mejorarse e incluir nuevos datos o variables más específicos o actualizados. No obstante, el contar con un método para la identificación de la calidad de hábitat y con este insumo base, permite conocer las áreas con mejor calidad, así como las más afectadas, información que posibilita dar mejor dirección a aquellas acciones que se implementan en el AVA para mantener o mejorar dichas condiciones. En este sentido, este insumo se torna de gran utilidad para considerarse en futuras zonificaciones dentro de los programas de manejo y sobre todo como un indicador fácilmente aplicable para el seguimiento de las acciones implementadas.

II.3 Almacenamiento de carbono en las barrancas seleccionadas

Los ecosistemas regulan el clima de la tierra al agregar y eliminar gases de efecto invernadero (GEI) como el CO_2 de la atmósfera. Los bosques, las praderas, los pantanos de turba y otros ecosistemas terrestres almacenan colectivamente mucho

más carbono que la atmósfera (Lal, 2002). Al almacenar este carbono en la madera, otra biomasa y el suelo, los ecosistemas mantienen el CO_2 fuera de la atmósfera, donde contribuiría al cambio climático. Más allá de simplemente almacenar carbono, muchos sistemas también continúan acumulándolo en las plantas y el suelo a lo largo del tiempo, por lo que "secuestran" carbono adicional cada año. Perturbar estos sistemas con incendios, enfermedades o conversión de vegetación (p. ej., cambio de uso de suelo) puede liberar grandes cantidades de CO_2. Otros cambios de gestión, como la restauración forestal o prácticas agrícolas alternativas, pueden conducir al almacenamiento de grandes cantidades de CO_2. Por lo tanto, las formas en que gestionamos los ecosistemas terrestres son fundamentales para regular nuestro clima.

El secuestro y almacenamiento de carbono terrestre es quizás el más reconocido de todos los servicios ecosistémicos (Stern 2007, IPCC 2006, Canadell y Raupach 2008, Capoor y Ambrosi 2008, Hamilton et al. 2008, Pagiola 2008). El valor social de una tonelada de carbono secuestrada es igual al daño social evitado al no liberar la tonelada de carbono a la atmósfera (Tol 2005, Stern 2007). Los cálculos del costo social son complicados y controvertidos (Weitzman, 2007 y Nordhaus, 2007b), pero han dado como resultado estimaciones de valor que oscilan entre 9.55 y 84.55 dólares por tonelada métrica de CO_2 liberada a la atmósfera (Nordhaus, 2007a y Stern, 2007, respectivamente).

La gestión de paisajes para el almacenamiento y secuestro de carbono requiere información sobre cuánto y dónde se almacena carbono, cuánto carbono se secuestra o se pierde con el tiempo y cómo los cambios en el uso de la tierra afectan la cantidad de carbono almacenado y secuestrado con el tiempo. Dado que los administradores de la tierra deben elegir entre sitios para la protección, la cosecha o el desarrollo, los mapas de almacenamiento y secuestro de carbono son ideales para respaldar las decisiones que influyen en estos servicios ecosistémicos.

Dichos mapas pueden respaldar una variedad de decisiones de gobiernos, ONG y empresas. Por ejemplo, los gobiernos pueden usarlos para identificar oportunidades para obtener créditos por emisiones reducidas (de carbono) de la deforestación y la degradación (REDD). Saber qué partes de un paisaje almacenan la mayor cantidad

de carbono ayudaría a los gobiernos a orientar de manera eficiente los incentivos a los propietarios de tierras a cambio de la conservación de los bosques.

El almacenamiento de carbono en una parcela de tierra depende en gran medida del tamaño de cuatro depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, suelo y materia orgánica muerta.

Para el cálculo de este servicio ecosistémico en el área de estudio, se utilizó el módulo *Carbon Storage and Sequestration,* del software InVEST. Dicho módulo agrega la cantidad de carbono almacenado en estos depósitos de acuerdo con los mapas de uso del suelo y las clasificaciones proporcionadas por el usuario. La biomasa aérea comprende todo el material vegetal vivo sobre el suelo (p. ej., corteza, troncos, ramas, hojas). La biomasa subterránea abarca los sistemas de raíces vivas de la biomasa aérea. La materia orgánica del suelo es el componente orgánico del suelo y representa la reserva de carbono terrestre más grande. La materia orgánica muerta incluye la hojarasca, así como la madera muerta tumbada y en pie.

Utilizando mapas de usos de suelo y vegetación y la cantidad de carbono almacenado en depósitos de carbono, este modelo estima la cantidad neta de carbono en un territorio determinado.

Los datos de entrada utilizados en el modelo son los siguientes:

- Uso de suelo y vegetación. Es el insumo geográfico del modelo, se utilizó la capa de USV generada para cada una de las seis barrancas estudiadas, agregando un identificador numérico para cada categoría.
- Tabla de almacenamiento de carbono. Es una tabla que proporciona datos del almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo. Los valores para los parámetros de carbono en biomasa y materia orgánica del suelo fueron obtenidos a partir de lo propuesto por Ordoñez (2004) y Paz et al, (2016) mientras que, dado que no se cuenta con datos de materia orgánica muerta, se optó por omitir dicho parámetro. De tal modo, la tabla queda de la siguiente manera:

Cuadro 43. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo y vegetación

Categoría	Carbono en biomasa (ton/ha) [A]	Carbono en suelo (ton/ha) [B]
Área verde urbana	42	40
Bosque de encino	105	51
Bosque de encino con vegetación secundaria	35	50
Bosque de ribera	223	49
Pastizal inducido	16	48
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	49	52
Zona urbanizada	10	40

A= a partir de Ordoñez (2004)
B= a partir de Paz et al. (2016)

Fuente: Elaboración propia

Una vez ingresados los datos de entrada se obtiene una capa de tipo ráster que indica la cantidad neta de carbono almacenado en cada barranca. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las barrancas estudiadas.

AVA Becerra Tarango

Para el caso de esta barranca, los valores más altos para este servicio ecosistémico se encuentran en las zonas cubiertas bosque de ribera, alcanzando niveles de 272 ton/ha, por lo que esta categoría almacena 2,862.3 toneladas de carbono en el área de estudio. Asimismo, , dado que la vegetación secundaria arbustiva y herbácea es la categoría con mayor superficie, a pesar de tener niveles de almacenamiento medios, de 101 ton/ha, es la categoría que mayor almacenamiento de carbono aporta en el área, con un total de 10,049.1 toneladas.

El bosque de encino tiene un valor de 156 ton/ha de almacenamiento de carbono y una superficie de 34.3 *ha*, por lo que almacena un total de 5,343.4 toneladas de carbono; mientras que el bosque de encino con vegetación secundaria almacena un total de 6,622 toneladas en el área de estudio.

Por otra parte, el bosque de ribera con vegetación secundaria tiene un valor de almacenamiento de carbono de 123 ton/ha, por lo que almacena un total de 349.9 toneladas en el área de estudio.

Las áreas verdes urbanas, tienen niveles medios de almacenamiento por *ha* de 82 ton/ha, por lo que logran almacenar un total de 1,508.7 toneladas en 18.4 *ha* de

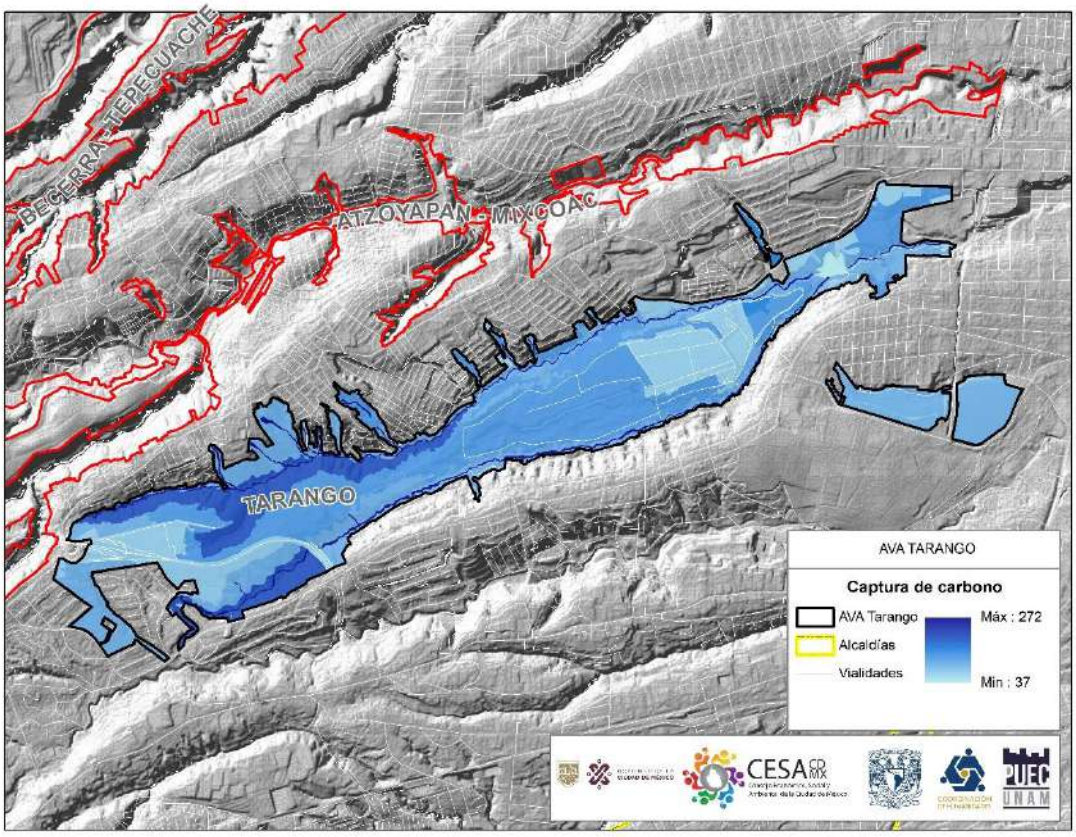
superficie; la categoría de panteones tiene uno de los niveles más bajos de almacenamiento, y al mismo tiempo la menor representatividad en superficie en el área de estudio, por lo que, es la categoría con menor aporte del servicio ecosistémico, con un total de 23.8 toneladas de carbono almacenado; las zonas urbanizadas tienen un valor de 50 ton/ha de almacenamiento, por lo que en total almacenan 2,228.1 toneladas en el área de estudio. Finalmente, la categoría con el nivel más bajo de almacenamiento de carbono es la de cuerpos de agua, con 37 ton/ha, por lo que en 1.9 *ha* de superficie, almacena un total de 72 toneladas de carbono.

Cuadro 44. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Tarango

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Área verde urbana	82	18.4	1,508.7
Bosque de encino	156	34.3	5,343.4
Bosque de encino con vegetación secundaria	85	77.9	6,622.0
Bosque de ribera	272	10.5	2,862.3
Bosque de ribera con vegetación secundaria	123	2.8	349.9
Cuerpo de agua	37	1.9	72.0
Panteón	55	0.4	23.8
Pastizal inducido	64	10.0	642.5
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	101	99.5	10,049.1
Zona urbanizada	50	44.6	2,228.1
Total		**241.8**	**29,097.2**

Fuente: Elaboración propia

Mapa 46. Almacenamiento de carbono en el AVA Tarango



Fuente: Elaboración propia

AVA Becerra Tepecuache

Como se puede observar los valores más altos para este servicio ecosistémico se encuentran en las zonas cubiertas bosque de ribera, alcanzando niveles de 272 toneladas por *ha*, por lo que esta categoría almacena 3,890.6 toneladas de carbono en el área de estudio. Asimismo, dado que el bosque de encino con vegetación secundaria es la categoría con mayor superficie, a pesar de tener niveles de almacenamiento medios, de 85 ton/ha, es la categoría que mayor almacenamiento de carbono aporta en el área, con un total de 5,610.3 toneladas.

El bosque de encino tiene un valor de 156 ton/ha de almacenamiento de carbono y una superficie de 24.5 *ha*, por lo que almacena un total de 3,829.7 toneladas de carbono. Por otra parte, la vegetación secundaria arbustiva y herbácea tiene un nivel de almacenamiento de carbono de 101ton/ha, por lo que almacena un total de 3,466.1 toneladas en el área de estudio.

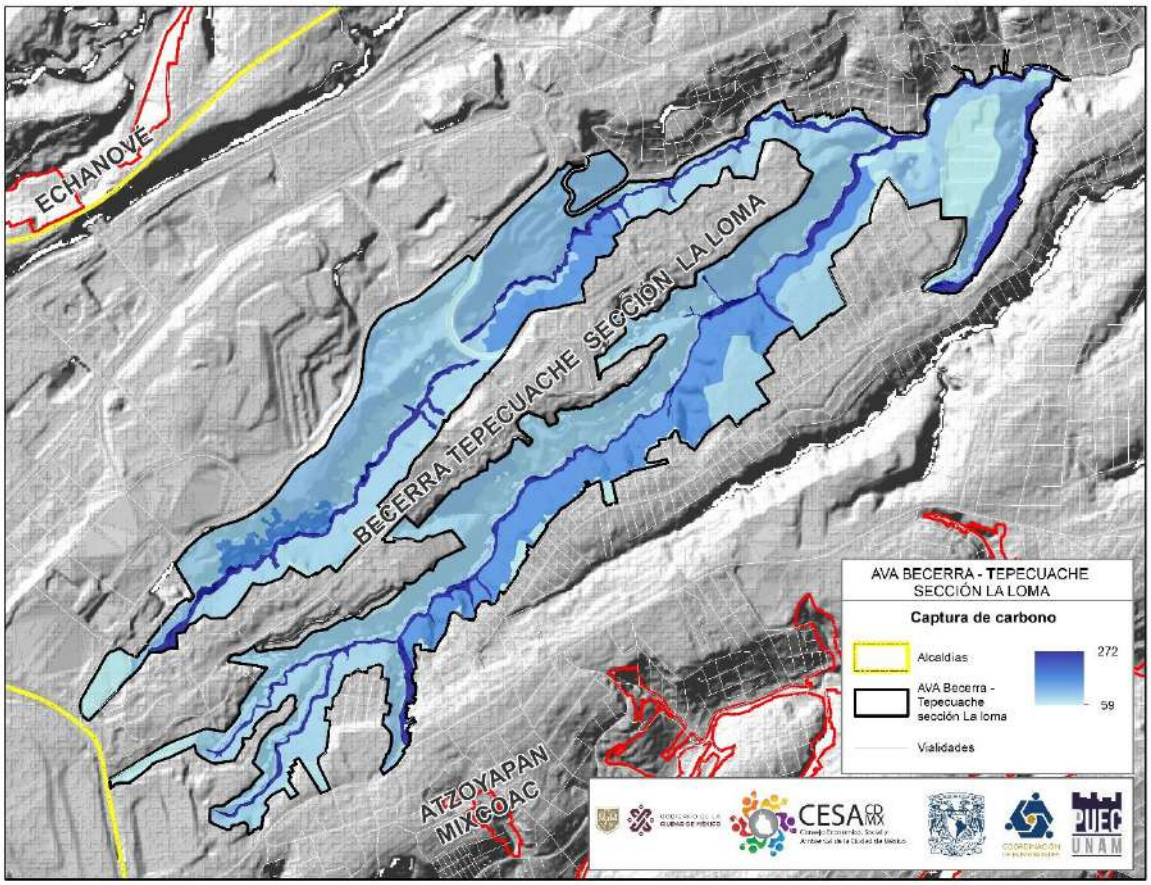
Las áreas verdes urbanas, tienen niveles medios de almacenamiento por *ha*, de 82 ton/ha, por lo que logran almacenar un total de 455.9 toneladas en 5.6 ha de superficie; el pastizal inducido tiene uno de los niveles más bajos de almacenamiento, y al mismo tiempo la menor representatividad en superficie en el área de estudio, por lo que, es la categoría con menor aporte del servicio ecosistémico, con un total de 33.7 toneladas de carbono almacenado. Finalmente, la categoría con el nivel más bajo de almacenamiento de carbono es la zona urbanizada, con 50 ton/ha, por lo que en 15.5 *ha* de superficie, almacena un total de 776.6 toneladas de carbono.

Cuadro 45. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Becerra Tepecuache

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Área verde urbana	89	5.6	455.9
Bosque de encino	156	24.5	3829.7
Bosque de encino con vegetación secundaria	85	66.0	5610.3
Bosque de ribera	272	14.3	3890.6
Pastizal inducido	64	0.5	33.7
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	101	34.3	3466.1
Zona urbanizada	50	15.5	776.6
Total		**160.8**	**18,067.6**

Fuente: Elaboración propia

Mapa 47. Almacenamiento de carbono en el AVA Becerra Tepecuache



Fuente: Elaboración propia.

AVA Mixcoac-Atzoyapan

En este caso los valores más altos se encuentran en las zonas cubiertas bosque de ribera, alcanzando niveles de 272 ton/ha, por lo que esta categoría almacena 8,428.9 ton/ha por lo que es la categoría que mayor almacenamiento de carbono aporta en el área. Por otra parte, el bosque de ribera con vegetación secundaria tiene un valor de almacenamiento de carbono de 123 ton/ha, por lo que almacena un total de 57.9 toneladas en el área de estudio.

El bosque de encino tiene un valor de 156 ton/ha de almacenamiento de carbono y una superficie de 45.2 *ha*, por lo que almacena un total de 7,051.7 toneladas de carbono; mientras que el bosque de encino con vegetación secundaria almacena un total de 7,338.6 toneladas en el área de estudio. El bosque mixto de pino-encino

con vegetación secundaria tiene un valor de 99 ton/ha de almacenamiento de carbono y una superficie de 7.4 *ha*, por lo que en total almacena 731.8 toneladas de carbono.

Por otra parte, la vegetación secundaria arbustiva y arbórea almacena 121 toneladas por *ha*, por lo que aporta un total de 1,896.8 toneladas almacenadas de carbono; por su parte, la vegetación secundaria arbustiva y herbácea, almacena 101 ton/ha, dando un total de 1,627.8 toneladas de carbono.

En el área de estudio existen 1.5 *ha* de áreas agrícolas, que en total almacenan 81.6 toneladas de carbono; por su parte, las áreas verdes urbanas, tienen niveles medios de almacenamiento por *ha*, de 82 ton/ha, por lo que logran almacenar un total de 9.4 toneladas en 0.1 *ha* de superficie; el pastizal inducido tiene un nivel medio de almacenamiento, y al contar con 4.5 *ha* de superficie, su aporte es de 285.4 toneladas de carbono almacenado; la categoría de panteones tiene uno de los niveles más bajos de almacenamiento, y al mismo tiempo la menor representatividad en superficie en el área de estudio, por lo que, con excepción del suelo desprovisto de vegetación, con valores nulos, es la categoría con menor aporte del servicio ecosistémico, con un total de 7.9 toneladas de carbono almacenado. Finalmente, la categoría con el nivel más bajo de almacenamiento de carbono es la de cuerpos de agua, con 37 ton/ha, por lo que en 1.5 *ha* de superficie, almacena un total de 55.2 toneladas de carbono.

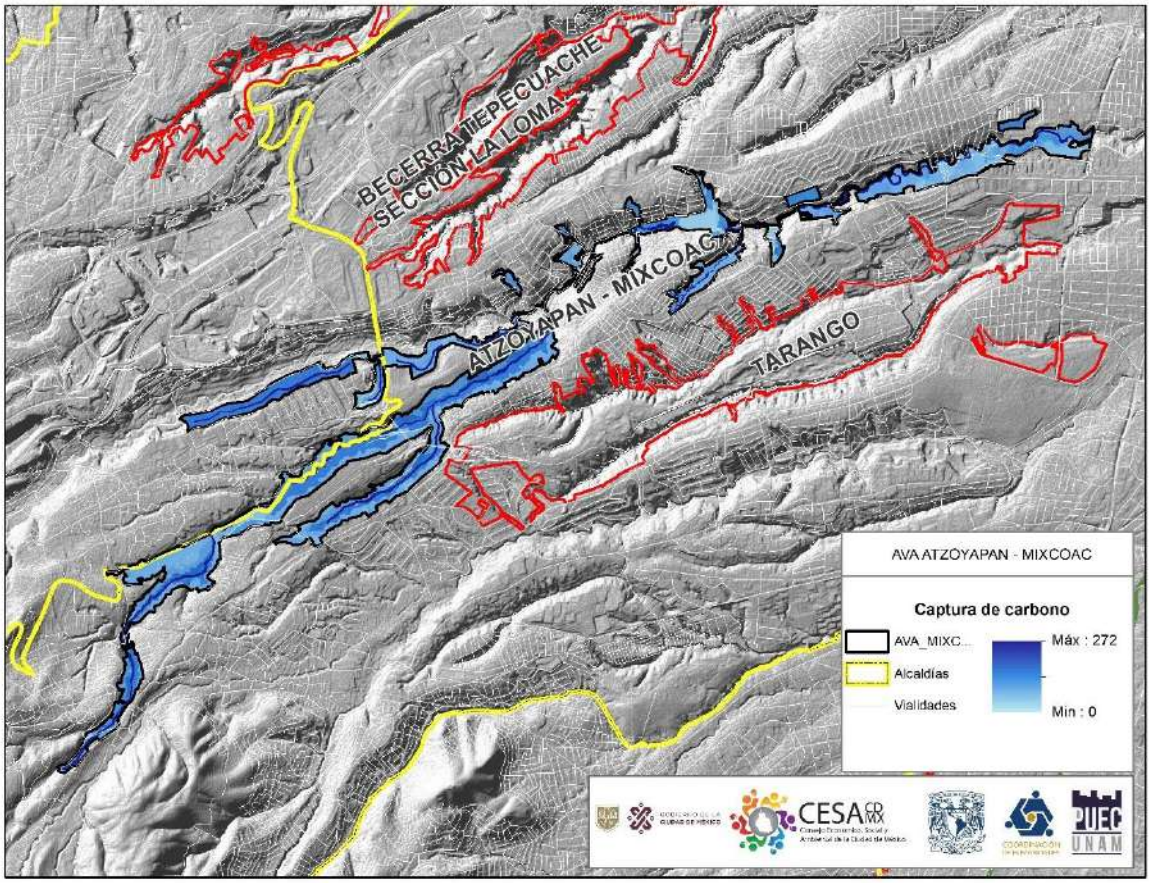
Cuadro 46. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Mixcoac-Atzoyapan

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Agricultura	55	1.5	81.6
Área verde urbana	82	0.1	9.4
Bosque de encino	156	45.2	7,051.7
Bosque de encino con vegetación secundaria	85	86.3	7,338.6
Bosque de ribera	272	31.0	8,438.9
Bosque de ribera con vegetación secundaria	123	0.5	57.9
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-	99	7.4	731.8

pino) con vegetación secundaria			
Cuerpo de agua	37	4.3	158.5
Categoría	**Almacenamiento de carbono (ton/ha)**	**Superficie (ha)**	**Almacenamiento total (ton)**
Desprovisto de vegetación	0	0.6	0.0
Panteón	55	0.1	7.9
Pastizal inducido	64	4.5	285.4
Vegetación secundaria arbórea y arbustiva	121	15.7	1,896.8
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	101	16.1	1,627.8
Zona urbanizada	50	28.5	1,426.7
Total		**241.8**	**29,113.0**

Fuente: Elaboración propia

Mapa 48. Almacenamiento de carbono en el AVA Mixcoac-Atzoyapan



Fuente: Elaboración propia

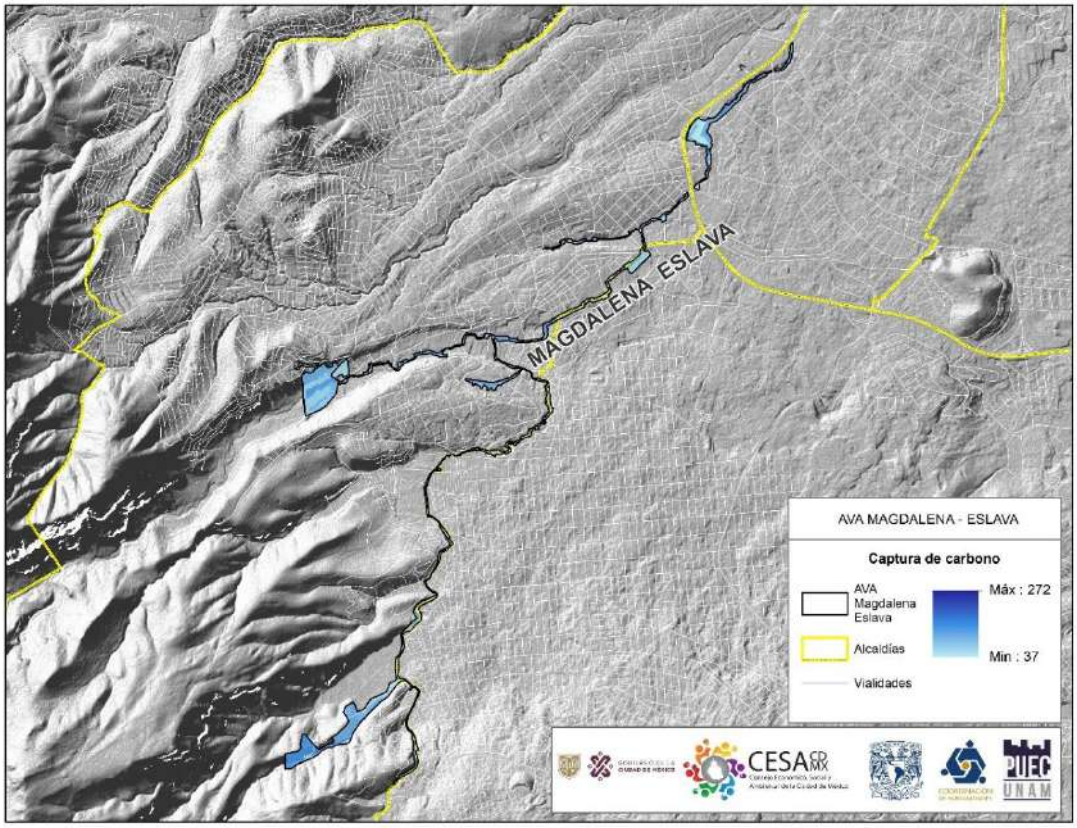
AVA Magdalena Eslava

Como se puede observar los valores más altos para este servicio ecosistémico se encuentran en las zonas cubiertas bosque de ribera con vegetación secundaria, alcanzando niveles de 123 ton/ha, por lo que esta categoría almacena 1,944.7 toneladas de carbono en el área de estudio.

El bosque de pino con vegetación secundaria tiene un valor de 101 ton/ha de almacenamiento de carbono y una superficie de 4.5 *ha*, por lo que almacena un total de 453.5 toneladas de carbono. Por otra parte, el bosque mixto de pino -encino con vegetación secundaria tiene un nivel de almacenamiento de carbono de 99 ton/ha, por lo que almacena un total de 906.4 toneladas en el área de estudio.

El pastizal inducido tiene uno de los niveles más bajos de almacenamiento, y al mismo tiempo es una de las categorías con la menor representatividad en superficie en el área de estudio, con un total de 284.6 toneladas de carbono almacenado. Finalmente, la categoría con el nivel más bajo de almacenamiento de carbono es la agricultura, con 55 ton/ha, por lo que en 0.3 *ha* de superficie, almacena un total de 13.9 toneladas de carbono.

Mapa 49. Almacenamiento de carbono en el AVA Magdalena-Eslava



Fuente: Elaboración propia.2022.

Cuadro 47. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Magdalena Eslava

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Agricultura	55	0.3	13.9
Área verde urbana	82	0.2	17.9
Bosque de encino	156	0.2	24.5
Bosque de encino con vegetación secundaria	85	3.4	290.6
Bosque de pino con vegetación secundaria	134	3.7	489.6
Bosque de ribera	272	0.1	27.0
Bosque de ribera con vegetación secundaria	123	15.8	1,944.7
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	99	9.2	906.4
Cuerpo de agua	37	1.5	55.2
Pastizal inducido	64	4.4	284.6

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	101	4.5	453.5
Zona urbanizada	50	12.4	619.1
Total		**55.6**	**5,126.9**

Fuente: Elaboración propia.

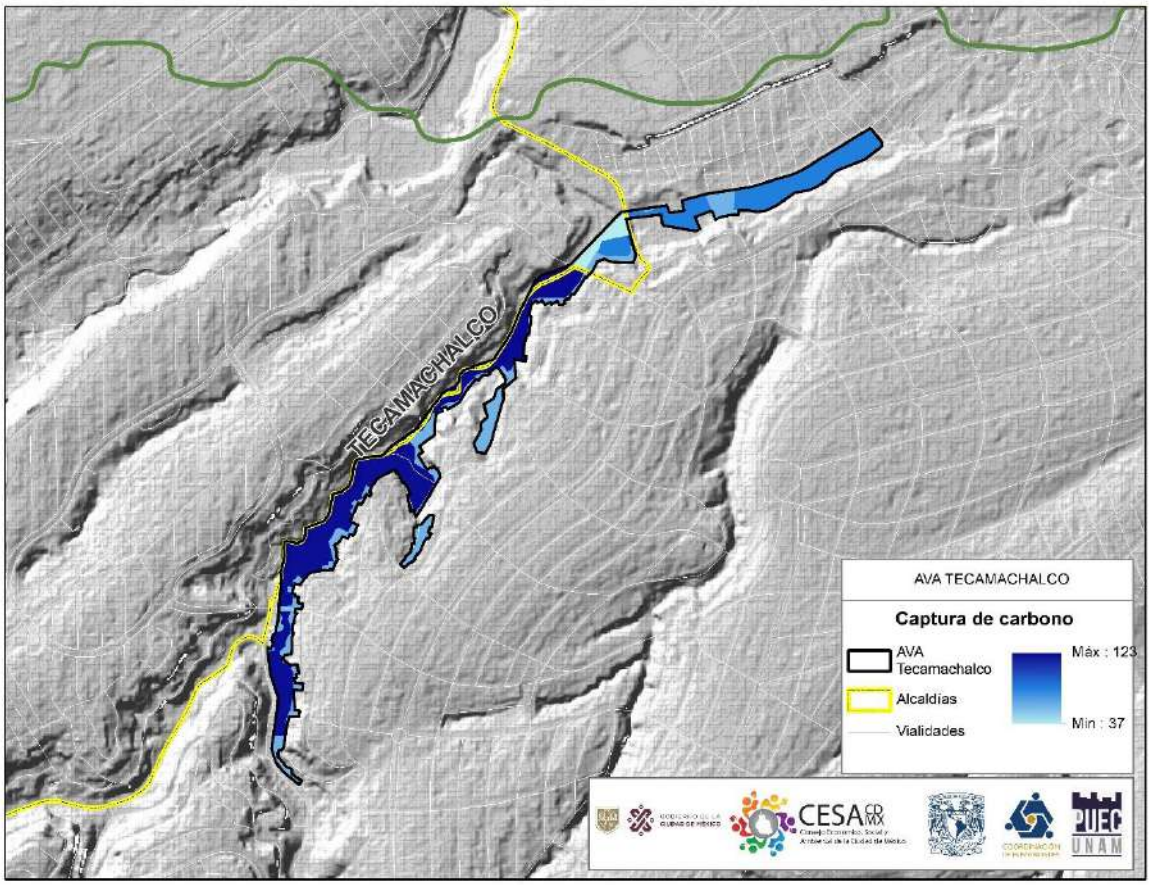
AVA Tecamachalco

Los valores más altos de almacenamiento de carbono se encuentran en las zonas cubiertas por bosque de ribera con vegetación secundaria, alcanzando niveles de 123 toneladas por *ha*, por lo que esta categoría almacena 529.7 toneladas de carbono en el área de estudio. Asimismo, , dado que la vegetación secundaria arbórea y arbustiva es la categoría con mayor superficie, y que tiene niveles de almacenamiento altos, de 121 ton/ha, es la categoría que mayor almacenamiento de carbono aporta en el área, con un total de 737 toneladas.

Por otra parte, la vegetación secundaria arbustiva y herbácea tiene un nivel de almacenamiento de carbono de 101 ton/ha, por lo que almacena un total de 2.9 toneladas en el área de estudio.

Las áreas verdes urbanas, tienen niveles medios de almacenamiento por *ha*, de 82 ton/ha, por lo que logran almacenar un total de 406.9 toneladas en 5 *ha* de superficie; las zonas urbanizadas tienen un valor de 50 ton/ha de almacenamiento, por lo que en total almacenan 280.3 toneladas en el área de estudio. Finalmente, la categoría con el nivel más bajo de almacenamiento de carbono es la de cuerpos de agua, con 37 ton/ha, por lo que en 0.8 *ha* de superficie, almacena un total de 31 toneladas de carbono.

Mapa 50. Almacenamiento de carbono en el AVA Tecamachalco



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 48*. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo AVA Tecamachalco*

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Área verde urbana	82	5.0	406.9
Bosque de ribera con vegetación secundaria	123	4.3	529.7
Cuerpo de agua	37	0.8	31.0
Vegetación secundaria arbórea y arbustiva	121	6.1	737.0
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	101	0.02	2.9
Zona urbanizada	50	5.6	280.3
Total		**21.8**	**1987.8**

Fuente: Elaboración propia

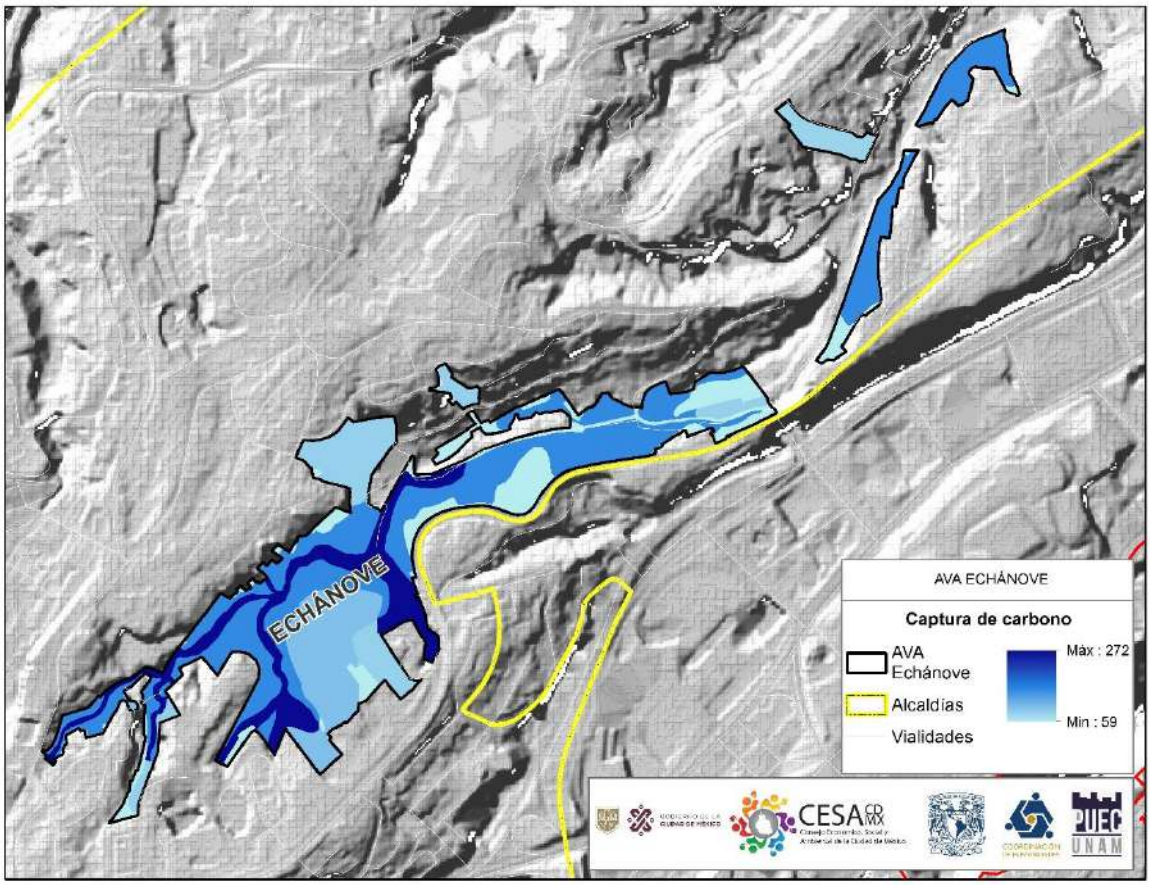
AVA Echánove

En esta área de estudio se almacena un total de 7,194.3 toneladas de carbono; los valores más altos para este servicio ecosistémico se encuentran en las zonas cubiertas bosque de ribera, alcanzando niveles de 272 ton/ha, por lo que esta categoría almacena 2,054.16 toneladas de carbono en el área de estudio. Dado que el bosque de encino es la categoría con mayor superficie y que tiene un nivel alto de almacenamiento, de 156 ton/ha, es la categoría que mayor almacenamiento de carbono aporta en el área, con un total de 3,482.6 toneladas.

El bosque de encino con vegetación secundaria tiene un valor de 85 ton/ha de almacenamiento de carbono y una superficie de 6.1 *ha*, por lo que almacena un total de 521.5 toneladas de carbono. Por otra parte, la vegetación secundaria arbustiva y herbácea tiene un nivel de almacenamiento de carbono de 101 ton/ha, por lo que almacena un total de 630.8 toneladas en el área de estudio.

Las áreas verdes urbanas, tienen niveles medios de almacenamiento por *ha*, de 82 ton/ha, por lo que logran almacenar un total de 122.2 toneladas en 1.5 *ha* de superficie. Finalmente, la categoría con el nivel más bajo de almacenamiento de carbono es la zona urbanizada, con 50 ton/ha, por lo que en 7.7 *ha* de superficie, almacena un total de 383.2 toneladas de carbono.

Mapa 51. Almacenamiento de carbono en el AVA Echánove



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 49. Almacenamiento de carbono por categoría de uso de suelo en el AVA Echánove

Categoría	Almacenamiento de carbono (ton/ha)	Superficie (ha)	Almacenamiento total (ton)
Área verde urbana	82	1.5	122.2
Bosque de encino	156	22.3	3,482.6
Bosque de encino con vegetación secundaria	85	6.1	521.5
Bosque de ribera	272	7.6	2,054.1
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	101	6.2	630.8
Zona urbanizada	50	7.7	383.2
Total		**51.4**	**7,194.3**

Fuente: Elaboración propia

II.4 Valoración de la calidad de paisaje para fomentar la recreación pasiva y activa, así como las actividades al aire libre

La calidad visual del paisaje se realizó a partir de la aportación propuesta en Muñoz-Pedreros (2004) de los métodos aplicados por USDA Forest Service (1974) y Bureau of land Management de Estados Unidos (1980), que definen calidad visual como un método indirecto que determina el valor intrínseco de un área desde el punto de vista estético y ecológico, separando y analizando de forma independiente los factores que conforman el paisaje (Bióticos, Abióticos, Estéticos, Humanos), planteándose factores de análisis como: morfología o topografía, fauna, vegetación, formas de agua, acción antrópica, fondo escénico, variabilidad cromática y singularidad o rareza. El cuadro siguiente muestra el formato para la valoración del paisaje, el cual considera tres niveles de calidad visual para calificar los factores del paisaje.

Cuadro 50. Factores para la valoración de la calidad visual del paisaje

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
Sitio: _____ Coordenadas: X_____ Y _____ Altitud: _____ Pendiente: ____				
Fecha:_____ Estado: _____ Municipio:_____ Localidad: _____				
Elemento valorado	**Calidad visual alta**	**Calidad visual media**	**Calidad visual baja**	**Observaciones**
Morfología o topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	

Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	Ausencia de cuerpos de agua.	
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	

Fuente: Elaboración propia

Mediante este formato y estando en sitio, se realiza el llenado para cada uno de los 8 elementos evaluados. Es importante mencionar que, si bien se trata de una valoración subjetiva, se requiere del entendimiento de los factores que conforman el paisaje y del objetivo del proyecto y es recomendable que las personas que participen en la valoración tengan conocimiento del área o áreas a ser valoradas.

De igual manera, es recomendable que se establezcan las diferencias de opinión para cada factor al momento de la valoración, misma que debe efectuarse in situ.

Como complemento a la valoración del paisaje se propusieron dos salidas de campo para observar aves, como una de las actividades centrales que se considera pueden estar vinculadas al paisaje y a los potenciales proyectos de ecoturismo como el senderismo.

La evaluación de la calidad visual del paisaje se efectuó de manera conjunta con el personal de la DGSANPAVA, con el objetivo de determinar la condición general del paisaje y su potencial para albergar proyectos de tipo ecoturístico desde la perspectiva conjunta del grupo, así como la capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos, tales como el mantenimiento de la biodiversidad de flora y fauna, control de la erosión y capacidad de infiltración, calidad de hábitat entre otros.

Cuadro 51. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 22 de junio de 2022, AVA Tarango

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o Topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	**Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.**	6 Media 1 baja (opinión basada en información tomada del CEM)
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	7 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual**.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	7 Consenso (pero con presencia de áreas con erosión en laderas medias.
Formas de Agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	**Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual**	Ausencia de cuerpos de agua.	7 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	7 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	6 media 1 bajo (por la cantidad de residuos)
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	7 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	7 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Cuadro 52. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 22 de junio de 2022, AVA Tarango

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	9 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	9 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual**.	**Vegetación con un** cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	6 Media III Baja (Observación de especies exóticas)
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	Ausencia de cuerpos de agua.	
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	9 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	9 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Variabilidad cromática	**Combinaciones de color intensas y variadas. contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua**.	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	7 media 2 Alta En temporada de floración
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	7 media II alta en comparación con sitio 1 y no se ve en la otra barranca.

Fuente: Levantamiento de campo 2022

La condición que presentan los dos puntos verificados permite establecer que en ambos casos **hay potencial para actividades ecoturísticas de senderismo y de avistamiento de aves**, no obstante, existen limitaciones de carácter legal para el desarrollo de infraestructura, conforme al personal de acompañamiento. En caso de poderse desarrollar proyectos como los mencionados es necesario establecer reglas para el uso de los distintos tipos de actividad ya que de no hacerlo se corre el riesgo de impactar negativamente al ambiente, además de regular el uso de ciertas actividades, como por ejemplo el uso de los senderos aledaños a la laguna “La Chocolata” por ciclistas y paseo de perros a fin de no ahuyentar la fauna, situación que está sucediendo en la actualidad.

Cuadro 53. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 23 de junio de 2022, AVA Tarango

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	8 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	8 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	8Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	**Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual**	Ausencia de cuerpos de agua.	8 Consenso (Solo en la época de lluvia)
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.	**Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.**	8 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	7 media 1 bajo (por la cantidad de residuos)

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	8 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	8 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Cuadro 54. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 23 de junio de 2022, AVA Tarango

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	8 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	8 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	**Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.**	7 Baja 1 Media Porque en tiempo de lluvias se llena de flores
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	8 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	8 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	8 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	8 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

En el punto 1, se emplaza en lo que fue un basurero y fue rescatado por personas de las colonias que lo rodean (La Milagrosa, El Ruedo y Tlacuitalpa) como una opción para la práctica del futbol y actividades recreativas de los niños ante la escasa oferta de este tipo de áreas, cabe mencionar que, por la topografía accidentada de la zona, se presentan riesgos de deslaves o remoción de masa. Es un espacio reducido que puede mejorarse con equipamiento, acceso y constituye una opción para la población de bajos recursos. En este lugar se observó un número importante de descargas de aguas residuales hacia el cauce de la barranca. El Punto de verificación 2 se realizó hacia la parte opuesta por arriba de la ladera de la barranca en la parte con pendiente baja, donde el agua se encuentra muy contaminada y con olores fétidos propiciados por las descargas de las aguas residuales. (Ver Imagen 4). Camino a este punto y atravesando el cauce las condiciones naturales para la observación de aves son buenas pues el bosque de encino asociado a la ladera del cauce está en buen estado, sin embargo, no hay suficientes condiciones de seguridad. En el punto de evaluación **hay potencial para el desarrollo de actividades de senderismo y paseo en bicicleta de montaña** pues forma parte de la meseta central de la barranca tal como se muestra en las fotografías y es parte del continuo que actualmente utilizan algunas personas, no obstante, se da una condición de potencial inseguridad a causa de los perros que pasean sueltos por la zona.

Cuadro 55. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 24 de junio del 2022, AVA Tarango

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	8 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	8 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	8 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	8 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje**.**	8 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	8 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	**Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.**	8 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	8 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo

Cuadro 56. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 24 de junio de 2022, AVA Tarango

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.**	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	6 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos**.	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Consenso
Vegetación	**Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.**	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	5 Alta 2 media (por la presencia de especies exóticas)
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	**Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual**	Ausencia de cuerpos de agua.	6 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	6 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	6 Consenso (No obstante, existe un punto de casas habitación en donde se demerita la calidad estética)

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	proyecciones visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	6 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

En el Punto 1 se pudo observar la gran cantidad de basura y residuos sólidos que caen a la presa y a su cauce, lo cual demerita su calidad ambiental y paisajística y por ende la calidad de hábitat y de propuesta de visualización, aunque en la parte plana es posible incrementar la oferta de actividades de recreación que coadyuven a la apropiación del sitio y disminuyan las actividades como el tiro de basura y escombro, en tanto en el segundo punto se observó que los posibles accesos y veredas en las zonas terraceadas también se han convertido en depósitos de basura de los lugareños, ya que se observaron basureros clandestinos cercanos a un área de canchas deportivas. **Con mayor vigilancia es posible que se puedan establecer senderos para caminar y observar aves**, teniendo el cuidado de no pasear mascotas en estos senderos a fin de no ahuyentar a las especies de fauna.

Cuadro 57. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 29 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache-Sección La Loma

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	**Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.**	6 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Consenso (Se observó un halcón)
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	6 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	6 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual**.**	**Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje**.	6 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	6 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	proyecciones visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	**Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.**	6 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Cuadro 58. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 29 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.**	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	6 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Vegetación	**Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.**	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual**.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	6 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	6 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	6 Consenso
Fondo escénico	**El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.**	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	6 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	6 Consenso
Singularidad o rareza.	**Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.**	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Cuadro 59. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 29 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.**	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	6 Consenso (Sin embargo, la zona de observación es de una meseta)
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	6 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	6 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual**.**	**Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje**.	6 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	6 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	proyecciones visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	6 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

El Punto 1 del día 29 de junio se realizó en la parte centro-este de la zona de Tepecuache, cerca de lo que se conoce como el “vivero”, que es un área ajardinada que pertenece a la SEDEMA y se encarga de producir plantas adecuadas para reforestar esa parte de la barranca. En este punto también se pudo observar que hay buenos accesos y algunos senderos, así como terrazas que permiten el buen paso peatonal y el avistamiento de aves. Sin embargo, en la parte baja del punto, es decir, cercano al cauce de la barranca se observó que el sistema de drenaje que corre por dentro se encuentra muy deteriorado y ya no cumple la función para el que fue hecho, por lo que las aguas negras derivadas de los desarrollos inmobiliarios que se encuentra en la parte superior de la barranca (al sur y sureste) vierten sus aguas directamente a dicho cauce tal como se mostró en la Imagen 8. En este punto es posible acceder también por la parte baja que limita con la calle Cilantro en donde se observó un tiradero de basura y a decir del personal de la DGSANPAVA es un punto que requiere de mayor vigilancia o limitar el acceso mediante alguna barrera física para evitar este problema, así como el paso de personas que ingresan a esta zona a drogarse.

Los datos del Punto 2 se levantaron hacia la parte centro-norte, llevando a cabo el proceso de evaluación antes mencionado y sus respectivos vuelos con el dron. En este punto se pudo observar que existen -al igual que el punto anterior- descargas de aguas residuales y algunos sitios con basura y escombros, situación que es favorecida por el acceso que se tiene a través de un camino al que se ingresa por la vialidad de Javier Barros Sierra y que es usado también por paseantes de perros. Este punto al igual que el punto anterior se considera con **potencial para la observación de aves ya que se observó una buena cantidad de nidos**.

Asimismo, el Punto 3 se levantó al oeste de la barranca, lugar donde se observó un cauce más limpio y con terrazas mejor organizadas y más limpias hacia el final de la barranca en donde las colonias de nivel social alto se han apropiado de esta zona para generar áreas ajardinadas que se encuentran cercadas a pesar de estar en zona federal. No obstante, lo anterior se pudo constatar que algunos desarrollos inmobiliarios vierten una cantidad importante de aguas residuales a la barranca y en algún tiempo la meseta en donde se tomó la información fue sitio de disposición de cascajo y escombros, el cual ha sido cubierto en gran medida por pasto y herbáceas. En este punto se observó tiraderos de basura en la parte alta de la ladera de la barranca tal como se mostró en la Imagen 10.

El área en donde se levantó la información se considera que **se puede rehabilitar para ser utilizada como jardín urbano** que se comunique con el área del Punto 2 con sitios para observación de aves, aunque requerirá acciones de estabilización de laderas para evitar el riesgo de caída a la barranca pues las pendientes son muy pronunciadas en el límite de ésta.

Cuadro 60. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 30 de junio de 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.**	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	6 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Consenso
Vegetación	**Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.**	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	Alta (5) Ladera norte c/calidad visual Media (1)
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua**.	6 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	6 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	Media (5) Alta (1) por la interacción de los edificios c/la naturaleza

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	proyecciones visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	6 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Cuadro 61. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 30 de junio del 2022, AVA Becerra Tepecuache -Sección La Loma

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	5 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	5 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	5 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	5 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	5 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	5 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	5 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	5 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Los dos puntos de verificación ilustrados previamente corresponden a la vertiente sur de la barranca en la Sección de La Loma. El Punto1 se realizó cerca de la planta

de tratamiento de aguas residuales. Esta zona en particular se encuentra rodeada de colonias populares en su mayoría y se extienden hacia el norte y sur de la misma. Se observo que el acceso a este punto es complicado debido a las grandes pendientes que lo rodean, por lo que **no se encuentra en posibilidades de ser objetivo para proyectos de ecoturismo**, no obstante, hacia baja con orientación al Noroeste cuenta con equipamientos públicos para la práctica deportiva y juegos. También se observó el asentamiento humano irregular de relativa reciente creación que comentó el personal de la DGSANPAVA y que se localiza en condición de riesgo por inestabilidad de laderas. El Punto 2 se realizó en la parte de la barranca que colinda con el Parque Acuático Jalalpa 200 donde las posibilidades de establecer proyectos son complicadas debido a las pendientes, aunque a través de la malla de protección del Parque se observó que han abierto una parte de ésta y algunas personas acceden por esta parte a la barranca por senderos que **podrían adaptarse para hacer recorridos a pie y observación de aves**, siempre y cuando se contara con presencia de seguridad, ya que a decir del personal del Parque algunas de las personas que usan estos senderos acuden a drogarse.

Cuadro 62. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 1o de julio de2022, AVA Magdalena-Eslava

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	6 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
		animales domésticos.		
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	5 Media 1 Alta (Existe mezcla de especies nativa pero no local)
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	6 Consenso (Se escucha el río, pero no se alcanza a ver a simple vista)
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	6 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	6 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	6 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Como se mencionó, el día 1 de julio solo se levantó información de la condición ambiental, vegetación y calidad de paisaje en la zona del Primer Dinamo, en donde se pudo apreciar que existe un número importante de comercios que atienden a visitantes locales y foráneos con periodicidad, en su mayoría de fines de semana. Es un área muy impactada por lo que a menos que se trabaje de manera conjunta con quienes ostentan el permiso de usufructo de esta zona para mejorar las condiciones de la vegetación, lo senderos y la ordenación de las áreas de comida, paseo de caballos y demás servicios que se ofrecen, las posibilidades de aprovechar nuevos proyectos son limitadas. Respecto a el punto de la confluencia de los ríos Magdalena y Eslava, **no existen posibilidades de establecer nuevos proyectos acordes a las pretensiones del proyecto por lo reducido del espacio**. En este punto no fue posible tomar fotos con el dron por restricciones de empresas de seguridad. Respecto al punto de la Presa Anzaldo **tampoco se considera viable para proyectos, a menos de realizar costosas inversiones y el espacio disponible es reducido ya que el embalse ocupa la mayor parte de la superficie**, tal como se puede apreciar en las imágenes tomadas con el dron que se muestran a continuación.

Cuadro 63. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 2 de julio de 2022, AVA Magdalena-Eslava

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos**.	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	4 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de	4 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
		animales domésticos.	animales domésticos.	
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	4 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	4 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	4 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	4 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	4 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	4 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Cuadro 64. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 2 de julio 2022, AVA Magdalena-Eslava

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos**.	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	4 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	4 Consenso
Vegetación	**Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.**	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	4 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	4 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	4 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	4 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	**Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua**	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	4 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	4 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Para el punto número uno se observó un sistema de terraceo que da la opción de **visualizar un proyecto sobre ecoturismo-productivo**, ya que se pudo observar un rancho productivo denominado “Rancho Chichicaspa” que está organizado en producción agrícola y ganadera y es manejado por la población ejidal. Además de que desde la ladera norte (sur del rancho) se pudo observar la posibilidad de establecer un **mirador con el objetivo de observar aves**. Desde este punto y hacia el Punto de verificación 2 existen senderos que los pobladores locales utilizan para acceso a sus casas o terrenos de cultivo que **pudieran utilizarse con fines de caminata**. Durante la estancia en este punto se observaron asentamientos humanos presumiblemente irregulares y en cuyas inmediaciones se escuchó el uso de motosierras derribando arbolado, lo cual basado en lo observado durante el transecto al Punto 2, da pie a pensar que dicho derribo de arbolado en con fines de abrir espacios para asentamientos humanos.

El Punto 2 se ubicó en la parte extrema poniente de la poligonal de la barranca, es una zona de lomeríos y mesetas que permiten el establecimiento de senderos y puntos de observación de fauna, sin embargo, también tiene el problema de asentamientos humanos irregulares cercanos (expansión del asentamiento denominado Tierra Colorada), que están adentrándose cada vez más en la zona de

bosque y ponen en peligro las áreas verdes protegidas en ese punto. En el transecto a dicho punto se observaron una gran cantidad de mangueras que los asentados usan para traer el agua desde unos manantiales localizados terrenos arriba y que a decir de algunas de las personas con las que se pudo dialogar se están acabando por la deforestación en la zona de la que ellos son también parte activa. Durante un recorrido en las inmediaciones del punto **se observó que algunos senderos ya son utilizados por ciclistas de montaña que presumiblemente vienen del Parque Ecoturístico de San Nicolas Totolapan**.

Cuadro 65. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 4 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	6 Conceso (la pendiente a las laderas es >30%)
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	6 Conceso (Posible presencia de fauna feral)
Vegetación	**Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.**	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	6 Conceso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	6 Conceso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	6 Conceso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	6 Conceso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	6 Conceso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	6 Conceso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Este día se realizó un punto de verificación hacia la parte centro-oeste de la barranca sobre la vertiente norte de la misma, a unos 600 metros en dirección este del panteón de San Mateo Tlaltenango. En esta zona se pudo observar que hacia los lados de la barranca existen asentamientos humanos irregulares (AHI) de nivel social medio y alto, es decir al norte y sur. Sin embargo, al realizar el recorrido hacia la parte baja (Este) se pudieron visualizar algunos AHI de nivel socioeconómico bajo, que están en constante crecimiento sobre la parte baja y cauce del rio Atzoyapan, depositando basura y talando arboles de encino. No obstante, aunque

existe una relativa buena condición de la vegetación, las posibilidades de implementar algún proyecto de tipo ecoturístico se ven un tanto limitadas por el difícil acceso y pocas opciones de senderos dentro de la barranca en esta zona.

Cuadro 66. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 5 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	4 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	4 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	**Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.**	4 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	**Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual**	Ausencia de cuerpos de agua.	4 Consenso (Cauce muy contaminado)
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	4 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	4 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	**Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.**	4 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	4 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

El recorrido y punto de verificación se llevaron a cabo en la parte baja de la barranca, pegado al cauce del río Mixcoac. Se pudo ver con claridad que el río lleva gran cantidad de aguas negras en su cauce dado el color grisáceo del agua, así como el desagradable olor que emana de ella (Ver imagen 22). Hacia el Sur del punto se encuentra el deportivo Valentín Gómez Farias, del que se pudieron observar algunos puntos en los que se vierten residuos sólidos (basura) y algunos desperdicios derivados de las podas y mantenimientos que se le hace a las áreas verdes del mismo deportivo. Por la condición mala del cauce y la necesidad de adecuar el acceso por los senderos existentes se considera que esta zona que colinda con la Avenida de Alta Tensión **no es propicia para establecer algún proyecto de tipo ecoturístico**, no obstante, la cercanía al deportivo y a los senderos que existen hacia la parte de los asentamientos humanos irregulares de Hogar y Redención, los cuales si se considera tienen mayor posibilidad de establecer senderos de tipo multipropósito.

Cuadro 67. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 8 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	7 Consenso
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	7 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	7 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	**Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual**	Ausencia de cuerpos de agua.	7 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	7 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	7 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	visuales de alta significancia visual.			
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	7 Consenso
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	7 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

El punto 1 del recorrido se llevó a cabo en la parte central de la barranca, a la altura del cruce entre las calles, calzada de las Carretas y calzada de las Arcadas, en un pequeño relicto de bosque de encino equivalente a unas 2.3 *ha*. Se observó que hacia la parte oeste del punto y dentro del área, se encuentra un Asentamiento Humano Irregular, que consta de 4 viviendas con formas y materiales de construcción no permanentes. **Este punto puede funcionar para realizar senderos y establecer áreas para que los visitantes realicen ejercicios al aire libre**.

Cuadro 68. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 2, 8 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos.	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	7 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	Afloramientos rocosos.			
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	7 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	7 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	**Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual**	Ausencia de cuerpos de agua.	7 Consenso (El arroyo interno no está contaminado, aunque solo lleva agua en época de lluvias)
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	7 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	**El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada**	5 Baja 2 Media (en época de lluvias crecen muchas plantas con flores)

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	**Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.**	5 Baja 2 Media Por la misma situación que se comentó en el punto anterior)
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	7 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Respecto al punto 2, este se llevó a cabo dentro de lo que se conoce como el Parque Ecológico “Colina del Sur” ubicado entre calzada de los Corceles y calzada de las Carretas en la colonia que lleva el mismo nombre que el área verde. Con el recorrido y la verificación de vegetación y calidad de hábitat, se observó que **este lugar ya se encuentra adecuado con senderos y áreas para realizar ejercicios al aíre libre**, además de que se encuentra al cuidado la ciudad y del comité vecinal, quienes lo limpian y le dan mantenimiento. No obstante, aún tiene espació para incrementar los senderos, siempre que se tenga en cuenta su mantenimiento y la seguridad pues durante la visita se comentó que algunos visitantes que se adentran en la zona sin senderos les han quitado sus pertenencias.

Cuadro 69. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 3, 8 de julio de 2022, AVA Atzoyapan-Mixcoac

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes	**Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.**	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de	7 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	cromáticos. Afloramientos rocosos.		contraste o jerarquía visual.	
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	7 Consenso
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	**Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.**	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	7 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	7 Consenso (El río cerca y muy contaminado)
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	7 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	7 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación,	**Muy poca variación de color o contraste, colores**	7 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	suelo, vegetación, roca y agua	pero no actúa como elemento dominante	**homogéneos o continuos.**	
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	7 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

El punto 3 se verificó en las inmediaciones de lo que se conoce como el "Nuevo Panteón Jardín" específicamente hacia la parte sur de dicho sitio, ya que ahí se encuentra la ladera norte de una de las vertientes de la barranca de Mixcoac y Atzoyapan. **La condición ambiental es en general adecuada para establecer senderos y áreas de avistamiento de flora y fauna**, aunque es necesario realizar una evaluación de dos sitios en donde se presentan procesos de remoción en masa, ya que ello implicaría la necesidad de obras de estabilización de los taludes previo a la adecuación de los senderos existentes o algunos de nueva creación. Sin embargo, como en muchas de las otras barrancas, el cauce del río se encuentra contaminado por descargas de aguas residuales de las colonias que se encuentran en la parte alta de la barranca, sobre todo de los asentamientos Irregulares, Tierra Nueva (norte) y Bosques de Tarango (Sur).

Cuadro 70. Valoración de la calidad visual del paisaje en el punto 1, 6 de julio del 2022, AVA Echánove

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
Morfología o topografía	**Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos.**	Pendientes entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.	5 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	Afloramientos rocosos.			
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción y alimentación.	**Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos.**	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.	5 Consenso
Vegetación	**Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.**	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.	5 Consenso
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	**Ausencia de cuerpos de agua.**	5 Consenso
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	**La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras, no añaden calidad visual.**	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.	5 Consenso
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	**El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.**	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada	5 Consenso
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre	**Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como**	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.	5 Consenso

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Observaciones
	suelo, vegetación, roca y agua	**elemento dominante**		
Singularidad o rareza.	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	**Característico, pero similar a otros de la región.**	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.	5 Consenso

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Si bien el sitio donde se pudo levantar información tiene buenas condiciones para caminar por los senderos ya existentes (que son de poca longitud), las condiciones fuera de estos son peligrosas por la pendiente elevada, además que **el acceso al Parque es un restringido y casi de uso exclusivo de los colonos que lo rodean, no obstante ser un sitio de uso público**. Esta condición prevalece en prácticamente toda el AVA por lo que se considera con **poca a nula potencialidad para los objetivos del proyecto.**

II.4.1 Recorridos para avistamiento de aves

Acorde a lo planteado se realizaron dos recorridos para el avistamiento de aves en las AVA Barranca Tarango y Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma, los días 2 y 6 de julio del 2002.

Los días mencionados se acudió por la mañana (6:30 aproximadamente) con la finalidad de observar el mayor número de aves posible, toda vez que es durante el alba cuando se presenta un movimiento y canticos mayor en este grupo faunístico.

Los resultados de los dos recorridos son mostrados en la Tabla 21 y en las imágenes posteriores se muestran algunas de las imágenes captadas, así como algunas obtenidas de internet para algunos de los avistamientos en campo.

Cuadro 71. Especies observadas en las AVA Barranca Tarango y Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma

Nombre Común	Nombre científico	AVA Barranca Tarango	AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma
Golondrina tijereta	*Hirundo rustica*	4	2
Colibrí berilo	*Amazilia beryllina*	0	2
Tordo ojo rojo	*Molothrus aeneos*	0	2
Mosquero cardenal	*Pyrocephalus rubinus*	0	1
Pinzón mexicano	*Haemorhous mexicanus*	2	1
Gorrión casero	*Passer domesticus*	4	2
Pato de collar	*Anas platyrhynchos*	2	0
Zacatonero serrano	*Oriturus superciliosus*	6	4
Mascarita matorralera	*Geothlypis nelsoni*	3	0
Rascador viejita	*Melozone fusca*	1	0
Gorrión cejas blancas	*Spizella passerina*	2	0
Nombre Común	**Nombre científico**	**AVA Barranca Tarango**	**AVA Barranca Becerra Tepecuache-Sección La Loma**
Jilguerito dominico	*Spinus psaltria*	2	0
Chipe arroyero	*Parkesia motacilla*	0	2
Papamoscas pecho canela	*Empidonax fulvifrons*	0	1
Cuitlacoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	0	1
Picogordo tigrillo	*Pheucticus melanocephalus*	0	1
Tortolita común	*Columbina inca*	2	0

Fuente: Levantamiento de campo 2022

Figura 25. Fauna identificada en campo

Gorriones en la presa de la Chocolata, **AVA** Barranca Tarango



Fuente: Imagen propia tomada en 2 de julio del 2022

Jilguerito dominico en la presa de la Chocolata, AVA Barranca Tarango



Fuente: Imagen propia tomada en 2 de julio del 2022

Pato de collar en la presa de la Chocolata, AVA Barranca Tarango



Fuente: Imagen propia tomada en 2 de julio del 2022

Gorrión cejas blancas, AVA Barranca Tepecuache -Sección La Loma	Cuitlacoche pico curvo, AVA Barranca Tepecuache -Sección La Loma



Fuente: Imagen propia tomada en 6 de julio del 2022



Fuente: Imagen propia tomada en 6 de julio del 2022

Colibrí berilo, AVA Barranca Tepecuache -Sección La Loma



Fuente: Imagen propia tomada en 6 de julio del 2022

Los recorridos mostraron que el avistamiento de fauna es una opción posible, a pesar de la influencia humana en las AVA, ya que muchas especies mantienen una adaptación que les ha permito sobrevivir ante los factores de presión que ejerce la actividad humana y siguen siendo el enlace entre las zonas urbanas y los bosques de la CDMX.

II.5 Localización de espacios con aptitud para actividades ecoturísticas en las barrancas seleccionadas

Tal y como se ha planteado, uno de los retos más relevantes en la CDMX para promover un desarrollo sostenible en el mediano y largo plazo consiste en el aprovechamiento sustentable de las barrancas y AVA, promoviendo su consecuente contribución a la conformación de una infraestructura verde urbana consistente con la nueva economía y sociedad del siglo XXI.

En este contexto, una de las principales propuestas para promover dicho desarrollo sostenible y la consolidación de las barrancas como espacios estratégicos de infraestructura verde, consiste en la promoción de proyectos (recreativos, de educación ambiental y ecoturismo) que permitan generar crecimiento económico que redunde en mayor bienestar social, especialmente para aquellos sectores que han sido tradicionalmente excluidas de los ciclos económicos de la ciudad, que genere seguridad, mejore el medio ambiente y potencie los beneficios de la conservación ecológica.

En este sentido, el análisis de aptitud constituye una herramienta útil para lidiar con la complejidad territorial, permitiendo evaluar las características del terreno que sean favorables para el desarrollo de los proyectos, y diseñar, a partir de esto, un patrón de ocupación del territorio que fomente actividades adecuadas en aquellas zonas que cuenten con potencial. La aptitud de un territorio puede ser entendida en términos generales, como el grado de idoneidad de un territorio para el desarrollo de un uso o actividad, considerando la combinación de aquellas características territoriales y elementos ambientales representativos que facilitan su establecimiento y funcionamiento adecuados, sin promover conflictos ambientales, y fomentando la conservación de ecosistemas y biodiversidad, así como el mantenimiento de bienes y servicios ecosistémicos, considerando los diferentes planteamientos y menciones al respecto integrados en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

El presente análisis de aptitud territorial para actividades ecoturísticas constituye una herramienta clave para el proceso de toma de decisiones, permitiendo priorizar zonas que cuentan con características adecuadas para dicho objeto, posibilitando el aprovechamiento sostenible del territorio y garantizando la conservación de los recursos naturales.

Para la elaboración del análisis de aptitud territorial se empleó una metodología de análisis multicriterio basada en sistemas de información geográfica, misma que puede ser definida como un proceso que integra y transforma datos geográficos

(mapas de atributos) y juicios de valor (las preferencias del analizador) para obtener la evaluación total de las alternativas de decisión (Boroushaki y Malczewski, 2008).

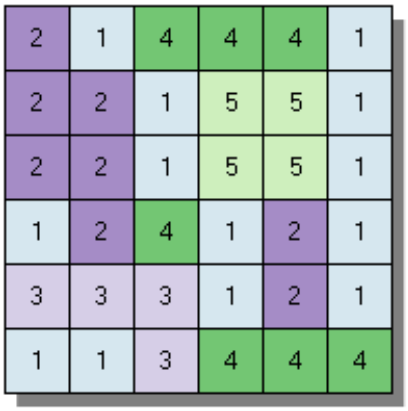
El proceso consta de los siguientes pasos:

a) selección de las variables o factores (en este caso los atributos ambientales)
b) creación del mapa en formato ráster[11] de cada variable
c) normalización de los valores del mapa entre 0 y 10
d) definición de los pesos de los atributos
e) agregación de las variables utilizando la suma ponderada
f) obtención del mapa de aptitud territorial para ecoturismo

La fórmula para el cálculo de la suma ponderada es la siguiente:

$$I = \sum_{1}^{n} P_n A_n$$

Dónde:
I = valor del indicador
n = número de atributos
Pn = Peso del atributo n
An= Valor del atributo n



[11] Un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información.

II.5.1 Atributos ambientales y territoriales

Para calcular la aptitud territorial, el primer paso consistió en la selección de las variables o atributos ambientales que requiere la actividad para desarrollarse de manera adecuada, en este sentido la selección de los atributos ambientales a partir de las mesas de trabajo realizadas por el equipo multidisciplinario fueron los siguientes: accesibilidad, calidad de hábitat, calidad de paisaje, cercanía relativa a espacios públicos y fijación de carbono. Para cada atributo utilizado, se generaron mapas que cubren toda el área de cada barranca analizada y poseen una resolución (tamaño de pixel) igual que los demás (10 m).

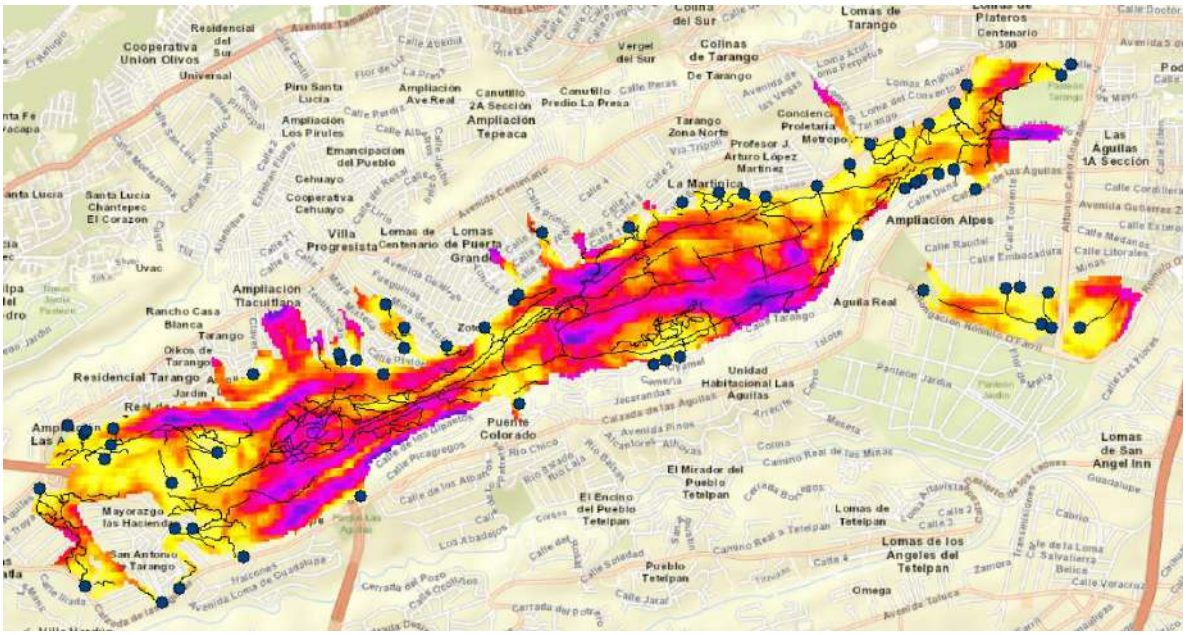
II.5.2 Accesibilidad

La accesibilidad es una característica básica del entorno, consiste en la capacidad de llegar o acceder a cierto espacio, de acuerdo con las variables construidas como los accesos y las vías de comunicación, y otros que dependen de las variables del terreno, como lo son la topografía y la cobertura del suelo.

Constituye un atributo muy relevante para la identificación de áreas con potencial para el desarrollo de actividades antropogénicas. El análisis permite identificar la facilidad de acceso por unidad de análisis (pixel) para el desarrollo de actividades humanas en cada barranca. Su cálculo se desarrolló a partir de un análisis de costo de distancia (*cost distance*), en el que se calcula el costo de desplazamiento desde un punto en particular (puntos de acceso a las barrancas) hacia otros puntos dentro de cada barranca considerando la distancia entre puntos, la presencia de caminos y el relieve.

El análisis de costo de distancia en la barranca Tarango permite identificar la accesibilidad al interior de la barranca considerando los accesos y el costo de distancia desde los mismos. La distancia a los accesos y la pendiente del terreno juegan un papel fundamental en la determinación de la accesibilidad.

Figura 26. Costo de distancia en barranca Tarango considerando caminos y accesos



Fuente: Elaboración propia

II.5.3 Calidad de hábitat

Se define hábitat como "los recursos y las condiciones presentes en un área que producen ocupación, incluida la supervivencia y la reproducción, por parte de un organismo determinado" (Hall et al. 1997: 175).

Para fines del presente proyecto, la calidad de hábitat se establece como aquellos sitios que presentan características que propician que dichos espacios cuenten con cierto grado de conservación, es decir, menores impactos a causa de los efectos de actividades antropogénicas, y que en consecuencia aún funcionan como reservorio de biodiversidad y otros servicios ecosistémicos.

Este atributo territorial corresponde al modelo de calidad de hábitat construido dentro de los alcances de este estudio, este elemento se incorpora como un insumo fundamental para calcular la aptitud para las actividades ecoturísticas en las barrancas. Metodológicamente, los resultados de este modelo para ingresarse en el proceso de análisis de aptitud se normalizaron de 0 a 10 al igual que el resto de los atributos utilizados.

II.5.4 Calidad visual del paisaje

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bio-ecológicos y humanos (Benayas, 1992).

El paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica (Ramos 1979), por lo que, en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella (Forman y Godron, 1986). Esta aproximación al paisaje es muy atractiva y asume el concepto de paisaje total, al identificar al paisaje con el medio y definirlo por la combinación de determinados ecosistemas, sus interacciones, la geomorfología y el clima, la perturbación que los afecta y la abundancia relativa de los ecosistemas combinados (MOPT 1993).

Un enfoque que apunta a una idea diferente es el concepto de **paisaje visual**, considerando más la estética y la capacidad de percepción del paisaje de un observador. Así, en lugar de hablar de paisaje ecológico se habla de paisaje visual o percibido. Entonces el paisaje es una realidad física experimentable según el anclaje cultural y la personalidad del observador, así como de su capacidad de percepción. Desde este enfoque, la belleza escénica es el factor más importante en la valoración de un paisaje (Calvin et al. 1972), incidiendo en ello diversos factores como la presencia de agua y cubierta vegetal.

La calidad visual del paisaje se realizó a partir de la aportación propuesta en Muñoz-Pedreros (2004) de los métodos aplicados por USDA Forest Service (1974) y Bureau of land Management de Estados Unidos (1980), que definen calidad visual como un método indirecto que determina el valor intrínseco de un área desde el punto de vista estético y ecológico, separando y analizando de forma independiente los factores que conforman el paisaje (bióticos, abióticos, estéticos, humanos),

planteándose factores de análisis como: morfología o topografía, fauna, vegetación, formas de agua, acción antrópica, fondo escénico, variabilidad cromática y singularidad o rareza. Los valores utilizados para las diferentes variables consideradas para el cálculo de la calidad de paisaje se presentan en el siguiente cuadro, estas variables retoman los resultados obtenidos del análisis de valoración de paisaje escénico realizado y se estandarizan y traducen en mapas que alimentan en análisis de aptitud.

Cuadro 72. Valores utilizados para las variables espaciales para el cálculo de calidad de paisaje

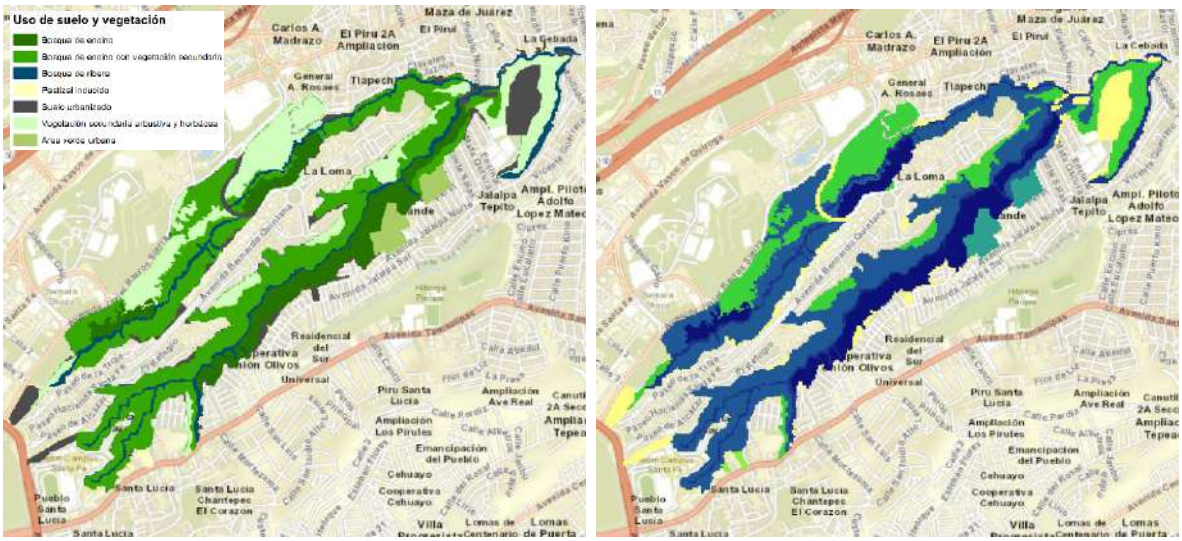
Variable	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja	Calidad visual nula
Uso de suelo y vegetación	Presencia de ecosistemas conservados (Bosques de encino y de ribera)	Presencia de ecosistemas perturbados u otros tipos de vegetación (Bosques de encino y de ribera perturbados, áreas verdes urbanas y vegetación secundaria)	Zonas agrícolas o pastizales	Suelo urbanizado o zonas sin vegetación aparente.
Topografía	Pendientes altas de más de 30%	Pendientes moderadas entre 18 y 30%	Pendientes bajas entre 6 y 18%	Pendientes planas entre 0 y 6%
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua			Sin presencia de cuerpos de agua

Fuente: Elaboración propia

En la

Figura ***27***, se muestra como la vegetación tiene un papel fundamental en el cálculo de calidad de paisaje, donde las zonas con presencia de bosques constituyen las áreas con mayor valor. En el caso de la barranca Becerra-Tepecuache, por las altas pendientes de las laderas, algunas zonas de bosque de encino presentan un valor más alto que el bosque de ribera ubicada en la parte más baja de la barranca.

Figura 27. Calidad de paisaje en barranca Tarango



Fuente: Elaboración propia

II.5.5 Cercanía relativa a espacios públicos

La ciudad es un espacio público a partir del cual se organiza la vida colectiva y donde hay una representación de esa sociedad. De allí surge la necesidad de entender al espacio público como uno de los derechos fundamentales de la ciudadanía frente a la ciudad: el derecho al espacio público, a la asociación y a la identidad.

En este contexto, partimos de considerar a los espacios públicos, como componentes esenciales del bienestar de las personas en las ciudades y, por tanto, de la importancia de su visibilidad en la evaluación de los aspectos que propician la calidad de vida.

Los espacios públicos constituyen lugares desde los que se organiza la vida colectiva, donde hay una representación de la sociedad local, constituyendo espacios de convivencia y cohesión de la población en la actualidad, y en donde se presentan actualmente en diversos estados mobiliario e infraestructura que pueden contribuir a los proyectos ecoturísticos planteados. De esta manera, sería deseable poder integrar los proyectos planteados al sistema de espacios verdes y recreativos existentes en torno a cada una de las barrancas analizadas. En la figura siguiente

se muestra, el Deportivo Valentín Gómez Farías, contiguo a barranca Mixcoac, presenta instalaciones donde se desarrollan actividades de convivencia para la población local, pero además infraestructura y mobiliario útiles para incidir en mejores condiciones para proyectos ecoturísticos en las barrancas, tales como sanitarios, estacionamiento, transporte público, áreas deportivas, entre otros.

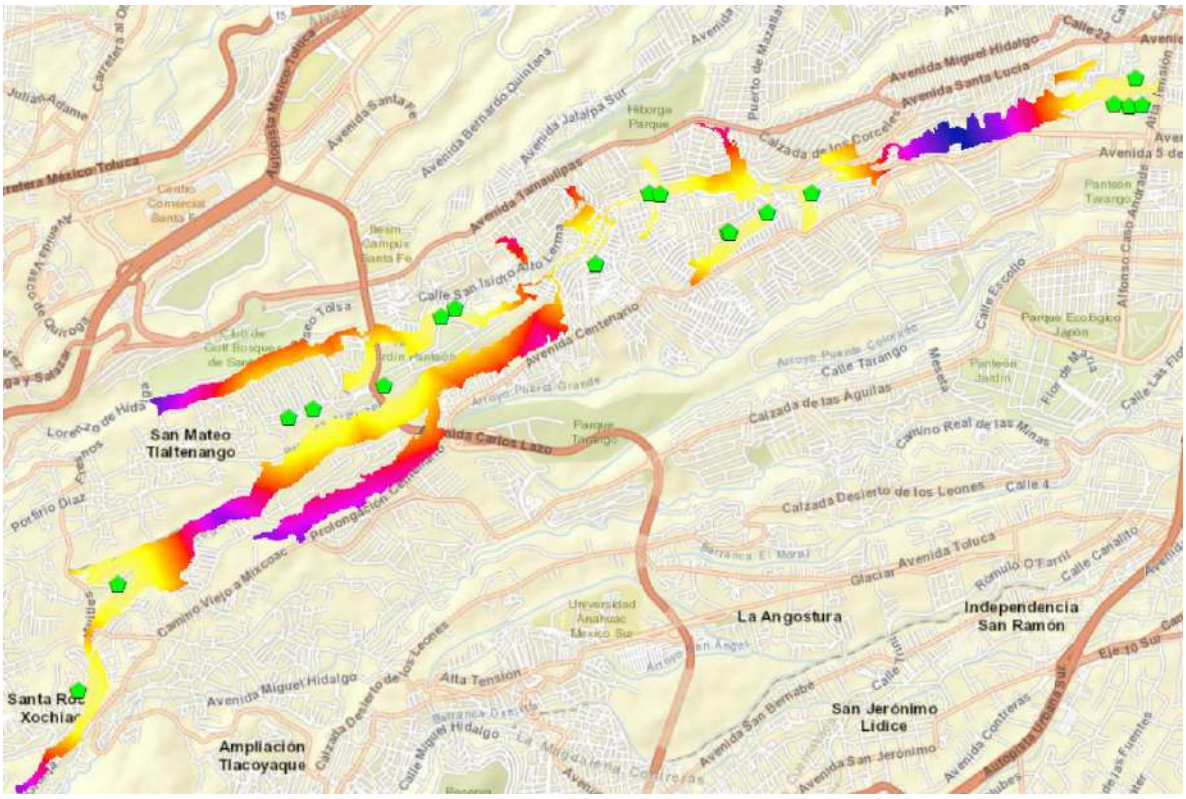
Figura 28. Deportivo Valentín Gómez Farías, contiguo a barranca Mixcoac



Fuente: Google Earth, 2020.

El cálculo de esta variable se realizó a partir del uso de un análisis de distancia (*path distance*), que permite conocer la distancia relativa de cualquier punto de la barranca a los espacios públicos existentes considerando además el relieve del terreno.

Figura 29. Cercanía relativa a espacios públicos en la barranca Mixcoac Atzoyapan



Fuente: Elaboración propia

II.5.6 Fijación de carbono

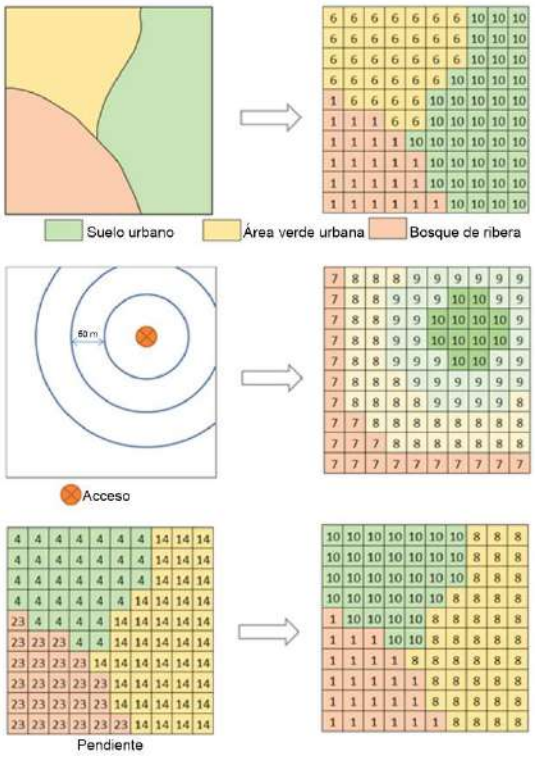
Considerando que los proyectos planteados deben contribuir al mantenimiento de bienes y servicios ecosistémicos, se utilizaron los resultados obtenidos del modelo de almacenamiento de carbono descritos anteriormente, considerando que aquellas áreas con alto valor de prestación para este servicio constituyen espacios que deseablemente deberán mantenerse y en los que los proyectos podrían coadyuvar para su conservación. Los resultados de fijación de carbono potencial por barranca presentados en el apartado previo respectivo se utilizaron como último atributo relevante a considerar dentro del análisis de aptitud territorial.

Normalización de atributos

Cada mapa de atributo posteriormente se normalizó en una escala de 0 a 10 de acuerdo con sus condiciones favorables y desfavorables en cada caso, por ejemplo,

aquellas zonas cercanas a accesos o caminos (distancia menor a 100 m) y con pendientes bajas que permitan a las personas transitar libremente y sin mucho esfuerzo, son clasificadas con el valor máximo (10), mientras que aquellas zonas desfavorables para dicho atributo, dado que son lejanas a accesos y caminos (distancia mayor a 500 m) y con pendientes pronunciadas que dificultan el tránsito de las personas se clasificaron con el valor mínimo (0), a las zonas con distancias intermedias y pendientes moderadas se asignan valores intermedios, obteniendo así un mapa graduado con valores de 0 a 10 del atributo en todo el territorio bajo análisis (cada barranca). Asimismo, , los diferentes atributos se normalizaron con valores de 0 a 10.

Figura 30. Ejemplo de conversión a formato ráster y normalización de valores de mapas de atributos



Fuente: Elaboración propia

Asignación de pesos

Posteriormente, se procedió a la asignación de pesos a cada atributo a utilizar en la suma ponderada del análisis multicriterio, estos se asignan mediante la aplicación del proceso jerárquico analítico (AHP, por sus siglas en ingles) de Saaty (1997). Este, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema de decisión. El proceso consiste en una serie de pasos que permiten comparar entre pares de atributos su importancia y asignar un peso final a cada uno de acuerdo a su comparación “por parejas” (comparaciones binarias). El resultado de estas comparaciones es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, finalmente esta matriz se somete a un análisis de sensibilidad, en la que se calcula la prioridad de cada elemento con respecto a los demás, obteniendo al final el porcentaje que cada una de las variables constituyó en la suma ponderada. En la matriz se indican los valores asignados por comparación entre pares de atributos que determinaron los pesos finales de cada variable en la suma ponderada para el cálculo de la aptitud territorial.

Cuadro 73. Matriz para evaluación del proceso jerárquico analítico (Saaty) para determinar los pesos por atributo seleccionado

	Accesibilidad	Calidad de hábitat	Cercanía a espacios públicos	Calidad de paisaje	Fijación de carbono	
Accesibilidad		1.00	1.50	2.00	3.00	
Calidad de hábitat	1.00		1.50	2.00	3.00	
Cercanía a espacios públicos	0.67	0.67		1.50	2.50	
Calidad de paisaje	0.50	0.50	0.67		2.00	
Fijación de carbono	0.33	0.33	0.40	0.50		
	3.50	3.50	5.07	7.00	11.50	
	Accesibilidad	**Calidad de hábitat**	**Cercanía a espacios públicos**	**Calidad de paisaje**	**Fijación de carbono**	**Valor porcentual final**
Accesibilidad	0.286	0.286	0.296	0.286	0.261	0.2828
Calidad de hábitat	0.286	0.286	0.296	0.286	0.261	0.2828

Cercanía a espacios públicos	0.190	0.190	0.197	0.214	0.217	0.2120
Calidad de paisaje	0.143	0.143	0.132	0.143	0.174	0.1468
Fijación de carbono	0.095	0.095	0.079	0.071	0.087	0.0856

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que las ventajas de utilizar este proceso metodológico, es que transparenta el cálculo del valor final de cada atributo considerado, y posibilita a futuro poder modificar los valores comparativos entre pares de la matriz, posibilitando aumentar o reducir los pesos entre variables, eliminar alguna de estas, o adicionar otra, facilitando un análisis dinámico del territorio de las barrancas para la aptitud en materia ecoturística.

Generación de cartografía final

Una vez generados los mapas normalizados y establecidos sus pesos se aplicó una suma ponderada, en la que cada atributo se multiplica por su valor porcentual, y el resultado de cada operación se suma, para obtener el valor total que representa la aptitud territorial relativa para actividades ecoturísticas.

$$AptEct = P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + P_4A_4 + P_5A_5$$

Donde:

AptEct = Aptitud para actividades ecoturísticas

P1 = Peso del atributo Accesibilidad **(0.2828)**
A1 = Atributo Accesibilidad
P2 = Peso del atributo Calidad de Hábitat **(0.2828)**
A2 = Atributo Calidad de Hábitat
P3 = Peso del atributo Calidad de paisaje **(0.2120)**
A3 = Atributo Calidad de paisaje
P4 = Peso del atributo Cercanía relativa a espacios públicos **(0.1468)**
A4 = Atributo Cercanía relativa a espacios públicos
P5 = Peso del atributo Fijación de carbono **(0.0856)**
A5 = Atributo Fijación de carbono

De esta manera, se obtienen mapas de aptitud potencial para el desarrollo de actividades ecoturísticas en las 6 barrancas analizadas, permitiendo priorizar acciones en áreas específicas. Las zonas con mayor aptitud corresponden a espacios accesibles con presencia de bosque en buen estado de conservación, con paisajes relevantes y cercanos a espacios públicos existentes.

Con la finalidad de sintetizar los resultados expuestos sobre el análisis de aptitud, a continuación, se presentan tablas con los valores de los atributos empleados para el mismo, permitiendo identificar de forma cuantitativa la relevancia de cada atributo en las diferentes barrancas bajo análisis. De aquellos atributos donde se clasificaron los valores en altos, medios y bajos, se presenta la superficie de la barranca que presenta estos.

Para el caso de la accesibilidad relativa a las barrancas, considerando accesos, caminos y pendiente, se observa que la mayor parte de las barrancas presentan una accesibilidad de media a alta, siendo las más accesibles Magdalena Eslava, Becerra Tepecuache y Echánove, Tarango y Mixcoac Atzoyapan, presentan una accesibilidad media, mientras que Tecamachalco presenta el valor más bajo. Si bien, solo el 45.5 y 50.8 % de las barrancas de Tarango y Mixcoac Atzoyapan respectivamente presentan una alta accesibilidad, cabe destacar que estas dos constituyen las barrancas de mayor superficie. De hecho, analizando las variables utilizadas para el cálculo de la accesibilidad relativa, podemos observar que estas dos barrancas son las que presentan un mayor número de accesos (61 y 75), seguidas de Magdalena Eslava y Becerra Tepecuache con 47 y 38 respectivamente. Si bien las barrancas de Tecamachalco y Echánove presentan un mayor número de accesos con relación a su perímetro con un acceso cada 345 y 452 m, cabe resaltar el caso de la barranca de Tarango, que aun siendo la de mayor superficie y con uno de los mayores perímetros, presenta accesos cada 484 m

Cuadro 74. Superficies en valores cuantitativos de accesibilidad relativa

Barranca	Accesos	Relación accesos/ perímetro (m)	Longitud de caminos (m)	Relación caminos/ superficie	Accesibilidad promedio	% de superficie con accesibilidad alta (8-10)	% de superficie con accesibilidad media (5-7)	% de superficie con accesibilidad baja (0-4)
Tarango	61	484	39,983	133	6.9	45.5	39.0	15.5
Magdalena Eslava	47	728	7,200	129	7.3	55.0	36.6	8.4
Becerra Tepecuache	38	590	16,688	104	7.1	47.0	43.9	9.2
Mixcoac Atzoyapan	75	739	36,062	149	6.9	50.8	32.1	17.0
Echánove	28	452	5,018	98	7.0	40.1	52.0	7.9
Tecamachalco	25	345	1,330	61	6.2	36.4	36.9	26.7

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la longitud de caminos, las barrancas Tarango y Mixcoac Atzoyapan son las que presentan una longitud mayor de la red que existe en las mismas, además destacando que, relacionando la longitud de la red con la superficie de las barrancas, son estas dos barrancas las que presentan una mayor densidad de caminos con 133 y 149 m/ha de caminos respectivamente. Magdalena Eslava presenta 129 m de camino por ha, mientras que Becerra Tepecuache 104 m/ha. Tecamachalco presenta la menor densidad de caminos con apenas 61 m/ha.

Para el caso del atributo de calidad de hábitat, se identifica que las barrancas con valores más altos corresponden a Echánove, Mixcoac Atzoyapan y Becerra Tepecuache con valores promedio (una vez que fueron normalizados de 0 a 10) de 5.4, 5.2 y 5.2 respectivamente. Tarango es la barranca con un menor valor promedio de calidad de hábitat, con apenas 3.9, dado que es la que presenta un mayor grado de transformación de su cobertura vegetal.

Asimismo, cabe destacar que las barrancas de Becerra Tepecuache y Mixcoac Atzoyapan, presentan el mayor porcentaje de superficie de zonas con alta calidad de hábitat con el 24.9 y 18.2% del total de su superficie con esta condición (40.1 y 44 ha respectivamente). No obstante, es importante precisar que, aunque la barranca de Tarango solo presenta una alta calidad de hábitat en el 10.6% de su superficie (31.9 h), esta correspondería a 50% más de la superficie total de la barranca de Tecamachalco o al 60% aproximadamente de la superficie de las barrancas de Echánove y Magdalena Eslava. Sin embargo, al ser la barranca con

mayor grado de transformación, casi la mitad de su superficie (140.5 ha) presenta valores bajos de calidad de hábitat.

Cuadro 75. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de calidad de hábitat

Barranca	Calidad de hábitat promedio	% de superficie con calidad alta (8-10)	% de superficie con calidad media (5-7)	% de superficie con calidad baja (0-4)
Tarango	3.9	10.6	42.6	46.8
Magdalena Eslava	4.7	10.1	48.4	41.6
Becerra Tepecuache	5.2	24.9	57.6	17.5
Mixcoac Atzoyapan	5.2	18.2	68.3	13.5
Echánove	5.4	10.4	62.2	27.4
Tecamachalco	4.0	14.4	34.2	51.4

Fuente: Elaboración propia

Si bien, debido a la falta de información cartográfica y documental disponible de las barrancas, no fue posible considerar todos los elementos utilizados en la valoración estética del paisaje levantados en los puntos de muestreo del trabajo de campo del tema respectivo, el muestreo permitió ponderar el valor de los atributos de los que fue posible generar información cartográfica a detalle para las barrancas (vegetación, topografía o pendiente y formas de agua).

Los resultados de calidad de paisaje por barranca muestran que la barranca con mayor calidad estética de acuerdo con estas tres variables es Mixcoac Atzoyapan, con un valor promedio de 7.2, seguida de Becerra Tepecuache con 6.7, de Echánove con 6.4 y Tarango con 6. Los valores más bajos se registraron en Magdalena Eslava con 5.8 y Tecamachalco con 5.5 de calidad estática del paisaje respectivamente.

Asimismo, cabe resaltar que la barranca de Mixcoac Atzoyapan presenta un valor alto de calidad del paisaje en el 66.5% de su superficie, lo que corresponde a 160.8 ha. Mientras que la barranca Becerra Tepecuache presenta esta característica en 65.8% de su superficie; la barranca de Tarango presenta una calidad alta en 41.8%,

no obstante, por sus dimensiones, es la segunda barranca con mayor superficie con esta condición (125.5 *ha*).

Cuadro 76. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de calidad visual del paisaje

Barranca	Calidad de paisaje promedio	% de superficie con calidad alta (8-10)	% de superficie con calidad media (5-7)	% de superficie con calidad baja (0-4)
Tarango	6.0	41.8	28.5	29.8
Magdalena Eslava	5.8	43.5	29.4	27.1
Becerra Tepecuache	6.7	65.8	3.4	30.8
Mixcoac Atzoyapan	7.2	66.5	17.8	15.7
Echánove	6.4	49.5	25.5	25.0
Tecamachalco	5.5	38.6	35.2	26.3

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de cercanía relativa a espacios públicos, se identifica que los valores más altos se registran en las barrancas Mixcoac Atzoyapan y Tarango con 7.9 y 6.7 promedio, destacando los espacios de oportunidad en estas dos barrancas para la sinergia de los proyectos ecoturísticos propuestos con espacios públicos (deportivos y recreativos) que ya se encuentran instalados contiguos a estas dos barrancas.

De hecho, en estas se registró el mayor número de espacios públicos con 18 para Mixcoac Atzoyapan y 16 para Tarango, seguidos de 13 para Becerra Tepecuache y 11 para Magdalena Eslava. Asimismo, es importante resaltar que la distancia promedio a espacios públicos en Tarango y Becerra Tepecuache es menor a 400 m en promedio.

Cuadro 77. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de cercanía relativa a espacios públicos

Barranca	Cercanía relativa a espacios públicos	Número de espacios públicos	Distancia promedio a espacio público
Tarango	6.7	16	351.5
Magdalena Eslava	3.7	11	490.6
Becerra Tepecuache	4.9	13	298.3
Mixcoac Atzoyapan	7.9	18	440.4
Echánove	1.6	3	521.9
Tecamachalco	2.1	4	1057.3

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para el caso de la captura de carbono promedio, son las barrancas Echánove, Mixcoac Atzoyapan y Becerra Tepecuache, las que presentan un valor promedio potencial de fijación más alto, particularmente por la mayor proporción de superficie que mantiene ecosistemas naturales.

Cuadro 78. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de almacenamiento de carbono

Barranca	Captura de carbono promedio
Tarango	101.6
Magdalena Eslava	94.0
Becerra Tepecuache	113.2
Mixcoac Atzoyapan	121.4
Echánove	141.3
Tecamachalco	94.2

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la aptitud promedio más alta la presenta la barranca Becerra Tepecuache, además resaltando que en su territorio 46% de la superficie del AVA (74 *ha*) ostenta valores con alta aptitud para el potencial desarrollo de actividades ecoturísticas, aunado a esto, una superficie de 69.5 *ha* (43.2%) cuenta con valores de aptitud moderada, con lo cual únicamente en poco más del 10% del área de esta barranca no existen condiciones de aptitud para implementar proyectos asociados con el ecoturismo. En este sentido, está barranca se perfila como una de las alternativas más oportunas y en las que se propondrá uno de los proyectos de red de senderos específicos a desarrollar.

Cuadro 79. Síntesis de superficies en valores cuantitativos de aptitud para el ecoturismo

Barranca	Aptitud promedio	% de superficie con aptitud alta (8-10)	% de superficie con aptitud media (5-7)	% de superficie sin aptitud (0-4)
Tarango	5.1	3.2	69.6	27.1
Magdalena Eslava	4.8	7.6	60.1	32.3
Becerra Tepecuache	7.0	46.0	43.2	10.7
Mixcoac Atzoyapan	5.6	20.2	57.8	22.0
Echánove	4.8	0.2	73.7	26.2
Tecamachalco	3.6	0.0	44.2	55.8

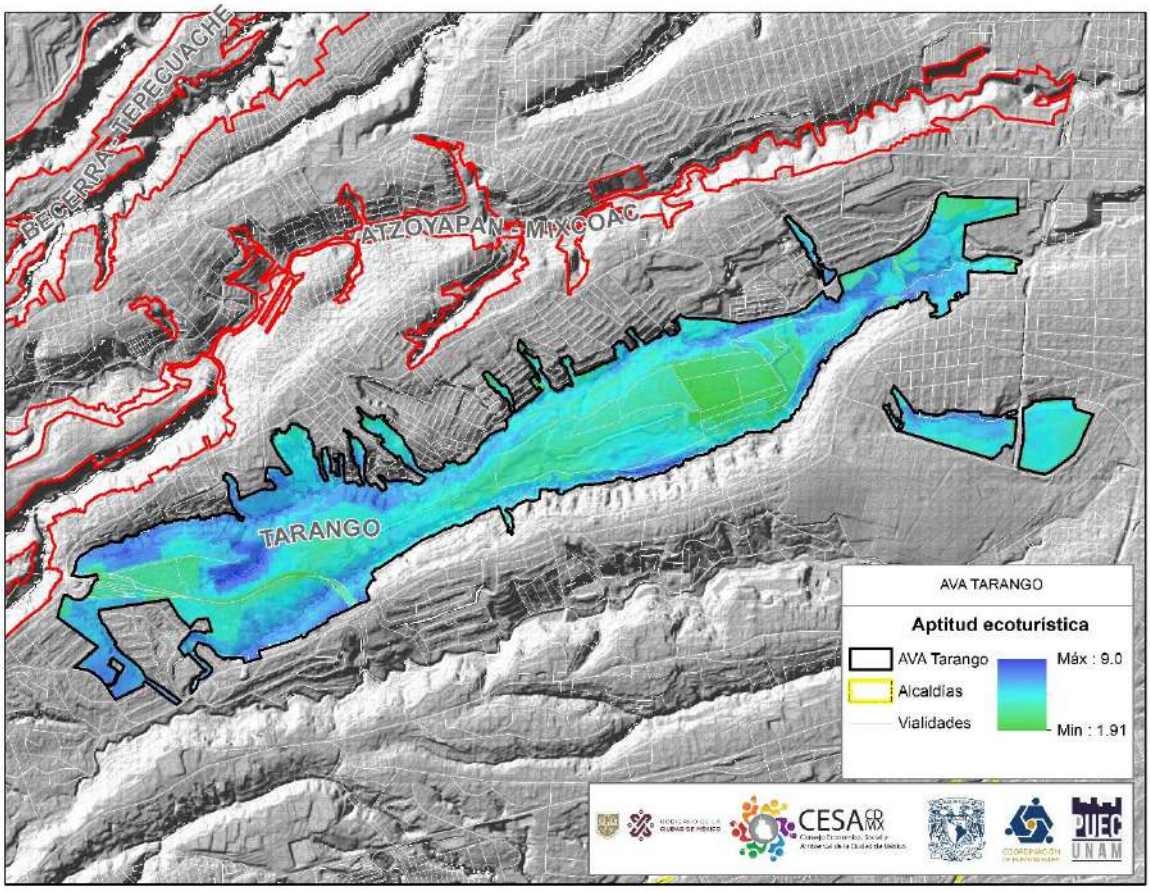
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la barranca Tarango presenta uno de los valores más altos de aptitud promedio para el ecoturismo. Si bien la superficie con valores altos de aptitud solo se distribuye en 3% de la superficie total de la barranca, los valores de aptitud moderada se extienden 69.6% de su superficie (209.2 *ha*), condición que asociada a que en estos sititos ya se desarrollan ciertas actividades recreativas (aún sin la infraestructura adecuada), propicia que sea igualmente propuesta para el desarrollo de un proyecto de que organice, fortalezca e incremente el uso que actualmente se le da a estos espacios.

La Barranca de Mixcoac Atzoyapan presenta un valor promedio de 5.6 de aptitud relativa para ecoturismo, no obstante, 48.9 *ha* (20.2%) de su superficie presenta valores altos, mientras que 139 *ha* (57.8%) presentan valores medios, considerándola como otro espacio de oportunidad para la propuesta de proyectos.

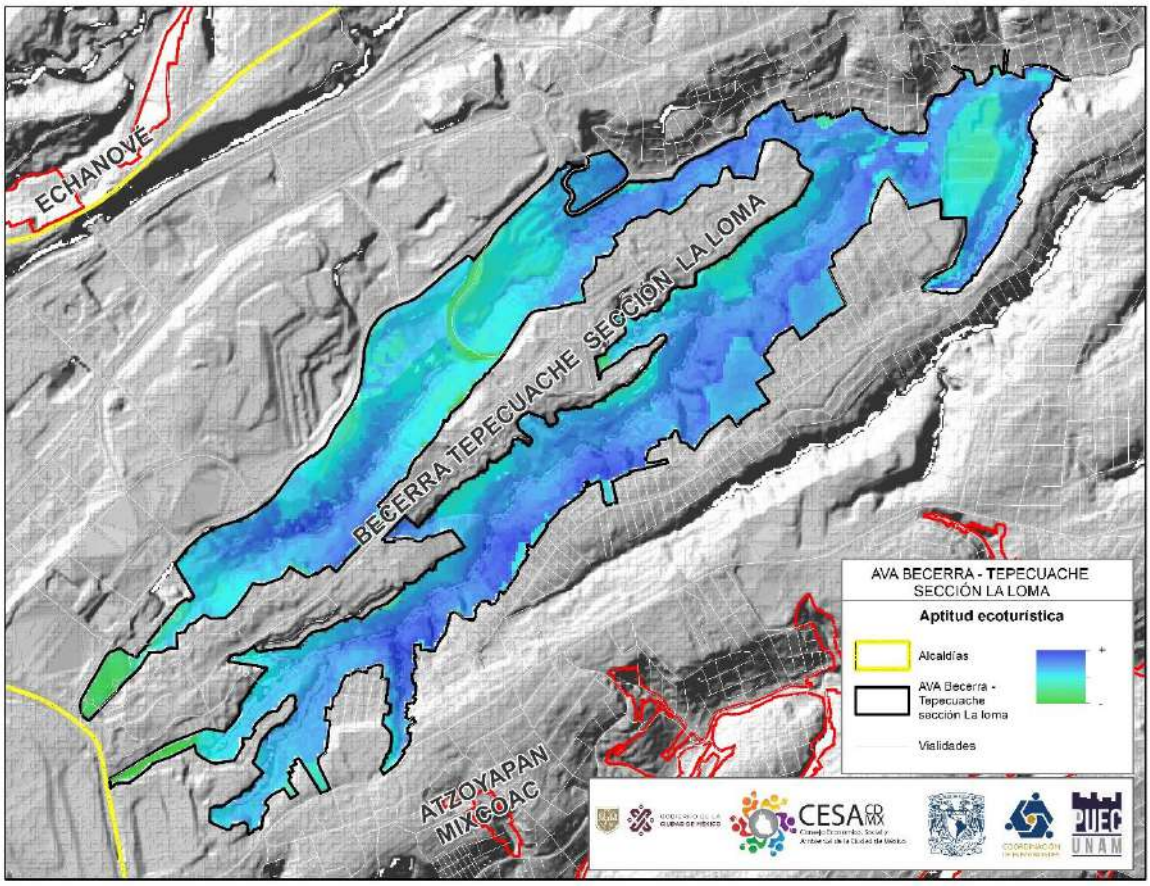
En contraste, Las barrancas de Tecamachalco y Echánove no presentan superficie con valores altos, e inclusive en el caso de Tecamachalco, 55.8% de su superficie no tiene aptitud para ecoturismo.

Mapa 52. Aptitud para para el ecoturismo AVA Tarango



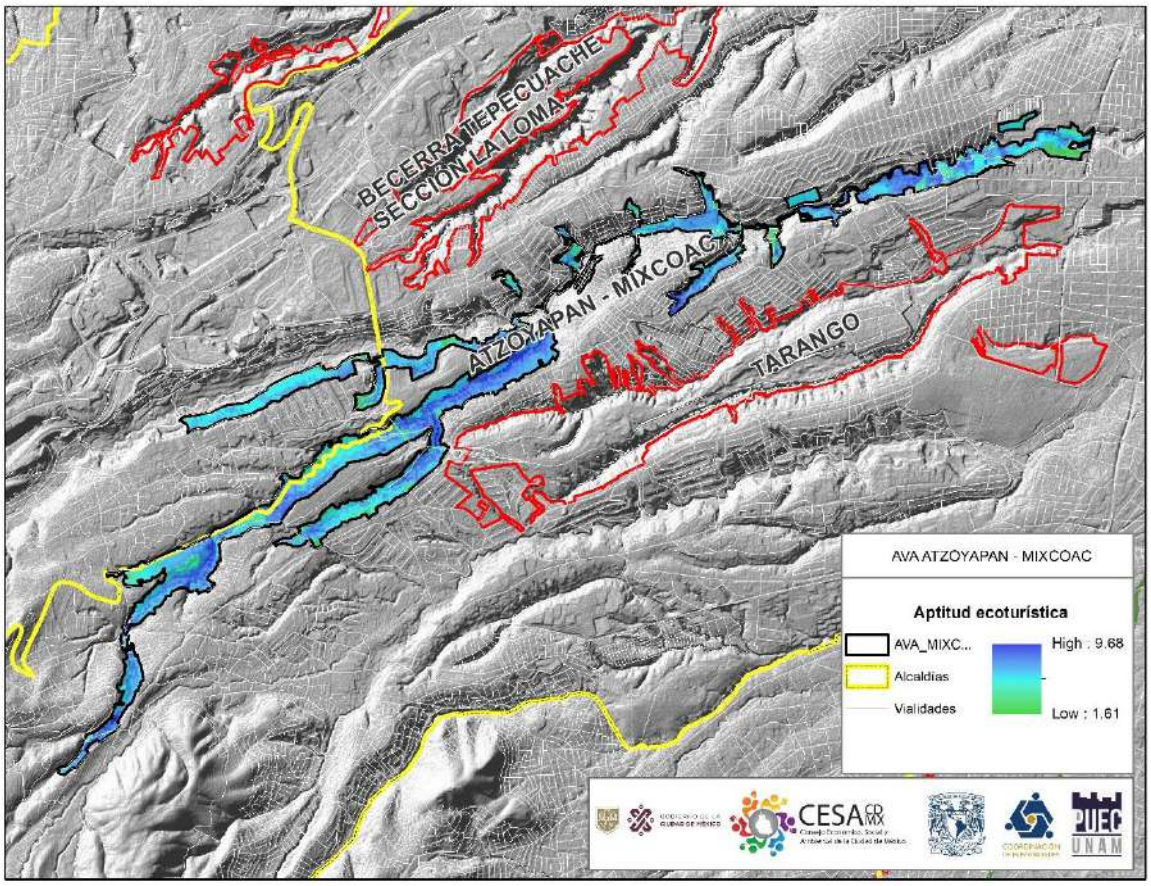
Fuente: Elaboración propia

Mapa 53. Aptitud para para el ecoturismo AVA Becerra Tepecuache



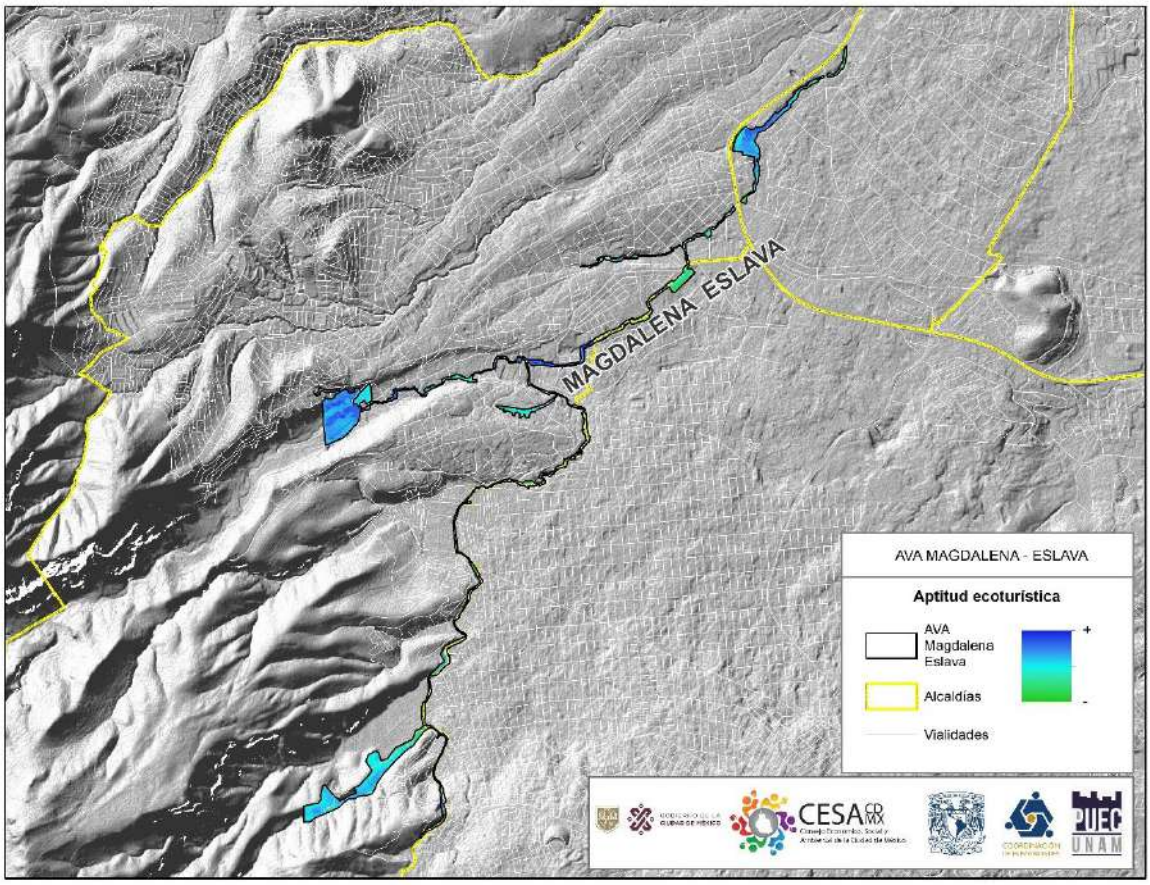
Fuente: Elaboración propia

Mapa 54. Aptitud para para el ecoturismo AVA Mixcoac-Atzoyapan



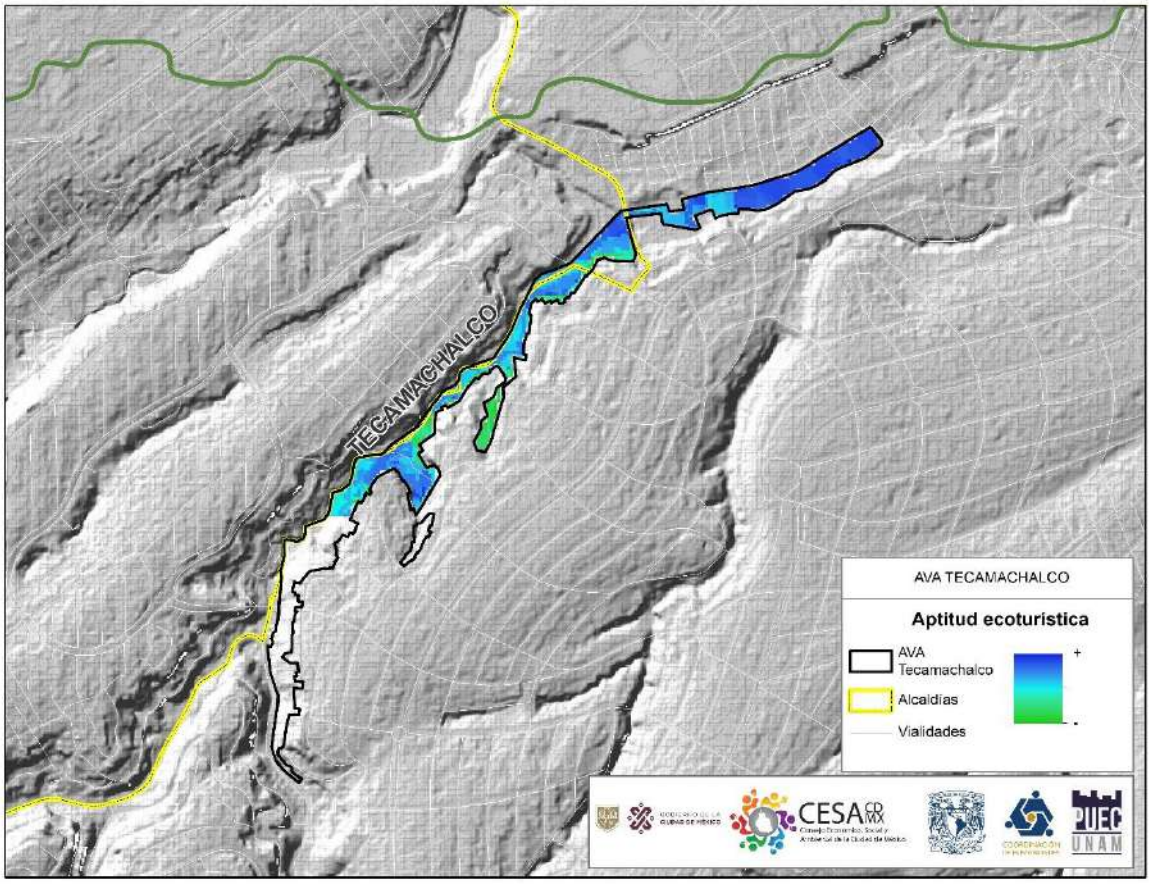
Fuente: Elaboración propia

Mapa 55. Aptitud para para el ecoturismo AVA Magdalena Eslava



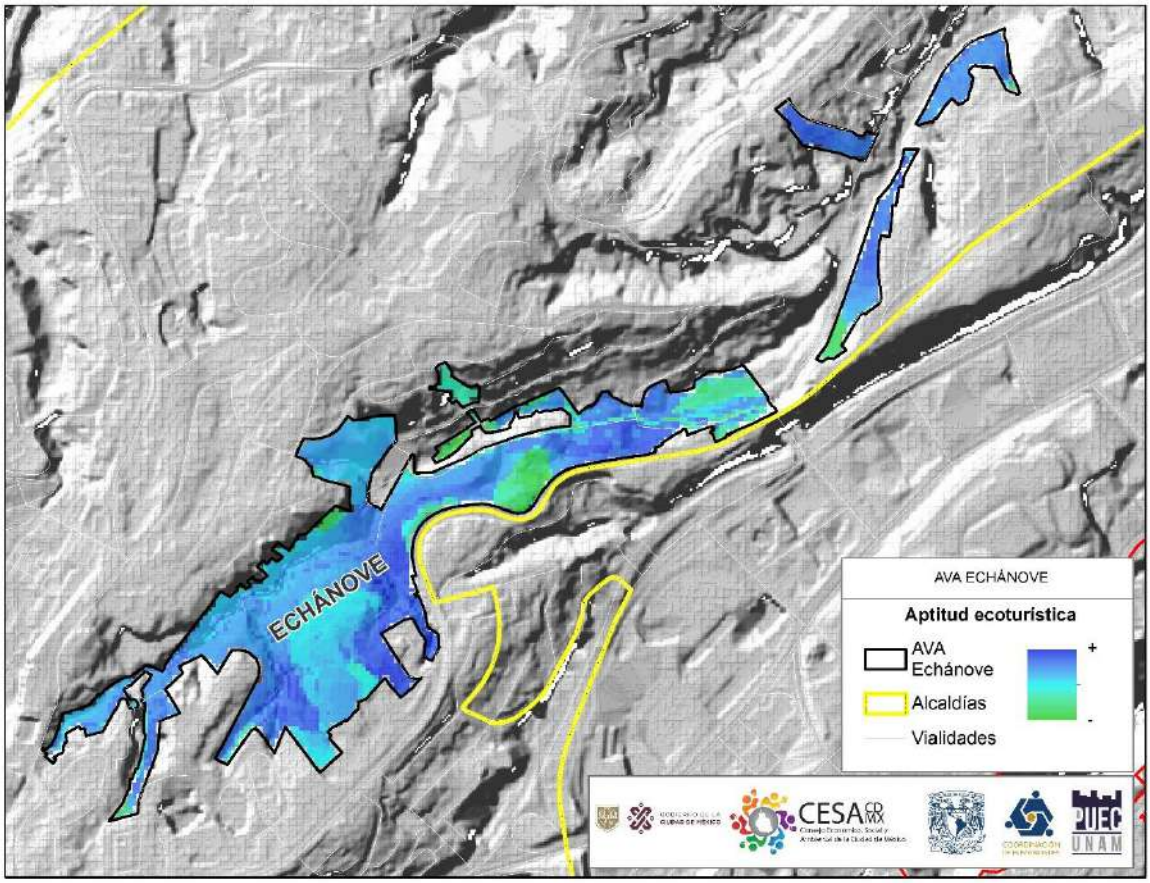
Fuente: Elaboración propia

Mapa 56. Aptitud para para el ecoturismo AVA Tecamachalco



Fuente: Elaboración propia

Mapa 57. Aptitud para para el ecoturismo AVA Echánove



Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones finales

Aunque se delimitaron superficies dentro de las barrancas estudiadas con valores altos y moderados para la determinación de áreas aptas actividades asociadas al ecoturismo, esto no implica que la totalidad de dichos espacios deban ser utilizados para el desarrollo de proyectos, por tal motivo, se concluye que son dos sitios puntuales de las seis barrancas con potencial para detonar esta actividad, y que, además del modelo de aptitud, fueron identificados mediante el trabajo de campo y de manera multidisciplinaria, sin perder de vista que el objetivo de las AVA con categoría de barranca, es la conservación de los ecosistemas que albergan.

En este sentido, los trabajos desarrollados, y fundamentalmente el trabajo de campo realizado, permitieron identificar otros aspectos que es importante considerar como parte de una adecuada gestión de los recursos naturales que aún se desarrollan en estos espacios, mismos que se enlistan a continuación:

- La cobertura determinada como bosque de encino que es la que mantiene mejores condiciones ambientales y por tanto de hábitat, puede fungir como reservorio de especies nativas de las barrancas del poniente de la Ciudad de México, constituyendo estas porciones de las AVA como potenciales áreas núcleo, particularmente aquellos sitios con relieve más pronunciado en donde la intervención humana es menor.
- Si bien el trabajo de campo no tuvo entre sus objetivos generar un listado de especies, los registros que se obtuvieron indican que la flora en las AVA, aún es diversa y es posible encontrar especies representativas de los ecosistemas, con excepción del ecosistema que en algún tiempo fue catalogado como bosque de galería y que es recomendable que se estudie con detalle para complementar los resultados de los estudios de silvofacies que se han desarrollado en algunas de las AVA por parte de la SEDEMA.
- El gobierno de la CDMX continúa trabajando en la restauración de las condiciones ambientales de las AVA, mediante diversas acciones entre las que destacan las acciones de reforestación con especies preferentemente nativas de estos ecosistemas, ejemplo de ello es la lista de especies empleadas en la reforestación de la temporada 2022 y que a continuación se presentan.

Cuadro 80. Especies utilizadas durante las jornadas de reforestación en las AVA 2022

AVA	Especies por Estrato					
	Arbóreas		Arbustivas		Herbáceas	
	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
Volta y Koch	*Quercus laurina*	Encino	*Agave salminana*	Agave	*Echeveria sp.*	Suculenta
	Fraxinus uhdei	Fresno	*Acacia farnesiana*	Huizache	*Mammillaria sp.*	Biznaga
	Lyquidambar styraciflua	Liquidambar				
	Pinus patula	Pino				
	Crataegus mexicana	Tejocote				
	Buddleja cordata	Tepozán				
Becerra Tepecuache	*Quercus laurina*	Encino	*Agave salminana*	Agave	*Cosmos bipinnatus*	Cosmos
	Lyquidambar styraciflua	Liquidambar	*Acacia farnesiana*	Huizache		
	Crataegus mexicana	Tejocote				
	Buddleja cordata	Tepozán				
Mixcoac	*Crataegus mexicana*	Tejocote	*Agave salminana*	Agave	*Cosmos bipinnatus*	Cosmos
	Buddleja cordata	Tepozán	*Acacia farnesiana*	Huizache		
Tarango	*Arbutus xalapensis*	Madronño	*Agave salminana*	Agave		
	Prosopis glandulosa	Mezquite	*Dodonae viscosa*	Chapulixtle		
	Buddleja cordata	Tepozán	*Acacia farnesiana*	Huizache		
	Yucca filifera	Yuca				
	Crataegus mexicana	Tejocote				
	Quercus laurina	Encino				
	Fraxinus uhdei	Fresno				
	Pinus patula	Pino				
	Alnus jorullensis	Aile				
	Senna multiglansulosa	Retama				
Guadalupe	*Buddleja cordata*	Tepozán	*Acacia farnesiana*	Huizache	*Cosmos bipinnatus*	Cosmos
			Agave salminana	Agave		
Jalalpa	*Buddleja cordata*	Tepozán	*Acacia farnesiana*	Huizache		

	Crataegus mexicana	Tejocote	*Agave salminana*	Agave		
	Quercus laurina	Encino				

Fuente: Dirección General del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Valor Ambiental de la SEDEMA, CDMX

- Se sugiere que se incluyan más especies de encinos y especies riparias en la reforestación, como las reportadas en los decretos de creación de las AVA y en los planes de manejo que existen de algunas de ellas, así como especies de estos ecosistemas reportadas en los resultados de campo de este proyecto.
- Se propone que en la medida de lo posible la reforestación se establezca en las coberturas de encino y bosque ripario con vegetación secundaria a fin de mejorar la composición y densidad de estas especies.
- Se recomienda instrumentar colectas de semilla de individuos de las AVA a reforestar y su correspondiente propagación, involucrando en la medida de las posibilidades a vecinos y personal de las ONG interesados en la restauración de las barrancas. Dicho involucramiento tiene que ser cuidadosamente evaluado en particular por cuestiones de seguridad y control de las procedencias del material genético a reproducir.
- Se recomienda realizar estudios de poblaciones de aves ya que se considera que algunas de las especies observadas pueden tener ya muy pocos ejemplares.
- Es recomendable que las actividades en torno a la calidad visual del paisaje se promocionen, bajo una óptica de convivencia ambiental con la naturaleza y los beneficios que aportan a la salud.
- Para la implementación de los proyectos de ecoturismo que encuentren viabilidad financiera para su ejecución, se sugiere que previamente se realicen estudios de capacidad de carga de los ecosistemas, con la finalidad de regular en flujo de visitantes y de ciertas actividades que pueden propiciar impactos ambientales de tipo sinérgico.
- La condición general de la calidad visual del paisaje en las AVA bajo estudio en de regular (media) a mala (baja), debido que son como islas verdes dentro

de la mancha urbana y por lo tanto las actividades de ecoturismo como la observación de aves o de la naturaleza y otras como el descanso y actividades lúdicas como la pintura en un ambiente natural, deben -como ya se mencionó- estar ligadas a proyectos como el senderismo y los parques urbanos de dimensiones pequeñas que es posible establecer como parte de las actuales condiciones de acceso y seguridad.

- Los valores de aptitud para el desarrollo de actividades ecoturísticas en las barrancas aumentarán en función de la recuperación ambiental (reforestación, limpieza de cauces, eliminación de descargas de aguas residuales, eliminación de contaminación visual, entre otras acciones necesarias) que se desarrollen gradualmente en las mismas.
- Si bien, actualmente las barrancas se perciben como islas verdes en la ciudad que resultan en muchos casos inaccesibles y desconocidas para la mayoría de los habitantes, la implementación de proyectos que faciliten el tránsito de personas dentro de las mismas, favorecerá la apropiación de estos espacios y la concientización social para su cuidado.
- La vinculación de los proyectos propuestos con espacios públicos existentes constituye un espacio de oportunidad que permitirá aprovechar la infraestructura y mobiliario con los que estos ya cuentan, además de promover su visibilidad ante la comunidad que se ha ido creando en estos espacios de convivencia.
- La subutilización del territorio de las barrancas y su aparente abandono, que ha promovido asentamientos humanos irregulares, invasiones y la degradación de las mismas, puede empezar a ser abatido mediante el aprovechamiento sostenible a partir de proyectos de ecoturismo.

III. ESTUDIO DE RESCATE Y VALOR AMBIENTAL DE LAS BARRANCAS

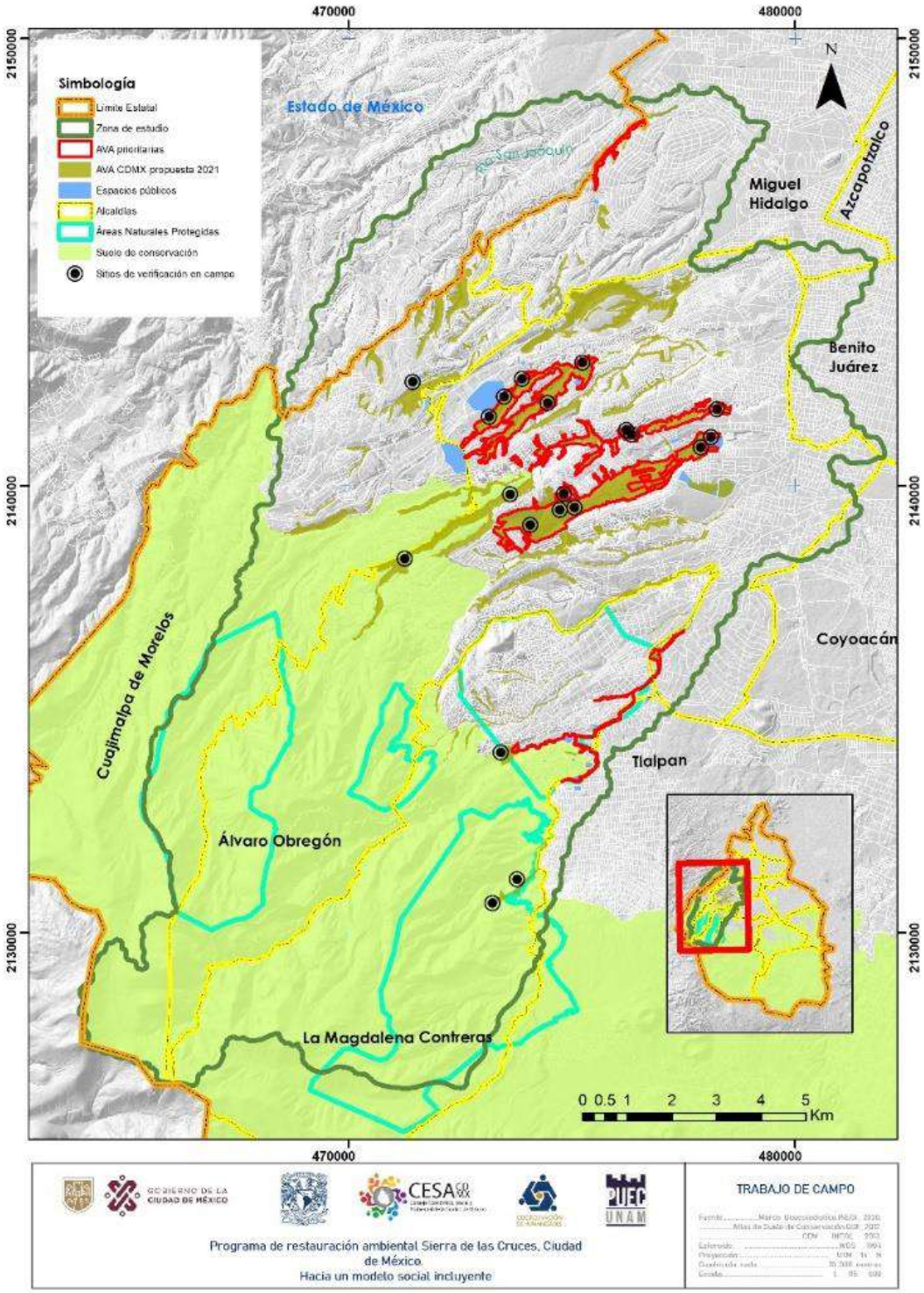
III.1 Visión integrada del marco regional para la factibilidad para la ubicación de sitios de anteproyectos

Para la implementación de la toma de decisiones de los sitios con mayor factibilidad de ubicación de anteproyectos ecoturísticos, los cuales serán enfocados para el diseño anteproyectos ejecutivos en 2 sitios con el mayor potencial de desarrollo de actividades de ecoturismo y recreación deportiva. Para ello se desarrollaron las siguientes actividades:

1) Recorridos en las 6 barrancas, entre el 22 de junio y el 11 de julio de 2022, se visitaron los sitios previamente establecidos con base en información cartográfica oficial. Se contó con acompañamiento del personal de la DGSANPAVA.

Estos sitios fueron indicativos sobre aspectos del uso de suelo y vegetación, avifauna, condiciones del entorno socio económico y de movilidad exterior e interior, así como la identificación de problemáticas socio ambientales y de gobernanza presentes en el contexto interno y externo directo de las barrancas. Estas actividades permitieron enmarcar un primer enfoque para la identificación de sitios que presentaran condiciones para ser evaluados en cuanto a su aptitud para el desarrollo de actividades ecoturísticas, recreativas, deportivas, de rescate, además de identificar el valor ambiental de las barrancas para la cosecha de agua, el desarrollo de acciones de economía y empleo sustentable, de participación social en la conservación, así como de gobernanza institucional para la sustentabilidad.

Mapa 58. Ubicación de sitio de recorrido de campo



Fuente: Elaboración propia.

2) Realización de 34 reuniones semanales de trabajo con investigadores expertos en las líneas temáticas requeridas por el proyecto, donde se configuraron primeramente las visiones del contexto regional de las 6 barrancas exponiendo esquemas de análisis disciplinarios que enmarcan sus enfoques socio territoriales permitiendo con ello la integración de un diagnóstico contextual regional sustentado en el análisis de la funcionalidad del sistema de microcuencas como ríos urbanos. En el "Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México. 2022", se reconoce que los sitios de las 6 barrancas:

- Representan espacios de tránsito de flujos de agua que con los cambios que genera el cambio climático pueden convertirse en corredores fluviales de control del riesgo hidrometeorológico para las partes bajas de la ciudad. Asimismo, el aumento esperado de la hidrodinámica en las vertientes de las partes altas y medias de las cuencas de las barrancas aumentará la intensidad morfogenética con procesos que vulneran la estabilidad de las laderas y tensionan construcciones en las partes superiores de las barrancas.
- Han perdido su relevancia como espacios que garanticen la dotación de agua presentando fuertes procesos de erosión, sin embargo, aún continúan aportando servicios ecosistémicos hídricos de humedad, mantenimiento de cuerpos de agua (ríos, presas), capacidad natural de infiltración y control de avenidas.
- Se encuentran inmersas en el suelo urbano, sujetas a diversas presiones de los asentamientos humanos y diversas actividades económicas en zonas colindantes que demandan acciones de amortiguamiento; incluyendo fuertes presiones de urbanización ilegal que ha generado diferendos legales de propiedad.
- Prestan servicios ecosistémicos de regulación (ej. microclima, regulación de los impactos de condiciones meteorológicas extremas, conectividad ecosistémica), así como servicios urbanos vinculados a áreas verdes, espacios deportivos, áreas que brindan paisajes escénicos, áreas que permiten la ventilación de brisas hacia el espacio urbano, aunque también

funcionan como drenajes abiertos de aguas grises y negras derivados de espacios domésticos de zonas aledañas, así como tiraderos de basura.

- Aunque potencialmente también representan soluciones de conectividad local para la población aledaña, enmarcando aspectos de integración social. También mantienen una funcionalidad como espacios recreativos y deportivos, con la existencia de equipamientos.
- En un sentido cultural se reconocen como elementos de patrimonio ambiental y urbano de la Ciudad de México.

Como ejes para la toma de decisiones los sitios con mayor potencial de desarrollo para la ubicación de anteproyectos para actividades de ecoturismo y recreación deportiva, se consideraron los siguientes aspectos para las **AVA:**

- Planteamiento del Plan General de Desarrollo y el Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México, el cual las define con una zonificación como franja forestal y agroecológica
- Revertir la presión urbana exterior, generando valores internos en las barrancas para neutralizar su efecto: valores naturales, urbanos, ecológicos, recreativos, educativos y económicos
- Conservación prioritaria en vertientes orientadas al norte, las cuales son más húmedas, conservadas y peligrosas, pudiendo promover su uso para conservación, restauración y educación.
- Derivado de los recorridos de campo se observó que actualmente no existe como tal un bosque de galería.
- Aún existen áreas con vegetación primaria o poco alterada que corresponden con bosques de encino y las áreas con vegetación secundaria tienden a incrementarse, producto de programas de restauración enfocados a mantener una cobertura verde, pero con mezcla de especies exóticas
- Se evidencian efectos de contaminación en la cobertura vegetal como resultado de las descargas de agua residuales y los residuos sólidos.
- Se deben mantener sus funciones de corredores ecológicos y de flujos de agua y viento.

- Se reconoce la necesidad abrir servidumbres de paso para control, mantenimiento y su seguridad, así como abrir la conectividad transversal
- Considerar abrirlas a la sociedad como espacios verdes funcionales, no cerradas
- Los servicios de los ecosistemas contribuyen con las actividades económicas y humanas consideradas para las AVA como servicios de provisión para cultivos, de polinización animal de cultivos, de provisión de bosques y servicios de regulación de bosques de contaminación atmosférica local y temperatura y precipitación local, de regulación global del clima (almacenamiento y secuestro de carbono), de control de inundaciones, de regulación del ciclo hidrológico, de recreación basado en la naturaleza y de valoración de inmuebles basado en la naturaleza.
- Se definió que las zonas con mayor aptitud corresponden a espacios accesibles con presencia de bosque en buen estado de conservación.
- La accesibilidad registrada es relativa, si bien en distintas zonas de las no se identifica un acceso, éste podría habilitarse.
- Las zonas con presencia de espacios públicos constituyen espacios estratégicos de acceso donde podrían implementarse proyectos ecoturísticos sinérgicos con los equipamientos recreativos y deportivos existentes.
- Los accesos registrados se encuentran a una distancia menor a 500 m, lo que constituye una longitud caminable y accesibles a la red de transporte público.
- Existen zonas donde coincide la accesibilidad, calidad del paisaje y cercanía a espacios públicos con la prestación de servicios ecosistémicos (fijación de carbono y provisión de hábitat), por lo que las propuestas podrían coadyuvar a la preservación de dichos servicios en la barranca

3) Reuniones de presentación de avances a representantes de instancias de gobierno de la Ciudad de México:

- Consejo Económico, Social y Ambiental (CESA)
- SEDEMA. Subdirección de Áreas de Valor Ambiental

- Secretaría de Movilidad (SEMOVI)
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI)
- Protección Civil. Dirección General de Resiliencia
- Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva. Dirección de Instrumentos de Planeación

4) Reuniones específicas de trabajo

7 de octubre. En el Instituto de Geografía de la UNAM el equipo de trabajo se reunió con representantes de SEDEMA con el fin de realizar la presentación de la metodología definida para integrar los modelos territoriales que cuantifican y territorialicen el potencial de uso y servicios de los ecosistemas para alinear las acciones relacionadas con la protección de la biodiversidad (calidad de hábitat), secuestro de carbono y turismo alternativo.

Durante la presentación se enmarcaron los posibles usos que los resultados de estos modelos podrían tener para enmarcar zonificaciones de las AVA, así como elementos para la toma de decisiones a nivel gubernamental.

27 de octubre. Se produjo una reunión entre el equipo de trabajo en el laboratorio de Movilidad e Infraestructura Verde de la Facultad de Arquitectura de la UNAM y representantes de SEDEMA. Donde el punto tratado fue el cambio de entrada A5 del sendero norte de la Barranca Tepecuache buscando no pasar por la cortina y si por la parte sur.

29 de octubre. Se reunieron con el equipo de trabajo en el laboratorio de Movilidad e Infraestructura Verde de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, representantes de SEMOVI, SEDEMA y SEDUVI.

Los puntos tratados fueron

1. Pertinencia de los accesos, infraestructura y transporte público. Se definieron en un mapa con 3 posibles accesos para el caso de Becerra Tepecuache, Asimismo, se definieron en un mapa de senderos 4 posibles accesos para el caso de Tarango.

Con el representante de SEMOVI se ubicaron paraderos y rutas de transporte público coincidentes con la mayoría de los accesos. Asimismo, presento la base de datos abiertos de la CDMX que incluye el conjunto de ciclovías existentes y otras potenciales que se pueden proponer para mejorar la accesibilidad y conectividad a las barrancas seleccionadas.

2. Se comentaron los componentes del programa arquitectónico propuestos, al respecto se planteó el no proponer estacionamientos nuevos al interior de las AVA a excepción de los ya existentes en ambas barrancas y zonas que ya cuenten con planchas de concreto.

Se plantearon además los componentes arquitectónicos como bici estacionamientos, sanitarios secos con superficies mínimas, espacios de bienvenida tipo ágora, sitios de estancia, mobiliario con elementos naturales, efímeros y refugio para grupos al igual que una zonificación de actividades potenciales para ambas barrancas, incluyendo sitios de avistamiento de aves y espacios para "bike parks"

En cuanto a ciclovías se enfatizó proponer la conectividad con el Parque de la Mexicana, la renovación, recuperación y ampliación de la infraestructura existente.

31 de octubre. Se realizó una reunión de trabajo con personal del Consejo Económico, Social y Ambiental donde se expusieron los siguientes temas:

- Evaluación del potencial de usos y servicios ecosistémicos
- Proyecto de Cosecha de agua
- Proyecto de economía y empleo sustentable
- Proyecto de Ecoturismo, Red de Senderos y sitios aptos para actividades ecoturísticas y de conservación
- Estudio de gobernanza para la sustentabilidad
- En esta reunión se establecieron precisiones a los enfoques de cada proyecto presentado:
- La evaluación del comportamiento de la lluvia como un fenómeno extraordinario estimó que la erraticidad de la lluvia en los próximos 100 años

en las AVA será un factor de alto riesgo, principalmente en los tramos totalmente cerrados por asentamientos urbanos implicando que las barrancas de Tepecuache y Tarango tengan mejores posibilidades de captación de agua

- La mayor parte de los cauces ofrecen zonas de concentración de escurrimientos que son focos de alto riesgo para generar inestabilidad de laderas
- En condiciones de eventos máximos provocados por el cambio climático pueden presentarse flujos turbulentos con elevado potencial de erosión
- Las AVA Tarango y Mixcoac son las que tienen la mayor capacidad de almacenamiento y captura de carbono
- Se sugirieron como espacios de participación: mesa de trabajo territorial y mesa de trabajo con dependencias
- Ajustar la a normatividad para fortalecer el régimen de la AVA, diferenciando las barrancas de los bosques urbanos y de otros espacios sujetos a protección; integrarlas a la zonificación del suelo de conservación y establecer su zonificación secundaria y emitir un reglamento
- Fortalecer la coordinación de autoridades y los mecanismos de participación social a través de crear un Consejo para las AVA.
- Prever en el Fondo Ambiental la posibilidad de destinar recursos a las AVA.

3 de noviembre. Asimismo, se reunió el equipo de trabajo de Gobernanza para la sustentabilidad con representantes de SEDEMA. Donde los puntos tratados fueron intercambio de posiciones sobre los alcances para la regulación de las AVA.

Consideraciones generales

En este contexto, la localización de los espacios con aptitud para el desarrollo de actividades ecoturísticas tiene como visión la recreación pasiva y activa al aire libre donde se generen espacios públicos y privados que conserven los servicios ecosistémicos y promuevan el desarrollo económico comunitario a través de emprendimientos sociales enmarcados en un marco normativo congruente con los instrumentos de planeación impulsados por el Gobierno de la CDMX.

Figura 31. Visión sobre la localización de los espacios con aptitud para el desarrollo de actividades ecoturísticas en las AVA



Fuente: Elaboración propia.

Es así que, retomando los resultados del Estudio de evaluación del potencial de usos y servicios ecosistémicos, se enmarca que de acuerdo a 4 indicadores: calidad de hábitat, almacenamiento de carbono, calidad visual del paisaje y accesibilidad, los cuales definen la aptitud para el ecoturismo de cada AVA bajo la siguiente valoración:

Cuadro 81. Aptitud para el ecoturismo de cada AVA

AVA	Aptitud promedio	% superficie con aptitud alta (8-10)	% superficie con aptitud media (5-7)	% superficie sin aptitud (0-4)
Tarango	**5.1**	3.2	**69.6**	27.1
Magdalena Eslava	4.8	7.6	60.1	32.3
Becerra Tepecuache	**7.0**	46.0	43.2	10.7
Mixcoac Atzoyapan	**5.6**	20.2	57.8	22.0
Echánove	4.8	0.2	73.7	26.2
Tecamachalco	3.6	0.0	44.2	55.8

Fuente: Elaboración propia

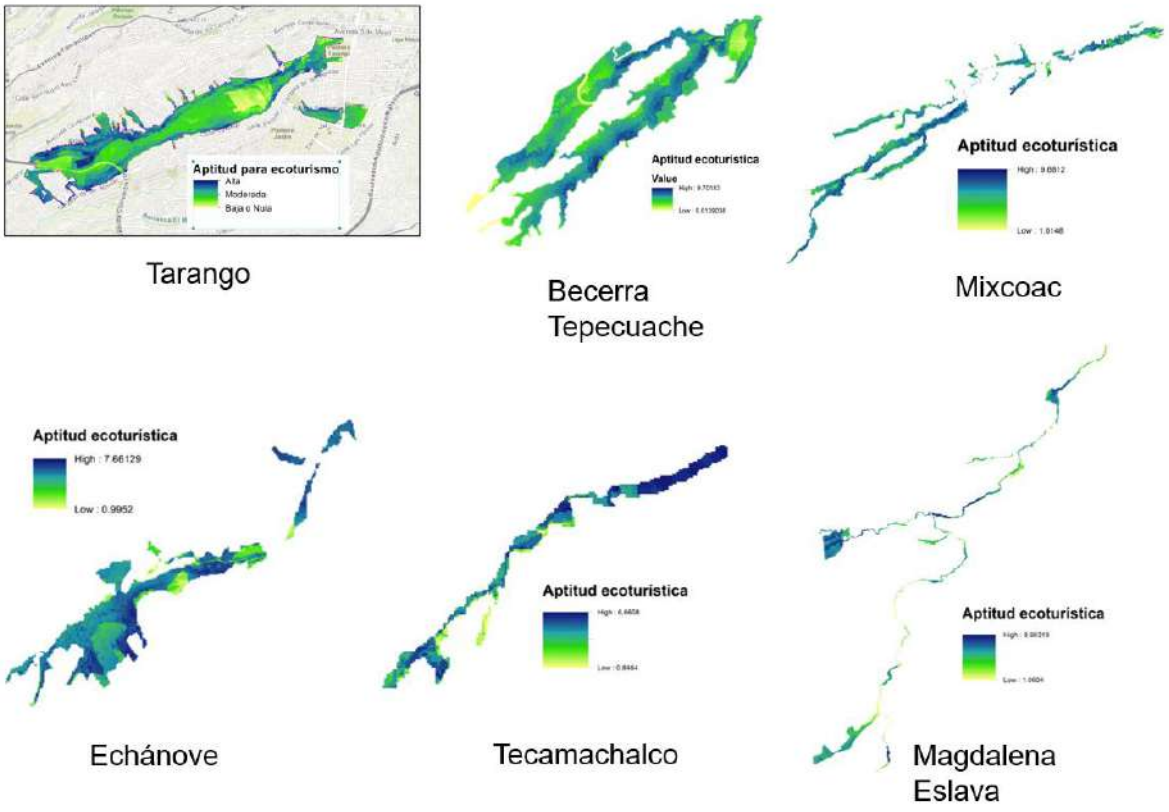
Enmarcando que la aptitud promedio más alta la presenta la AVA Becerra Tepecuache, ya que en su territorio 46% de la superficie del AVA ostenta valores con alta aptitud para el potencial desarrollo de actividades ecoturísticas, aunado a esto,

una superficie similar (43.2%) cuenta con valores de aptitud moderada, con lo cual únicamente en poco más de 10% del área de esta barranca no existen condiciones de aptitud para implementar proyectos asociados con el ecoturismo. En este sentido, el AVA se perfila como una de las alternativas más oportunas y en las que se propondrá uno de los proyectos de red de senderos específicos a desarrollar.

Mientras que en el caso de la AVA Tarango también presenta valores altos de aptitud promedio para el ecoturismo. Si bien la superficie con valores altos de aptitud solo se distribuye en 3% de la superficie total de la AVA, los valores de aptitud moderada se extienden en 69.6% de su superficie, condición que asociada a que en estos sititos ya se desarrollan ciertas actividades recreativas (aún sin la infraestructura adecuada), propicia que sea igualmente propuesta para el desarrollo de un proyecto de que organice, fortalezca e incremente el uso que actualmente se les da a estos espacios.

Circunstancias que definen como sitios de mayor aptitud para el desarrollo de actividades ecoturísticas a las AVA Becerra Tepecuache y Tarango, las cuales serán consideradas para la propuesta de proyectos específicos.

Figura 32. Condición de Aptitud para el ecoturismo en las AVA



Fuente: Elaboración propia

III.2 Anteproyecto de cosecha de agua

III.2.1 Análisis de las cuencas de las barrancas

Las cuencas hidrográficas son unidades físico-naturales muy importantes en la planeación y gestión ambiental papel reconocido desde los inicios de la geomorfología de cuencas. Como base de esto está el papel funcional que los ríos tienen al interconectar y caracterizar todo el espacio geográfico que constituye la cuenca, en la que transcurren los flujos hídricos superficiales y subterráneos que transportan energía y materia desde las partes altas de la cuenca de captación a las zonas bajas conduciendo a través de todo el sistema de cauces con laderas tendidas o abruptas que conforman barrancos, cañones, valles que se forman como consecuencia de las condiciones de erosión denudación que los fenómenos morfogenéticos generan en la superficie de la corteza de la Tierra. Con esta

característica el agua es un elemento morfogenético fundamental en el régimen hidrodinámico de las cuencas afectado por su grado de torrencialidad.

En el caso de la Sierra de las Cruces se diferencian claramente las tres unidades espaciales desde la cuenca alta captación en la parte montañosa, la cuenca media que ocupa parte de las tierras altas montañosas y gran parte del talud alto, medio y distal y, finalmente, se presenta la cuenca baja de recepción en el talud bajo. La zona de las barrancas ocupa esencialmente el talud medio y bajo. Reciben por lo tanto flujos estacionales importantes de la cuenca montañosa, pero esencialmente, hoy día, reciben aguas grises y negras de los asentamientos urbanos que han invadido todo el talud y rodean y flanquean todo el perímetro de las barrancas.

Por esta razón, aunque las zonas montañosas son aún importantes para todo el sistema hidrográfico pues, es ahí, donde se capta y se infiltra la mayor cantidad de agua de lluvia qué se precipita en las cuencas, sin embargo, cada vez es de mayor importancia la intensidad y torrencialidad que ocurre en los taludes medios de las barrancas, donde el efecto de la isla de calor ha inducido precipitaciones de tormenta que se suman a la captación pluvial normal lo largo de todas las cuencas de las barrancas.

Infortunadamente el almacenamiento hídrico en las barrancas no es bueno, por la contaminación que sufre el agua pluvial que se mezcla con aguas grises y negras que se produce en toda la red de drenaje, dada la proliferación de emisores domésticos y urbanos que confluyen en ellas. A esta situación se suma la gran cantidad de residuos líquidos y sólidos, que empantanan los cauces y embalses de las presas construidas a finales del siglo XIX y en la primera parte del siglo XX, como equipamientos para almacenamiento de agua, control de avenidas y generación de energía eléctrica. Tal como fueron los dínamos sobre el río Magdalena, las presas de Texcalatlaco, Tarango, Mixcoac, Tacubaya, San Joaquín, Tecamachalco, entre otras importantes. Equipamientos que, con la llegada de los asentamientos urbanos y el entubamiento de los ríos, dejaron de contar con mantenimientos adecuados y hoy se encuentran casi totalmente inservibles y fuera de su vida útil.

Por esta razón la cosecha de agua se asocia al potencial que se tiene con las escorrentías superficiales en zonas de captación a través de galerías de infiltración y captación superficial de la escorrentía a microcuencas con obras de almacenamiento que se pueden ubicar sobre las laderas.

Para la estimación de la captura potencial y delimitación de las zonas con mejores posibilidades, se procesaron y analizaron los datos de altimetría y micromorfología del relieve a partir de modelos digitales de elevación, así como también se revisó la configuración de la red hidrográfica. Se realizó una modelación e interpretación geomorfológica, además del análisis de la pluviometría y la estimación de la intensidad y torrencialidad de la lluvia. La interpretación para el análisis se realizó con la segmentación de los elementos hidrográficos de las cuencas, que son:

1. Cuenca alta: zona de captación montañosa donde se inician las cabeceras de la mayor parte de las cuencas grandes como son La Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, y San Joaquín. En esta zona predomina la iniciación y confluencia de corrientes de primero y segundo orden, evidenciando procesos denudatorios y erosivos de baja intensidad, porque la energía hidráulica está bien amortiguada por la cubierta forestal.
2. Cuenca media: es el área transicional ocupada por el talud de pie de monte entre la cuenca alta y la cuenca baja del sistema hidrográfico. Corresponde al paisaje de las barrancas con sistemas de lomeríos, colinas, vallecitos y planicies intermontanas de las porciones superiores de abanicos aluviales y rampas de piedemonte, todo el conjunto mantiene una energía morfogenética media con mayor integración de la red de drenaje y ordenes intermedios, esto es corrientes de segundo y tercer orden. La erosión y denudación de los suelos son fuertes porque existe una menor protección forestal y las pendientes son abruptas.
3. Cuenca baja: ocupa sólo pequeñas porciones del área de llegada a la parte inicial de la planicie lacustre de la cuenca de México. Incluye las áreas aledañas donde los cauces han sido entubados y están totalmente cubiertos por las edificaciones urbanas.

Inestabilidad de laderas

La inestabilidad de laderas constituye la mayor amenaza en las barrancas, esta condición se presenta en toda la unidad afectando las geoformas con una pendiente abrupta en las que se presentan dinámicas de reptación, solifluxión, flujo de suelos, deslizamientos de detritos y desprendimientos de material como caídas de rocas.

La frecuencia y la intensidad de estos procesos dependen fundamentalmente del ángulo de inclinación y la morfología de las laderas, el ángulo de reposo del material, la consolidación y el grado de fracturamiento y/o agrietamiento de éste, las condiciones locales de sismicidad y las condiciones climáticas. Además de que las actividades antrópicas aceleran los mecanismos y condiciones que los generan, aumentando en sitios de exposición hacia el sur donde la deforestación, quemas, alteración del drenaje y edificación, han afectado más los perfiles del suelo y subsuelo no obstante su menor pendiente.

Hundimientos del terreno

El peligro por hundimiento afecta y desplaza el suelo, en áreas con tunelamiento de minas en las que colapsan los techos de cavernas que no fueron adecuadamente estabilizadas, antes de la edificación urbana. En forma conjunta se presentan fallas geológicas y actividad sísmica que hacen más vulnerable la estabilidad del suelo a la sobrecarga de este por las edificaciones y el abatimiento de los niveles freáticos, que también ocasionan grietas de desecación importantes para provocar incluso movimientos de masa.

Modelo digital de elevaciones y pendientes

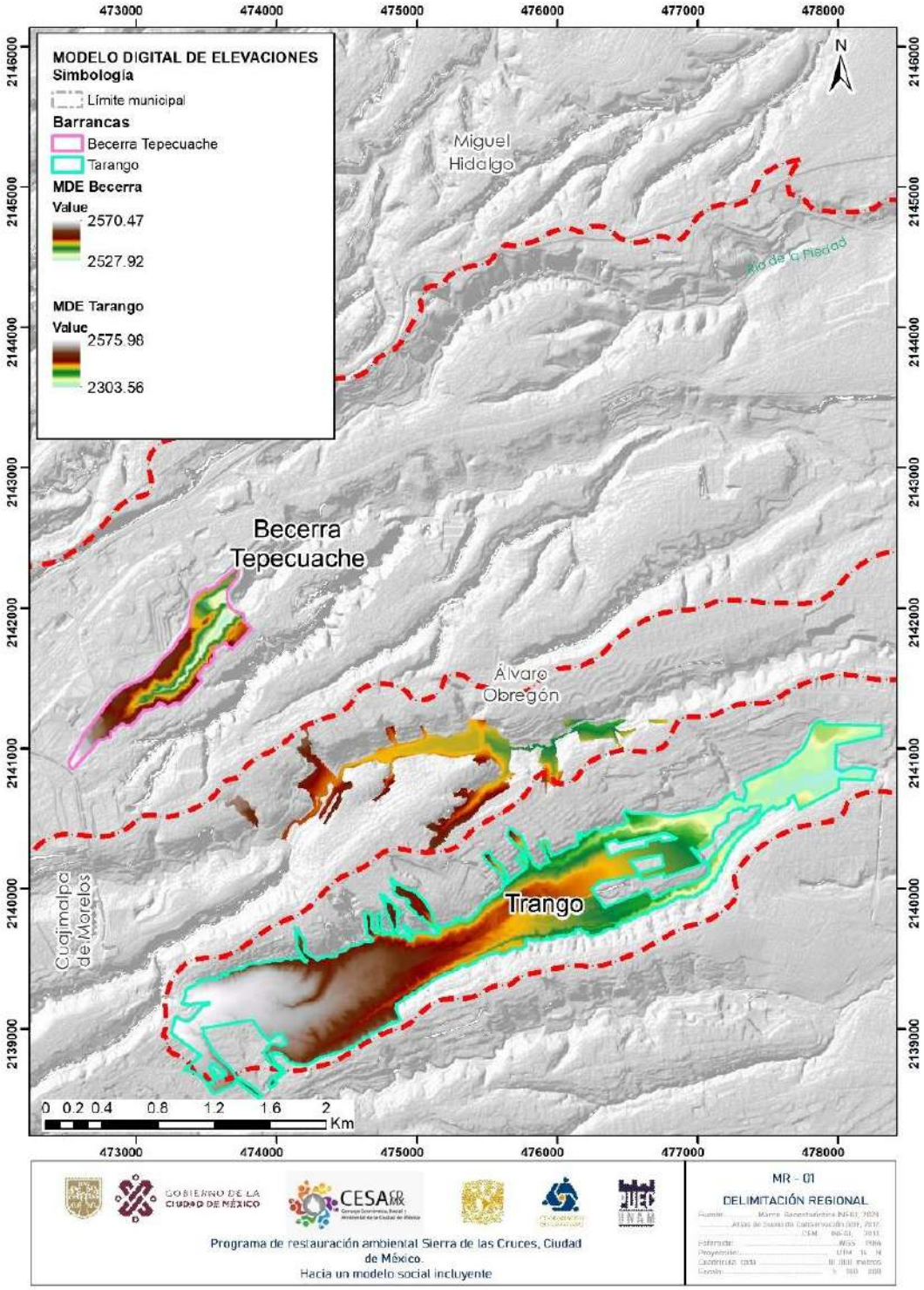
El estudio del terreno y sus características es un tema principal para incorporar en el análisis pues a partir de éste se obtienen elementos que permiten identificar zonas susceptibles a escurrimiento, captación e inundación.

El análisis parte del modelo digital de elevaciones (MDE) para identificar la forma del relieve y las altitudes del terreno, y como subproducto de éste, el análisis de pendientes que nos permite identificar zonas llanas, medias y abruptas, de las barrancas seleccionadas para la implementación de los anteproyectos.

En los mapas siguientes se muestra el análisis para identificar las zonas con susceptibilidad a la acumulación de agua. El modelo digital de elevaciones para cada barranca es reclasificado para mostrar las zonas de muy baja y baja altitud y que corresponden a una susceptibilidad muy alta y alta para acumular agua. Con respecto a las pendientes, éstas son reclasificadas en 6 clases donde la clase 1 y 2 representan pendientes de 0 a 3 grados y de 3 a 6 grados respectivamente, siendo las zonas más susceptibles a la acumulación de agua por ser terrenos llanos que permiten la escorrentía y acumulación de agua.

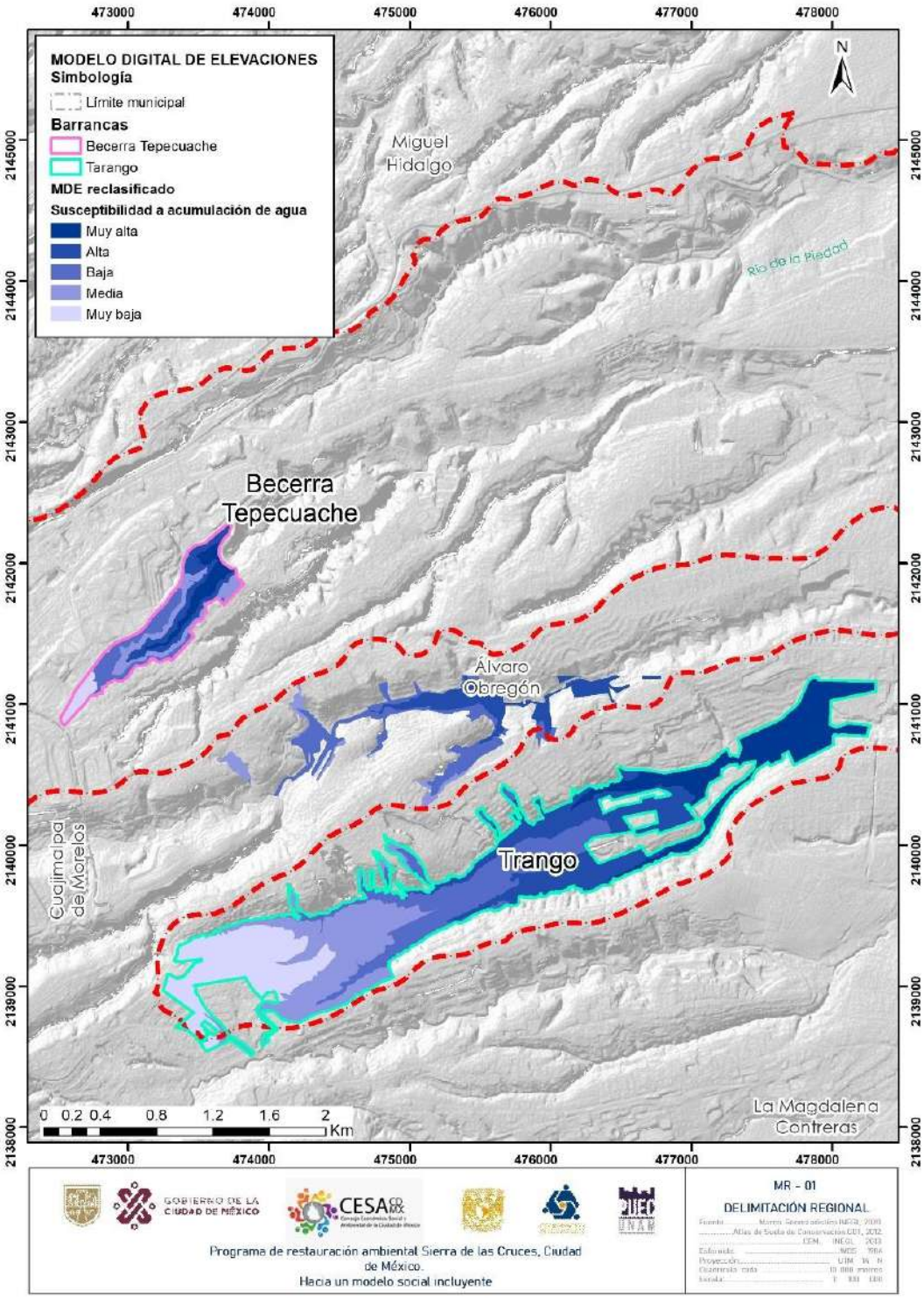
Finalmente se hace un cruce entre las capas reclasificadas MDE y pendientes obteniéndose las áreas con mayor susceptibilidad a la acumulación de agua, las cuales están representadas por zonas muy bajas y bajas con pendientes de 0 a 6 grados y cuya condición será de acumulación de agua y erosión hídrica.

Mapa 59. Modelo digital de elevaciones



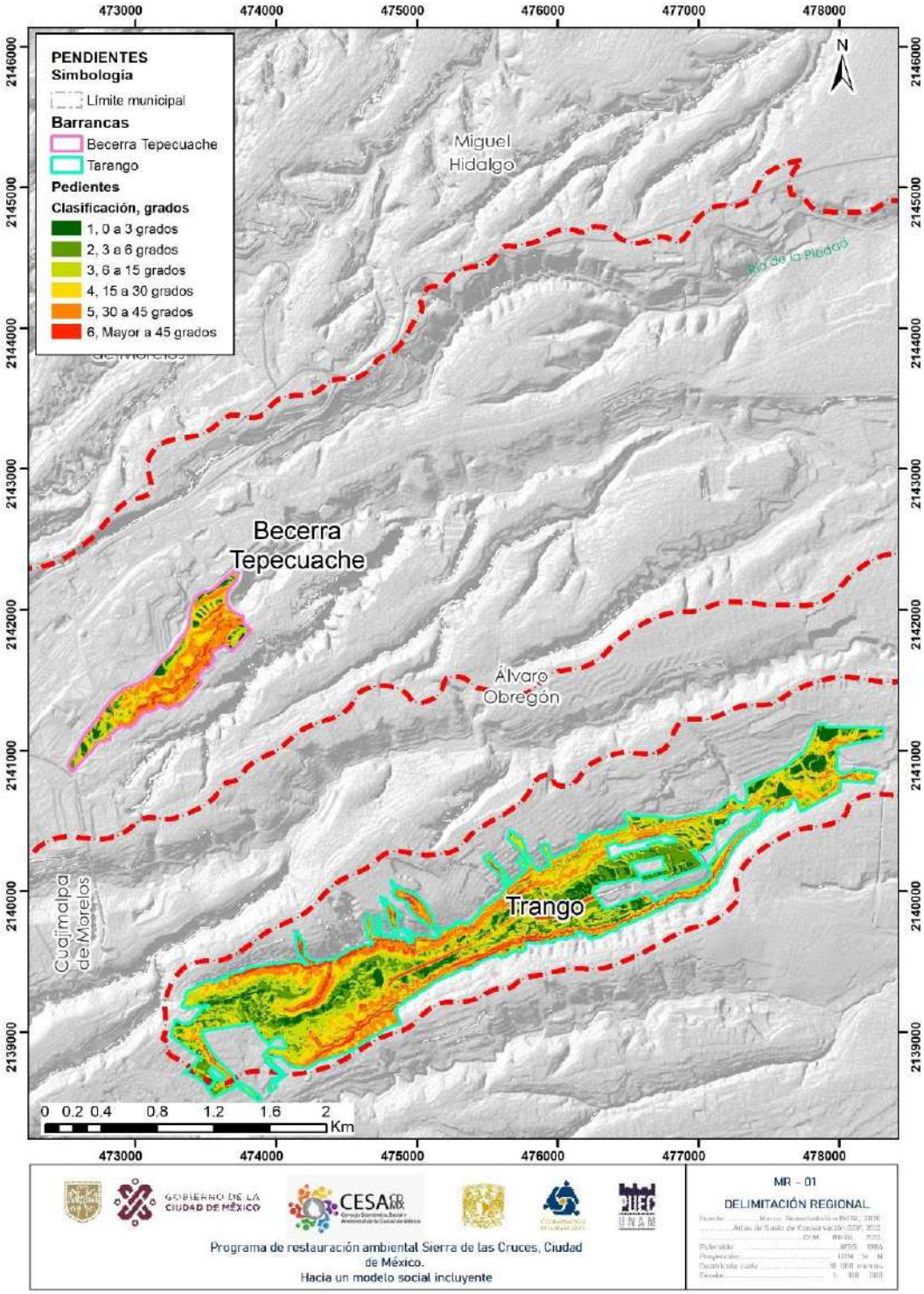
Fuente: Modelo digital de elevaciones de alta resolución Lidar tipo terreno, INEGI 2010

Mapa 60. Reclasificación del modelo digital de elevaciones. Susceptibilidad de acumulación de agua por la diferencia de alturas



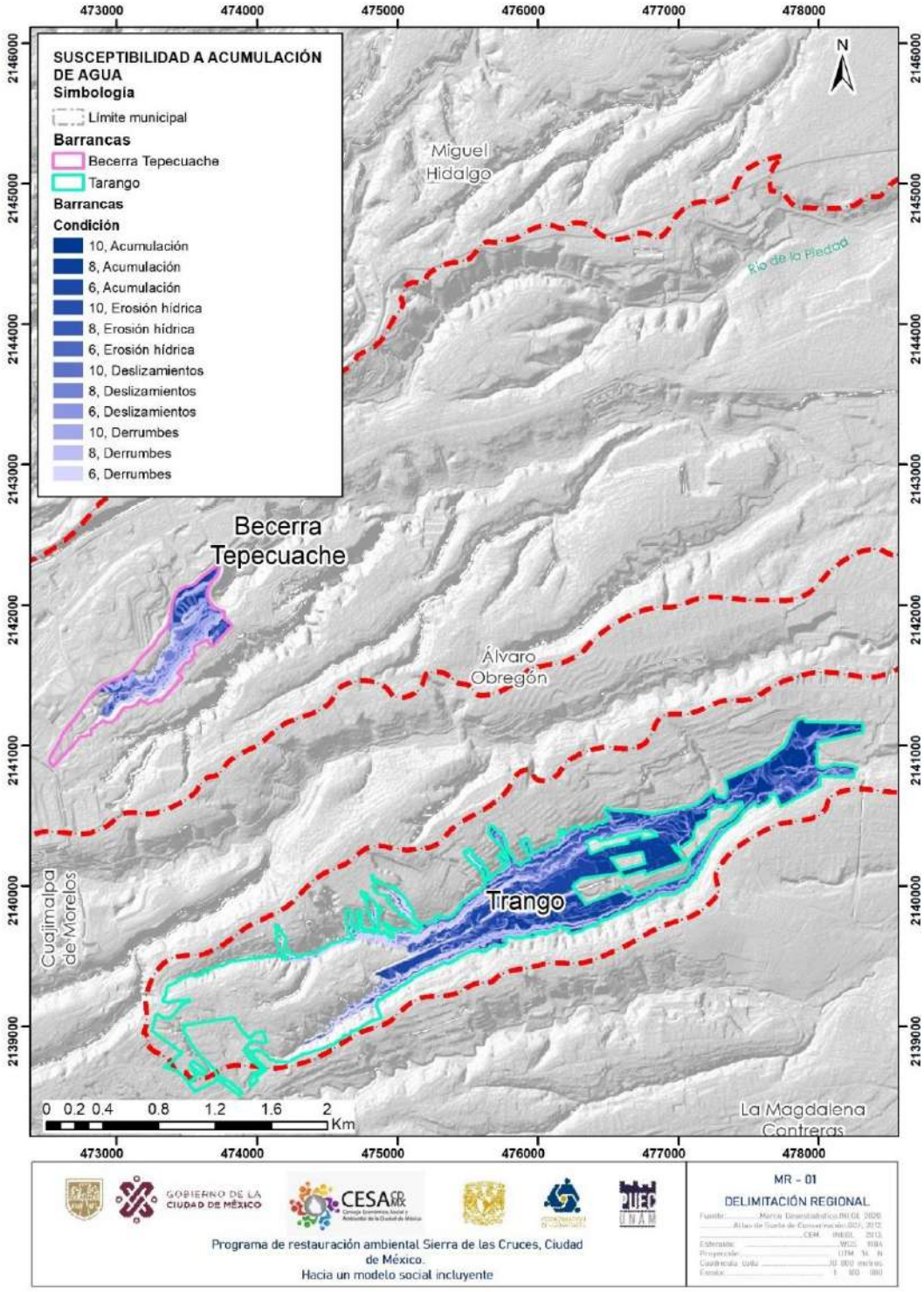
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 61. Pendientes del terreno



Fuente: Elaboración propia.a partir del Modelo digital de elevaciones de alta resolución Lidar tipo terreno, INEGI 2010

Mapa 62. Zonas con susceptibilidad a la acumulación de agua



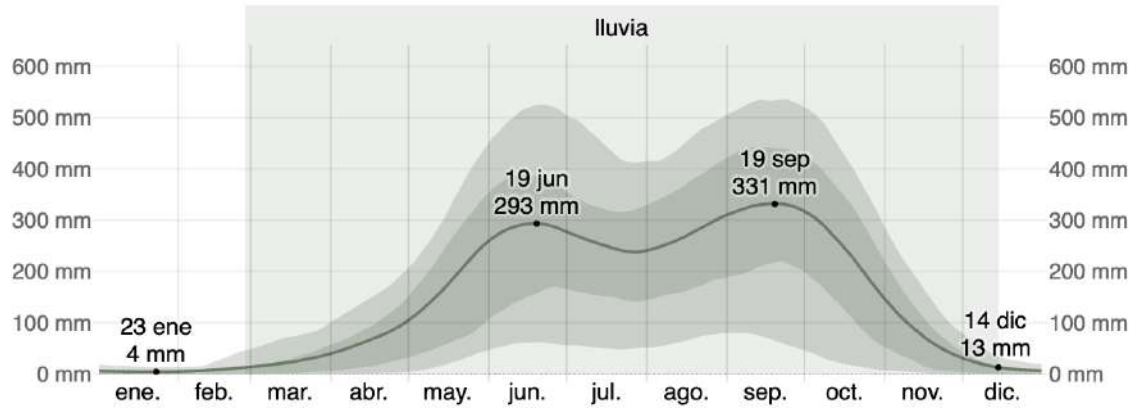
Fuente: Elaboración propia.a partir del Modelo digital de elevaciones de alta resolución Lidar tipo terreno, INEGI 2010

III.2.2 Análisis de la precipitación y la temperatura por cuenca hidrográfica

En las barrancas el clima es templado semicálido, con variaciones notables debido a los cambios altitudinales que se presentan a lo largo del talud transicional de la sierra de las Cruces. En la parte baja de las barrancas la temperatura media anual varia de 15.5 a 17.5 °C durante la primavera. La temperatura mínima ocurre en invierno con 10 °C. En las zonas intermedias la temperatura media anual es de 15 °C; para la primavera las temperaturas mínimas de invierno alcanzan los 13.2 °C. En la parte sur el clima deja de ser templado para convertirse en un clima semifrío. La temperatura media anual es de 10 °C, la máxima se presenta en primavera y alcanza los 12 °C y la mínima es de 8.1 °C.

La precipitación anual tiene un régimen estacional de verano. Se presenta en los meses de junio a septiembre. La precipitación invernal ocurre en los meses de noviembre a febrero y varía entre 1,000 y 1,200 mm anuales. El régimen de precipitación anual tiene una caída de lluvia que acompaña a la canícula que separa las lluvias derivadas de la presencia de los vientos alisios que ocurren entre mayo y junio, para dar paso en los meses de julio a octubre a las lluvias más importantes generados por la circulación ciclónica del Atlántico. La figura siguiente muestra la intensidad de las lluvias que presentan un periodo menor en junio con 293 mm, y el otro mayor de septiembre con 331mm., de lluvia. El cambio climático está influyendo en la intensidad de la lluvia generando periodos interanuales secos con otros donde la intensidad de la lluvia aumenta notablemente. Esta situación aún no registra datos suficientes para encontrar un patrón que muestre una tendencia definitiva en el patrón y régimen de las lluvias. Pero sin duda es muy importante vigilar que la torrencialidad de los fenómenos sin duda será un problema para la estabilidad de los asentamientos en todo el talud de la sierra y particularmente de los que rodean a las barrancas.

Figura 33. Condición de torrencialidad



Fuente: [chttps://es.weatherspark.com/y/10535/Clima-promedio-en-Álvaro-Obregón-México-durante-todo-el-año#Sections-Precipitation] Consultado agosto 2022.

Análisis de tendencias de temperatura

Los datos de temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron de los promedios anuales por zonas funcionales, a partir de los cuales se interpreta que la temperatura media es de 27.1 °C. La parte fría se localiza en la parte alta del talud en los límites de la zona montañosa, con 23 °C y la parte cálida ocurre en las partes bajas de las barrancas con 32 °C. También es notable que la temperatura es mayor en las partes superiores de los lomeríos y mesetas de las barrancas, así como de las laderas con exposición al sur donde las temperaturas pueden estar por arriba de los 30 °C. Por lo tanto, se tiene que considerar que a esta situación natural se agrega el efecto de la isla de calor urbano, que tiende a calentar los ambientes superiores y bajos de los valles de las barrancas, afectando negativa y notablemente las condiciones que mantienen los ambientes forestales templados que aún subsisten en ellas, y propiciando en cambio la proliferación de matorrales secundarios que no ofrecen las ventajas de servicios ecosistémicos que hasta ahora tienen cierta importancia.

El cuadro y figura siguientes contienen las marchas anuales de las temperaturas, media, máxima y mínima de la porción media y baja de las barrancas en la alcaldía

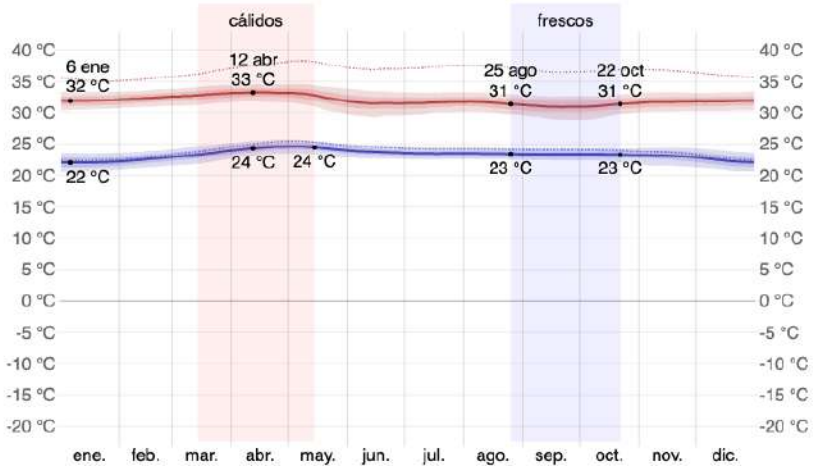
Álvaro Obregón, que es la que contiene el mayor territorio de las barrancas que interesan este proyecto.

Cuadro 82. ***Marcha anual de temperatura (°C)***

Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	32	32	33	33	33	32	32	32	31	31	32	32
Temperatura	26	27	28	28	28	27	27	27	26	27	27	27
Mínima	22	23	23	24	24	24	24	23	23	23	23	22

Fuente: [https://es.weatherspark.com/y/10535/Clima-promedio-en-%C3%81lvaro-Obreg%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature] Consultado agosto 2022.

Figura 34*. Marcha anual de temperatura*



Fuente: [https://es.weatherspark.com/y/10535/Clima-promedio-en-%C3%81lvaro-Obreg%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature] Consultado agosto 2022.

Isla de calor urbano

La isla de calor urbano se caracteriza por una elevación de la temperatura de más de 2°C en promedio. El fenómeno se produce por absorción de calor de las superficies urbanas durante el día y su posterior irradiación nocturna que forma una burbuja de aire caliente que desde la parte baja de la ciudad asciende por las depresiones de las barrancas modificando en ellas el perfil térmico semitemplado del aire, con la consecuente alteración de los microambientes y afecta otras características como la presión atmosférica, los vientos, la nubosidad y la precipitación, así como la redistribución de contaminantes y los procesos meteorológicos extremos (Conde, Pabón y Sánchez, 2013).

En la Ciudad de México, tal efecto ha llevado a que en años recientes se alcancen temperaturas de casi 34°C en algunas partes de la ciudad, condición no experimentada durante la mayor parte del siglo XX. Los datos históricos muestran que la temperatura en el valle de México ha aumentado unos 4°C en promedio anual. De este aumento, al menos 3°C, puede asociarse directamente con el grado de urbanización (Landa, Magaña y Neri, 2008)

La vulnerabilidad que genera la isla de calor en las barrancas se relaciona con los servicios ambientales que éstas mantienen, particularmente los de regulación: calidad del aire, regulación del clima, ciclo del agua, control de la erosión, fertilidad del suelo, purificación de aguas residuales, control de enfermedades y plagas, polinización y resiliencia ante amenazas. También se amenazan servicios ecosistémicos de provisión como: agua y germoplasma. Otros de soporte como son: procesos edáficos, fotosintéticos, cadenas tróficas, ciclos geoquímicos, procesos morfogenéticos, de polinización y captura de carbono.

Por lo tanto, es muy importante considerar la mitigación de la isla de calor ya que al conservar y aumentar las zonas de vegetación de las barrancas aumentará la humedad, disminuirá la temperatura y se mantendrá, o mejorará, la calidad de aire con beneficio para la ciudad en el talud y en la planicie.

III.2.3 Cosecha de lluvia

Precipitación media

La precipitación que cae en un sitio dado difiere de la que cae en los alrededores, aunque sea en sitios cercanos, por lo que es necesario conocer la precipitación media en una zona dada y es importante para la determinación del balance hídrico o cuantificación de la precipitación en una cuenca, subcuenca o microcuenca para un intervalo de tiempo específico.

Del análisis de precipitación media que cae en la zona de estudio se toma el análisis por las dos microcuencas que integran la zona de las barrancas donde se desarrollarán los anteproyectos.

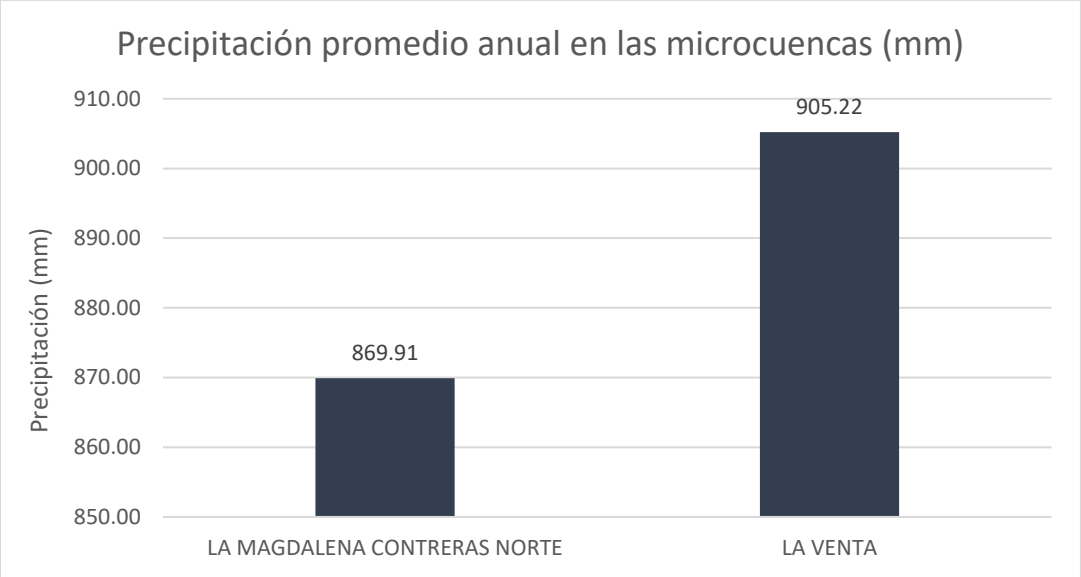
Cuadro 83. Precipitación media en microcuencas

Estación	Nombre	Entidad	Alcaldía	Cuenca	Microcuenca	Precipitación promedio anual (mm)	Área km²	Área * promedio
9049	Tarango	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Magdalena Contreras Norte	871	3.999187	3483.291877
9059	Castañeda	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Magdalena Contreras Norte	846.2	1.721281	1456.547982
9046	Colonia Santa Fe	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Magdalena Contreras Norte	1001	0.000528	0.528528
9038	Presa Mixcoac	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Magdalena Contreras Norte	912.3	1.228357	1120.630091
9037	Presa Anzaldo	Ciudad de México	La Magdalena Contreras	Rio Moctezuma	La Magdalena Contreras Norte	914	0.698586	638.507604
9023	Guadalupe Inn	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Magdalena Contreras Norte	833.5	1.277477	1064.77708
						Total	8.93	7764.28
						Precipitación Media anual (mm)		869.91

Estación	Nombre	Entidad	Municipio	Cuenca	Microcuenca	Precipitación promedio anual (mm)	Área km²	Área * promedio
9049	Tarango	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Venta	871	0.469159	408.637489
9016	Cuajimalpa	Ciudad de México	Cuajimalpa de Morelos	Rio Lerma-Toluca	La Venta	1182.9	3.18712	3770.044248
9059	Castañeda	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Venta	846.2	1.833518	1551.522932
9046	Colonia Santa Fe	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Venta	1001	8.351278	8359.629278
9039	Presa Tacubaya	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Venta	803.1	4.12537	3313.084647
9038	Presa Mixcoac	Ciudad de México	Álvaro Obregón	Rio Moctezuma	La Venta	912.3	6.845988	6245.594852
9012	Colonia Escandon	Ciudad de México	Miguel Hidalgo	Rio Moctezuma	La Venta	758.3	2.289554	1736.168798
9048	Tacubaya Central (Obs)	Ciudad de México	Miguel Hidalgo	Rio Moctezuma	La Venta	597.2	2.764524	1650.973733
						Total	29.87	27035.66
						Precipitación Media anual (mm)		905.22

Fuente. Elaboración propia.con datos de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional. 2022

Gráfica 2. Precipitación media anual en las microcuencas



Fuente. Elaboración propia.con datos de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional. 2022

Estimación de la precipitación máxima probable en 24 horas para periodos de retorno de 2 a 100 años

Se estima la evaluación del comportamiento de la lluvia como un fenómeno extraordinario, esto se realizó a partir del cálculo de probabilidades de ocurrencia con base en datos de precipitación máxima diaria obtenidos de los registros meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional ubicados en la región. La aplicación de esta información resulta de utilidad en la estimación de láminas de agua de escurrimiento potencial requeridas para la cosecha de agua.

El análisis de la potencialidad se realizó para las dos microcuencas principales que integran la zona de las barrancas donde se desarrollarán los anteproyectos recreativos que se proponen como parte de la estrategia de rescate de los ámbitos que podrán desarrollarse sin menoscabo de la calidad de los recursos forestales ni de los servicios ecosistémicos y por otra parte diseñados de una manera que apoyen la protección y conservación de los recursos escénicos de las barrancas.

Para la estimación de la precipitación máxima probable en 24 horas se utilizó el método Hershfield[12] para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, El siguiente cuadro muestra los registros de precipitación máxima diaria de las normales climatológicas para cada una de las estaciones meteorológicas, los promedios mensuales, la media mensual y la desviación estándar, resultando con esto, una sola serie aplicable para la zona de estudio.

Cuadro 84. Registros de precipitación máxima diaria en milímetros

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
9023 Guadalupe Inn	47.0	22.0	36.0	47.5	54.5	66.5	125.0	98.0	185.0	53.0	12.0	12.0
9038 Presa Mixcoac	32.0	24.2	32.0	28.5	52.0	55.0	67.0	50.0	81.5	50.7	21.0	23.0
9039 Presa Tacubaya	43.0	22.6	30.5	44.5	59.5	69.0	68.5	79.2	51.0	73.4	19.5	36.6
9046 Colonia Santa Fe	19.0	15.2	70.0	29.0	52.5	64.5	93.4	101.5	73.5	69.8	19.7	43.0
9049 Tarango	47.0	14.8	38.4	17.5	50.0	49.2	62.7	75.0	68.3	77.9	8.8	22.5
9059 Castañeda	45.5	26.0	26.5	55.0	40.0	82.0	66.5	68.5	63.5	40.0	30.0	10.0
9016 Cuajimalpa	26.0	12.5	15.6	23.0	58.5	113.5	66.7	72.3	108.2	66.7	22.0	20.0
9037 Presa Anzaldo	34.6	19.3	35.1	42.8	53.0	55.8	53.6	77.2	71.8	58.0	27.1	16.9
9048 Tacubaya Central (Obs.)	37.5	18.1	33.2	39.1	51.5	71.2	75.3	80.5	67.9	57.1	46.0	15.1
9012 Colonia Escandón	42.0	41.3	31.0	52.5	53.0	90.5	52.0	64.4	68.2	74.0	45.8	17.2
Promedio	37.36	21.60	34.83	37.94	52.45	71.72	73.07	76.66	83.89	62.06	25.19	21.63
Valor máximo	47	41.3	70	55	59.5	113.5	125	101.5	185	77.9	46	43
Media ajustada	36.29	19.41	30.92	36.04	51.67	67.08	67.30	73.90	72.66	60.30	22.88	19.26
Desviación estándar ajustada	9.39	4.63	6.71	11.98	4.97	13.19	12.20	13.03	15.64	11.53	10.82	7.84

Fuente: Elaboración propia.con base en las normales climatológicas. Servicio Meteorológico Nacional.2022

Con la información del cuadro siguiente, se obtiene la media y la desviación estándar, ajustando ambos resultados al omitir el valor máximo de la serie, correspondiendo este valor al mes de septiembre, el mes del año con mayor precipitación pluvial en un día, siendo el valor promedio para este mes de 83.89 mm.

Cuadro 85. Precipitación máxima mensual en mm. Promedio ajustado

Mes	Promedio		Promedio ajustado
Enero	37.36		37.36
Febrero	21.60		21.60

[12] HERSHFIELD M., David (1963), "Método para estimar las tormentas máximas probables en diversas frecuencias", *American Society of Civil Engineers Transactions*, vol. 128, parte I, (documento num. 3431), EUA.

marzo	34.83		34.83
Abril	37.94		37.94
Mayo	52.45		52.45
Junio	71.72		71.72
Julio	73.07		73.07
Agosto	76.66		76.66
Septiembre	83.89	Valor máximo	
Octubre	62.06		62.06
Noviembre	25.19		25.19
Diciembre	21.63		21.63
Media	49.87	Media ajustada	46.77
Desviación Estándar	22.92	Desviación estándar ajustada	21.25

Fuente: Elaboración propia.con base en las normales climatológicas. Servicio Meteorológico Nacional.2022

La precipitación máxima probable mensual para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años se muestran en las siguientes gráficas.

PRECIPITACION MAX. PROBABLE = Xn (ajustada) + (KM Sn (ajustada) Sn= desv. estandar (excluyendo el valor máximo) Xn= media (omitiendo el valor máximo)

Km =	-0.28	para 2 años de retorno
PMP=Xn+(Km Sn)	40.82	mm

Km =	0.8	para 5 años de retorno
PMP=Xn+(Km Sn)	63.77	mm

Km =	1.4	para 10 años de retorno
PMP=Xn+(Km Sn)	76.52	mm

Km =	2.1	para 20 años de retorno
PMP=Xn+(Km Sn)	91.39	mm

Km =	2.9	para 50 años de retorno
PMP=Xn+(Km Sn)	108.39	mm

Km =	3.5	para 100 años de retorno
PMP=Xn+(Km Sn)	121.14	mm

Sn
desv est.
21.25

Xn
media
46.77

Fuente: Elaboración propia.

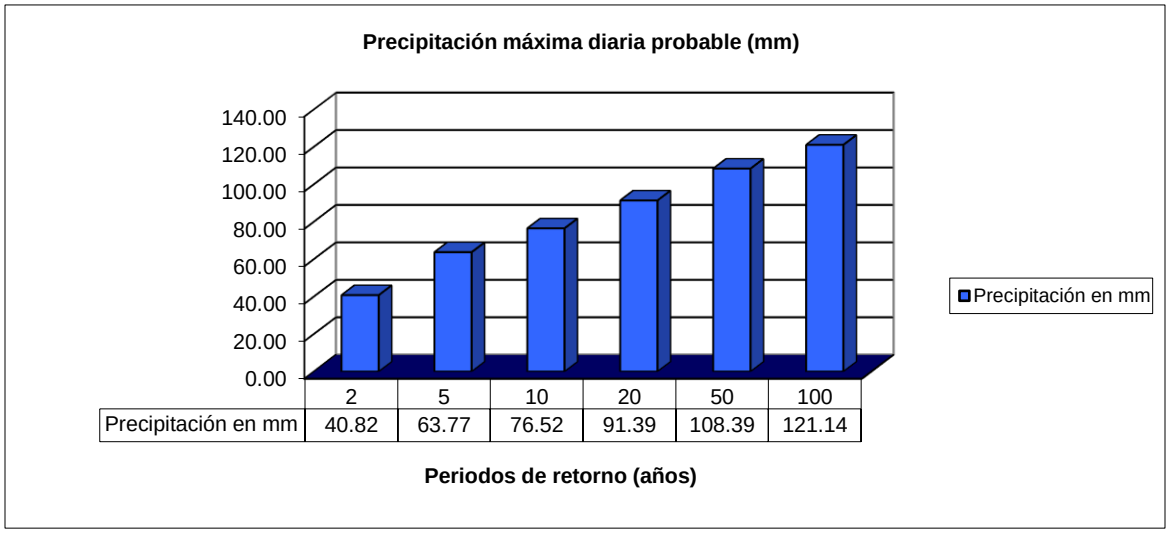
Cuadro 86. Precipitación máxima diaria probable en mm para periodos de retorno

Periodos de retorno	Precipitación en mm

2	40.82
5	63.77
10	76.52
20	91.39
50	108.39
100	121.14

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3. Precipitación máxima diaria probable en mm



Fuente: Elaboración propia.

Para la cuenca de La Venta que es la más larga, se inicia en la sierra de las Cruces por debajo de los 2800 msnm., y ofrece un perfil que está muy equilibrado en términos de su capacidad erosiva. Por lo tanto, el flujo hídrico corre sin grandes turbulencias, pero dada su mayor capacidad y volumen de captación puede acumular en las partes media y baja un volumen de agua importante para constituirse en amenaza de inundación en varios sitios que se determinaron como parte del estudio, para que se puedan utilizar en la prevención de riesgo.

Microcuenca La Venta

Se realizó el análisis morfométrico de la cuenca y se relacionó con el régimen termopluviométrico para calcular los volúmenes de precipitación media y máxima con el fin de establecer el régimen y valor del escurrimiento, sacando un balance anual del mismo. A estos datos se incorporó una estimación de corto, mediano y

largo plazo, utilizando el cálculo de periodos de retorno de lluvia con rangos de 5, 10, 20 50 y 100 años, considerando que ahora se presenta el fenómeno del Cambio Climático, y es importante considerar la incertidumbre que plantea para la zona el impacto de este fenómeno. El resumen de los datos se presenta a continuación en las tablas siguientes, el detalle de los cálculos forma parte del Anexo 2 correspondiente que se entrega por separado.

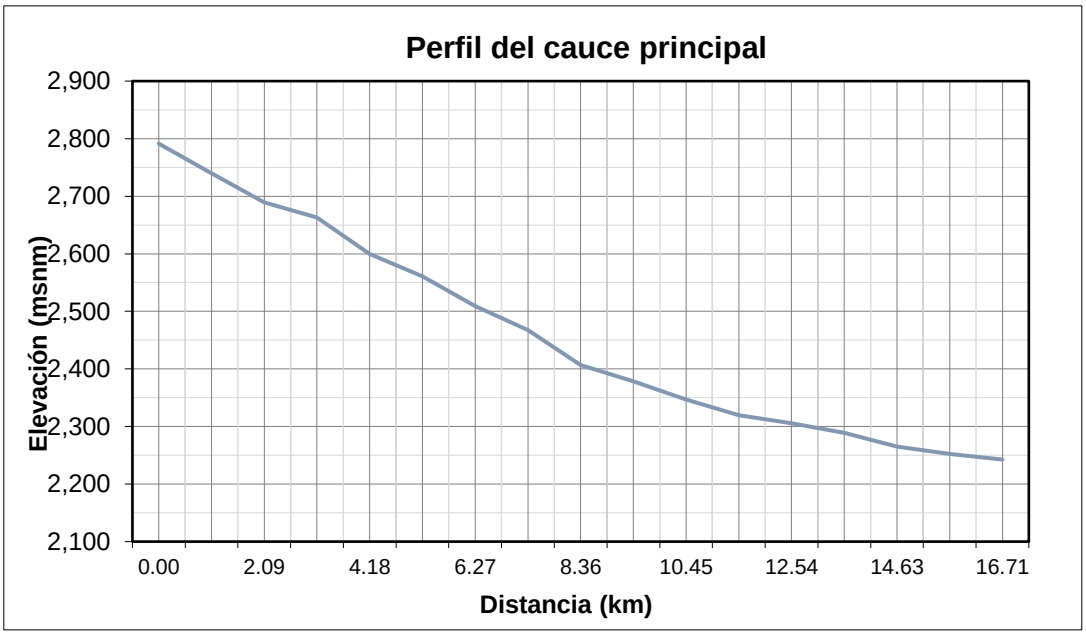
La aplicación de esta información resulta de utilidad en la estimación de la erraticidad de la lluvia en los próximos 100 años. La estimación marca un aumento de la intensidad y una disminución de la precipitación en toda el área. También se obtuvieron las láminas de agua de escurrimiento potencial requeridas para la cosecha de agua, las láminas se obtuvieron de la estimación de la lluvia efectiva, a partir de lluvia caída menos la infiltración evapotranspiración. La estimación marca que las láminas de agua tienden a presentar un régimen de torrencialidad, que tiene un comportamiento errático, en el que aumentan tanto la sequía extrema, como los periodos de fuerte pluviosidad. Particularmente la microcuenca de la Venta tiene un factor de torrencialidad alto, posiblemente consecuencia de su mayor nivel de transformación que llega arriba de la cuenca media. En esto resalta que el gasto a 100 años duplique su valor actual. Véanse tabla y figura siguientes.

Cuadro 87. Microcuenca La Venta

Microcuenca La Venta			
Área		29.85	Km^2
Pendiente media de la cuenca		19.73%	%
Desnivel		549	m
R. Tacubaya			
Pendiente media del cauce principal		2.62%	%
Longitud del cauce principal		16,713.237	m
Tiempo de concentración		2.36	Horas
Intensidad de lluvia			
Periodos de retorno	5	27.05	mm/h
	10	32.45	mm/h
	20	38.76	mm/h
	50	45.97	mm/h
	100	51.37	mm/h
Precipitación neta			
Periodos de retorno	5	9.97	mm
	10	16.08	mm
	20	24.35	mm
	50	34.98	mm
	100	43.61	mm
Caudal máximo de escurrimiento			
Periodos de retorno	5	4.62	m^3/s
	10	7.44	m^3/s
	20	11.27	m^3/s
	50	16.19	m^3/s
	100	20.19	m^3/s
Gasto de sólidos			
Periodos de retorno	5	0.002	m^3/s
	10	0.007	m^3/s
	20	0.021	m^3/s
	50	0.063	m^3/s
	100	0.127	m^3/s
Gasto total			
Periodos de retorno	5	4.62	m^3/s
	10	7.45	m^3/s
	20	11.29	m^3/s
	50	16.26	m^3/s
	100	20.32	m^3/s

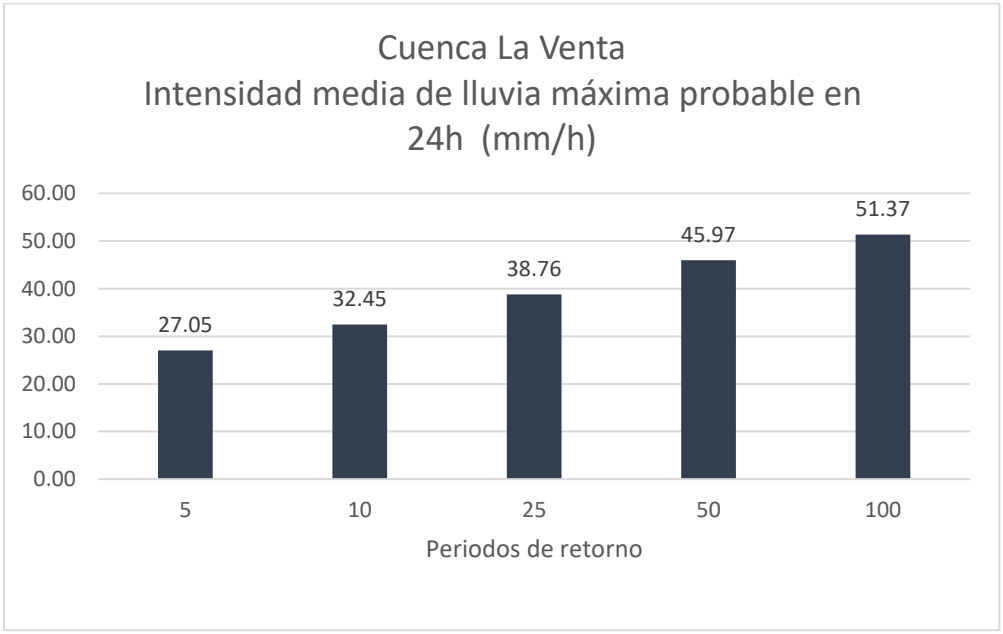
Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Perfil del cauce principal



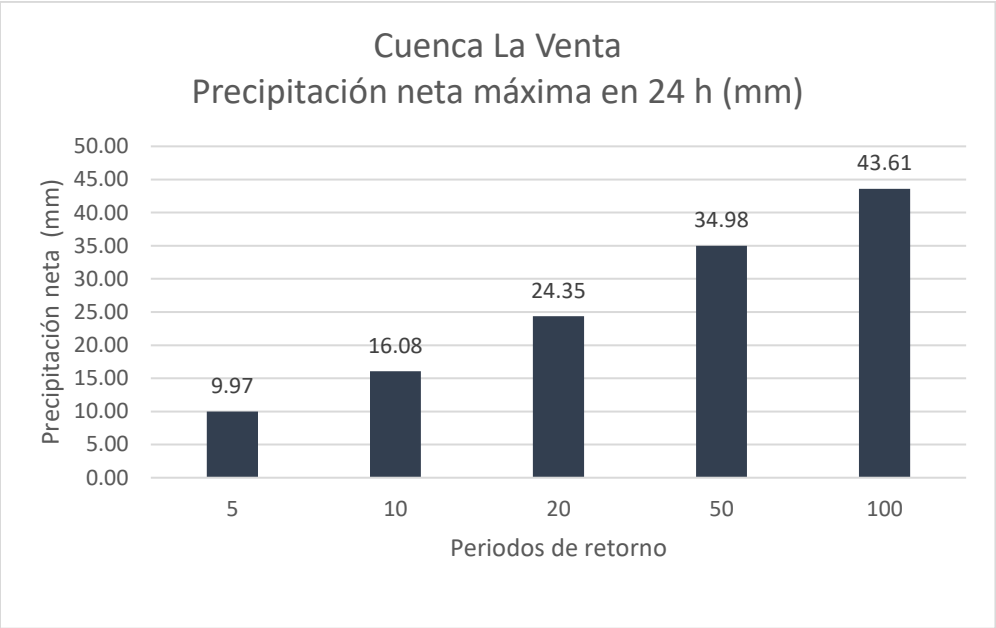
Fuente: Elaboración propia

Figura 36.. Intensidad media de lluvia



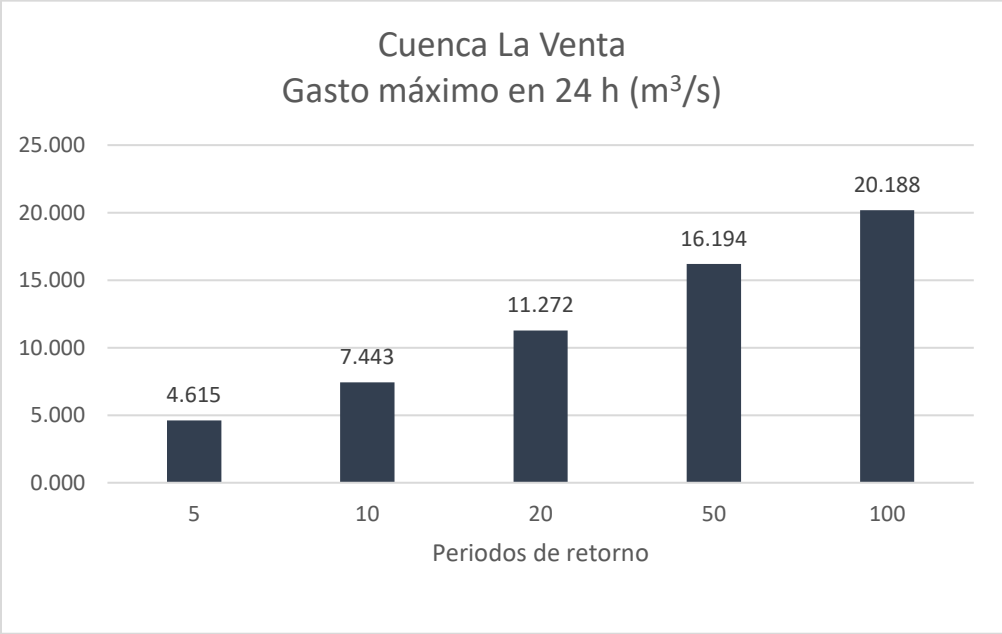
Fuente: Elaboración propia

Figura 37.. Precipitación neta máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración propia

Figura 38.. Gasto máximo



Fuente: Elaboración propia

Microcuenca La Magdalena Contreras Norte

El análisis morfométrico de esta cuenca y su régimen termopluviométrico para estimar los volúmenes de precipitación media y máxima con el fin de establecer el régimen y valor del escurrimiento, para establecer el balance anual del mismo. A estos datos se incorporó una estimación de corto, mediano y largo plazo, utilizando el cálculo de periodos de retorno de lluvia con rangos de 5, 10, 20 50 y 100 años, con el fin de estimar la influencia del Cambio Climático y abatir la incertidumbre que plantea para la zona el impacto de este fenómeno. El resumen de los datos se presenta a continuación en las tablas siguientes, el detalle de los cálculos forma parte del Anexo 2 correspondiente que se entrega por separado.

La aplicación de esta información resulta de utilidad en la estimación de la erraticidad de la lluvia en los próximos 100 años. Los datos marcan un aumento de la intensidad de la lluvia, pero con una disminución de la precipitación media en toda el área. También se obtuvieron las láminas de agua del escurrimiento potencial requeridas para la cosecha de agua, las láminas se obtuvieron de la estimación de la lluvia efectiva, a partir de lluvia caída menos la infiltración evapotranspiración. La estimación marca que las láminas de agua tienden a presentar un régimen de torrencialidad que tiene un comportamiento errático, en el que aumentan tanto la sequía extrema, como los periodos de fuerte pluviosidad. Particularmente la microcuenca tiene un factor de torrencialidad menor que la Venta, posiblemente consecuencia de su mejor nivel de conservación por arriba de la cuenca media. No obstante, resalta que los datos dupliquen su valor actual al futuro de 5, 10, 20, 50 y 100 años.

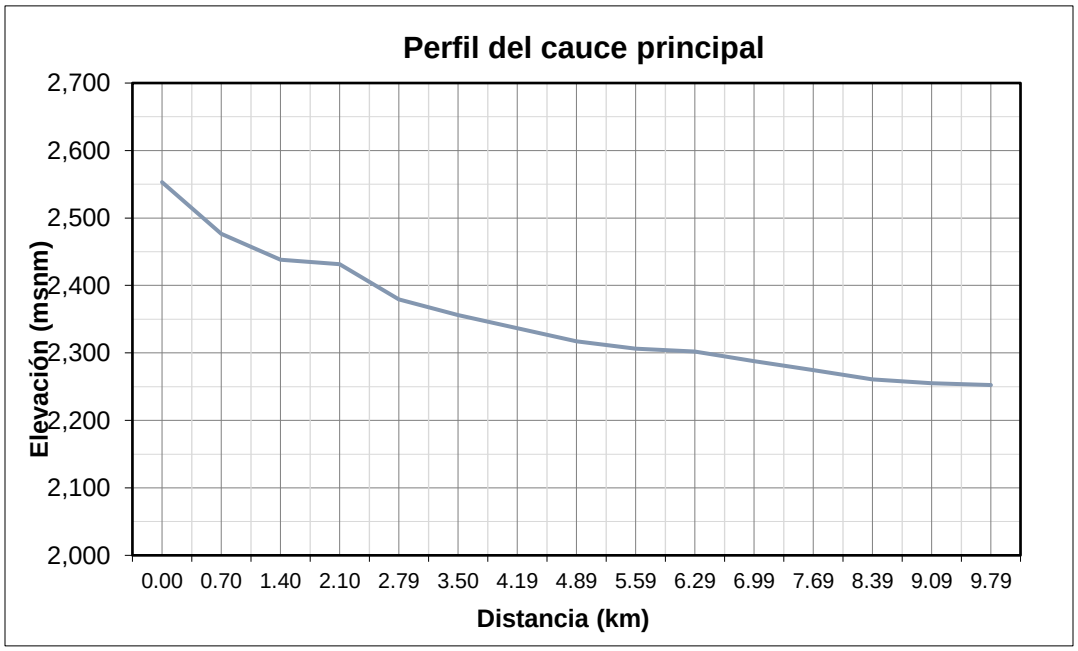
En la microcuenca de la Magdalena Contreras, también se presenta el aumento de la torrencialidad, por lo cual, también contiene factores de alto riesgo de inundación a lo largo de su cauce. Cerrado en muchos tramos totalmente por asentamientos humanos de diversas características. No obstante, el volumen del escurrimiento es menor porque la afectación en la cuenca alta es menor y presenta un buen nivel de conservación. En ella, las funciones de infiltración y evapotranspiración reducen mucho los volúmenes del agua de escurrimiento y con ello, se constituyen como un servicio geoecosistémico de resiliencia en la cuenca.

Cuadro 88. Microcuenca La Magdalena Contreras Norte

Microcuenca La Magdalena Contreras Norte			
Área		8.93	Km^2
Pendiente media de la cuenca		21.51%	%
Desnivel		301	m
A. Puerta Grande			
Pendiente media del cauce principal		1.68%	%
Longitud del cauce principal		9,786.44	m
Tiempo de concentración		1.85	Horas
Intensidad de lluvia			
Periodos de retorno	5	34.44	mm/h
	10	41.33	mm/h
	20	49.36	mm/h
	50	58.54	mm/h
	100	65.43	mm/h
Precipitación neta			
Periodos de retorno	5	9.97	mm
	10	16.08	mm
	20	24.35	mm
	50	34.98	mm
	100	43.61	mm
Caudal máximo de escurrimiento			
Periodos de retorno	5	1.41	m^3/s
	10	2.28	m^3/s
	20	3.45	m^3/s
	50	4.95	m^3/s
	100	6.18	m^3/s
Gasto de sólidos			
Periodos de retorno	5	0.000	m^3/s
	10	0.002	m^3/s
	20	0.005	m^3/s
	50	0.016	m^3/s
	100	0.031	m^3/s
Gasto total			
Periodos de retorno	5	1.41	m^3/s
	10	2.28	m^3/s
	20	3.45	m^3/s
	50	4.97	m^3/s
	100	6.21	m^3/s

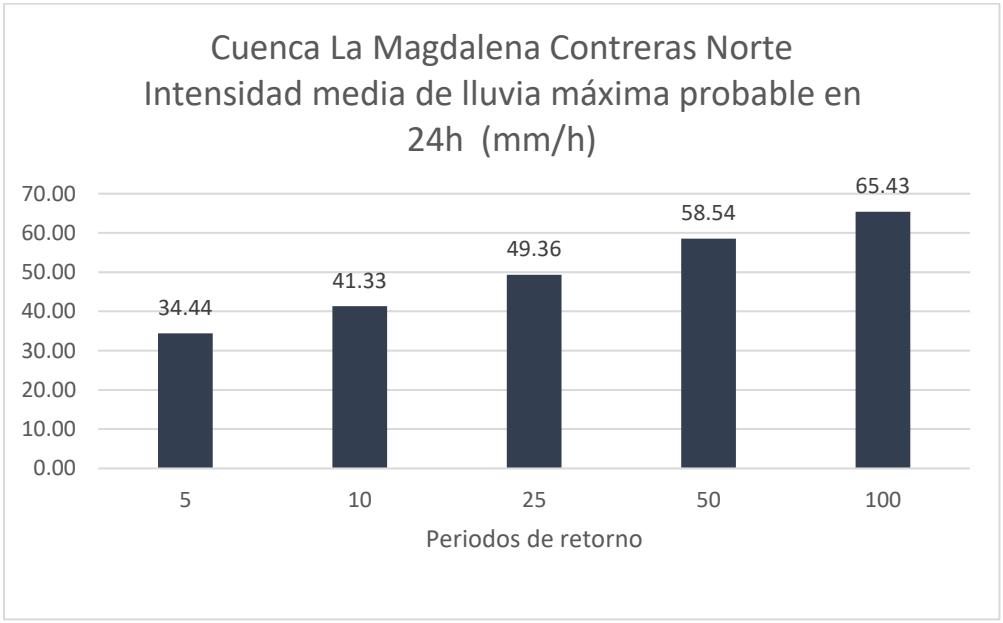
Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Perfil del cauce principal



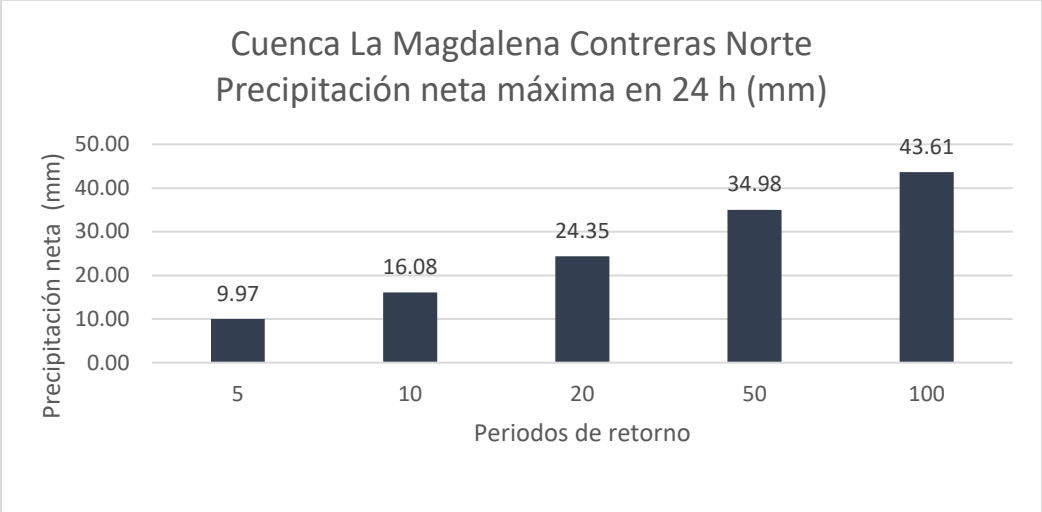
Fuente: Elaboración propia

Figura 40.. Intensidad media de lluvia



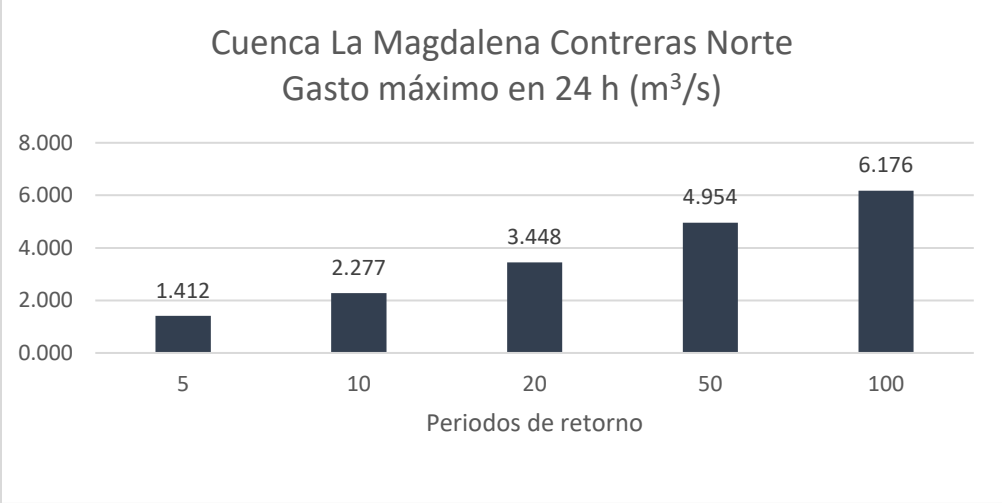
Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Precipitación neta máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Gasto máximo

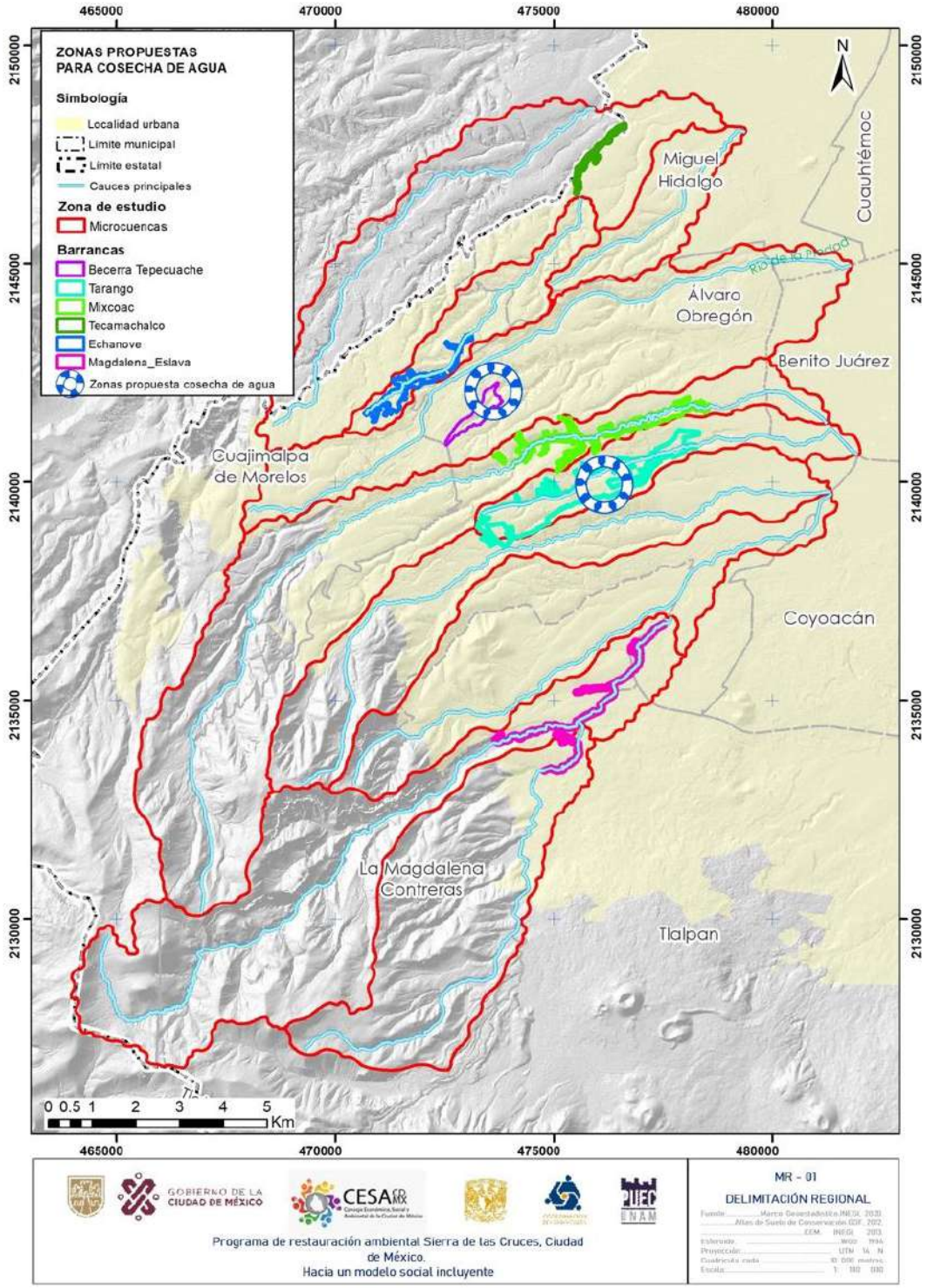


Fuente: Elaboración propia

Cosecha de agua estimación final

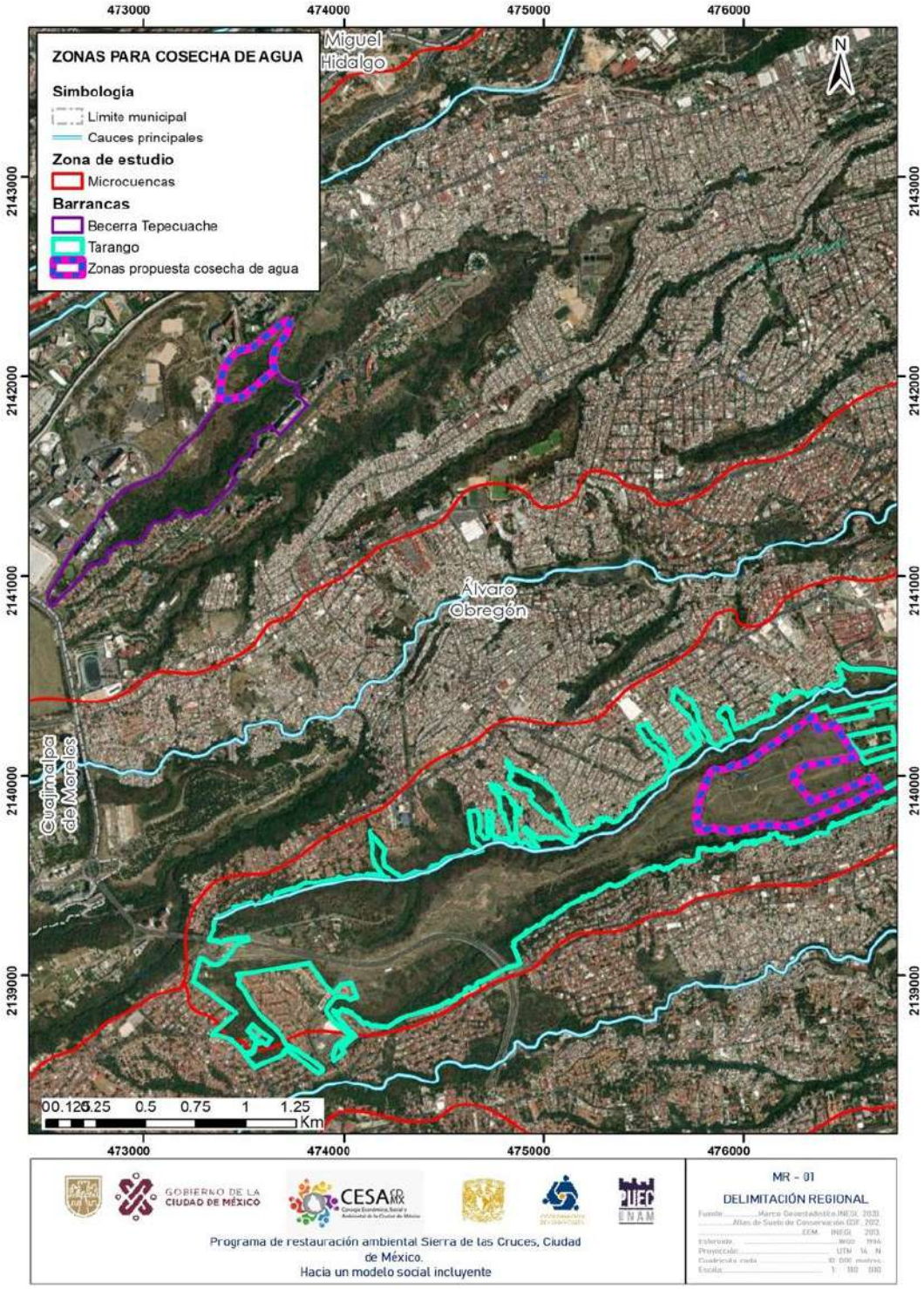
A partir del análisis desarrollado, se identificaron las zonas propuestas para cosecha de agua en la Barranca Becerra Tepecuache y en la Barranca Tarango. Los sitios se muestran en el mapa.

Mapa 63. Zonas propuestas para cosecha de agua



Fuente: Elaboración propia

Mapa 64. Zonas propuestas para cosecha de agua



Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis de precipitación y el análisis por microcuenca en las que se encuentras las barrancas seleccionadas para los anteproyectos, la Barranca Tarango y la Barranca Becerra Tepecuache, se obtiene la evaluación de la captación potencial de agua de escurrimiento para cosecha de agua, las cuales se presentan los cuadros siguientes.

Cuadro 89. Cosecha de agua Barranca Tarango

Microcuenca La Magdalena Contreras norte			
Microcuenca	**m^2**	**Km^2**	
Área total	8,925,415.52	8.93	
Zonas propuestas para cosecha de agua			
Barranca	**Área seleccionada m^2**	**Precipitación neta m**	**Volumen m^3**
Tarango	253,387.71	9.97	2,526.33
Barranca	**Área seleccionada m^2**	**Precipitación promedio anual**	**Volumen m^3**
Tarango	253,387.71	869.91	220,423.78

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 90*. Cosecha de agua Barranca Becerra Tepecuache*

Microcuenca La Venta			
Microcuenca	**m^2**	**Km^2**	
Area total	29,853,228.55	29.85	
Zonas propuestas para cosecha de agua			
Barranca	**Área seleccionada m^2**	**Precipitación neta m**	**Volumen m^3**
Becerra Tepecuache	45,616.49	10.81	493.25
Barranca	**Área seleccionada m^2**	**Precipitación promedio anual**	**Volumen m^3**
Becerra Tepecuache	45,616.49	905.22	41,292.80

Fuente: Elaboración propia

III.2.4 Conservación y captación en nanocuencas

Considerando que lo más importante de este capítulo es garantizar volúmenes de agua necesarios para cubrir las actividades recreativas, y con ello permitir la autosuficiencia del servicio de agua para instalaciones y visitantes del parque recreativo, el principal reto, es la de conservar e incrementar el potencial hídrico para asegurar un desarrollo sustentable y a largo plazo. Asimismo, es conveniente mencionar que no se requieren recursos excesivos para captar recursos hídricos con aplicación de prácticas de conservación de agua, suelo y vegetación. Para esto, una estrategia adecuada es el manejo de nano cuencas hidrológicas, las cuales son unidades discretas, que mantienen continuidad de procesos físicos y ecológicos.

Dada la fuerte transformación de la dinámica ambiental como consecuencia de la deforestación, la minería, la urbanización y los asentamientos humanos irregulares, que han producido impactos muy intensos en el régimen hídrico en el que, tal como se ha corroborado los caudales instantáneos en los lechos aumentan y los caudales de base disminuyen. Se incrementa el albedo y cambian las características térmicas de los fondos de las barrancas que se calientan más rápido durante el día y se enfría más lento por la noche. Se ha reducido la permeabilidad de la superficie e incrementado el escurrimiento superficial, por lo que la erosividad de los suelos aumenta y con ello lo hace el potencial de inundaciones torrenciales.

La principal ventaja de trabajar por nanocuenca hidrológica es que permite realizar un manejo integral y facilitar la interacción entre diferentes instituciones que tienen injerencia en los trabajos de mantenimiento que se realizan en las barrancas como son caminos, limpieza fitosanitaria, saneamiento de cauces, mantenimiento ambiental, entre otras).

Conclusiones

En las barrancas se ha privilegiado la protección de la biota, pero se ha hecho poco por la conservación de las funciones hidrodinámicas primer valor de las barrancas, como contenedoras y emisoras de flujos hídricos. Las condiciones actuales de las barrancas por la ocupación de los asentamientos humanos determinan que sólo las barrancas de Becerra Tepecuache y Tarango tengan posibilidades de captación.

- La mayor parte de los cauces ofrecen zonas de concentración de escurrimientos que son focos de alto riesgo para generar inestabilidad de laderas
- En condiciones de eventos máximos provocados por el cambio climático pueden presentarse flujos turbulentos con elevado potencial de erosión
- La falta de mantenimiento de cauces y el descuido al dejar que se llenaran de todo tipo de residuos sólidos y líquidos, así como la invasión, modificación de estos aumenta el riesgo potencial de eventos graves en la inestabilidad de laderas.
- Los cauces son focos de elevada insalubridad que requieren de acciones de limpieza, protección y regeneración con obras de infraestructura y equipamientos prioritarios para la ciudad
- Se tiene que evaluar que los asentamientos pasan por alto la restricción de seguridad requerida para mantener la estabilidad de las barrancas. Lo que sin duda genera vulnerabilidad de estas
- Ante el cambio climático las barrancas son sitios de riesgo aumentado por la intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos del CC que aumentan la vulnerabilidad de las laderas
- Las barrancas tienen importancia para la ciudad porque pueden coadyuvar a la conectividad y movilidad de zonas urbanas conflictivas
- Los proyectos recreativos representan una adecuada forma de subir la importancia de los espacios cerrados de las barrancas
- Se deberá buscar una sinergia adecuada entre los espacios verdes y los urbanos generando transiciones transparentes que permitan una integración clara entre ambos sin que se perjudiques sus respectivas funciones de naturaleza.
- En el caso de Tarango y Becerra - Tepecuache se puede integrar la captación con obras de mejoramiento de paisaje para respetar el estatus de conservación con proyectos de bajo impacto ambiental en intensidad e importancia. Además, se pretende fortalecer la conservación del suelo, el agua y los servicios ambientales

III.3 Proyecto de economía y empleo sustentable

La estimación preliminar del valor de los servicios de los ecosistemas para las barrancas de la CDMX se realizó con base en la metodología desarrollada por Galindo y Basurto (2020) donde se aplican diversos métodos de estimación. Los servicios de los ecosistemas analizados se sintetizan en el Cuadro 8. Otros servicios se excluyeron por falta de información o atendiendo a que la distribución geoespacial de la generación de los servicios y sus beneficios no coinciden.

Cuadro 91. Servicios de los ecosistemas

Servicios de los ecosistemas	Clasificación
Servicios de contribución a los cultivos agrícolas	Provisión
Servicios de polinización	Provisión
Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono	Regulación
Servicios de los ecosistemas en bosques	Provisión
Servicios de ANP y turismo de naturaleza	Provisión

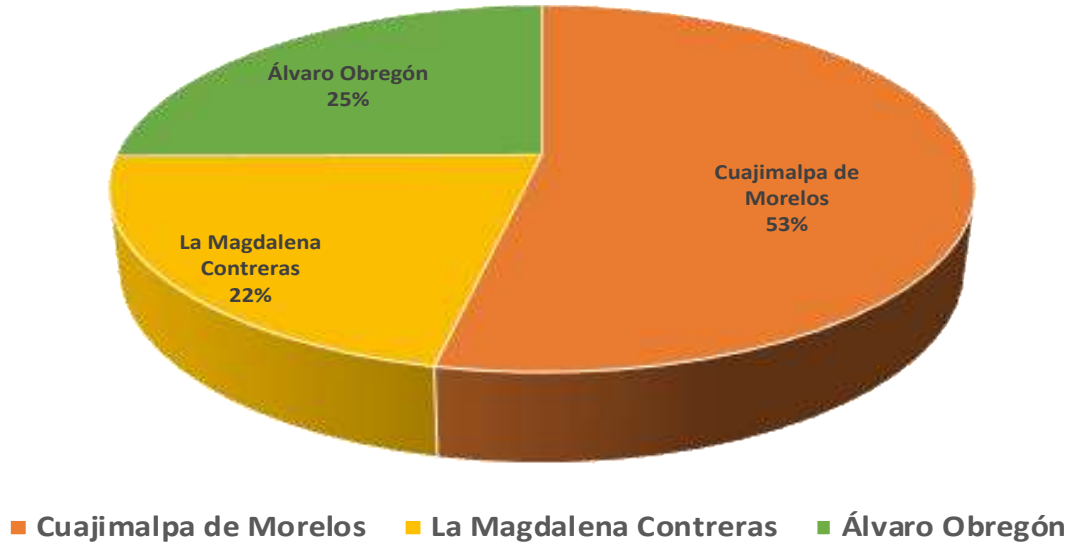
Fuente: Elaboración propia

III.3.1 Servicios de provisión para cultivos agrícolas

Los ecosistemas proveen un conjunto de servicios a los cultivos agrícolas como contribución al ciclo de nutrientes, humedad del suelo, biomasa, control de la erosión del suelo, diversidad genética, control de pestes y/o polinización (Galindo y Basurto, 2019).

La contribución de los servicios de los **ecosistemas** muestra su relevancia en las alcaldías de Cuajimalpa, Álvaro Obregón y La Magdalena Contreras en donde se encuentran las 6 barrancas seleccionadas.

Gráfico . Contribución de los servicios de los ecosistemas a la producción agrícola en las *barrancas*



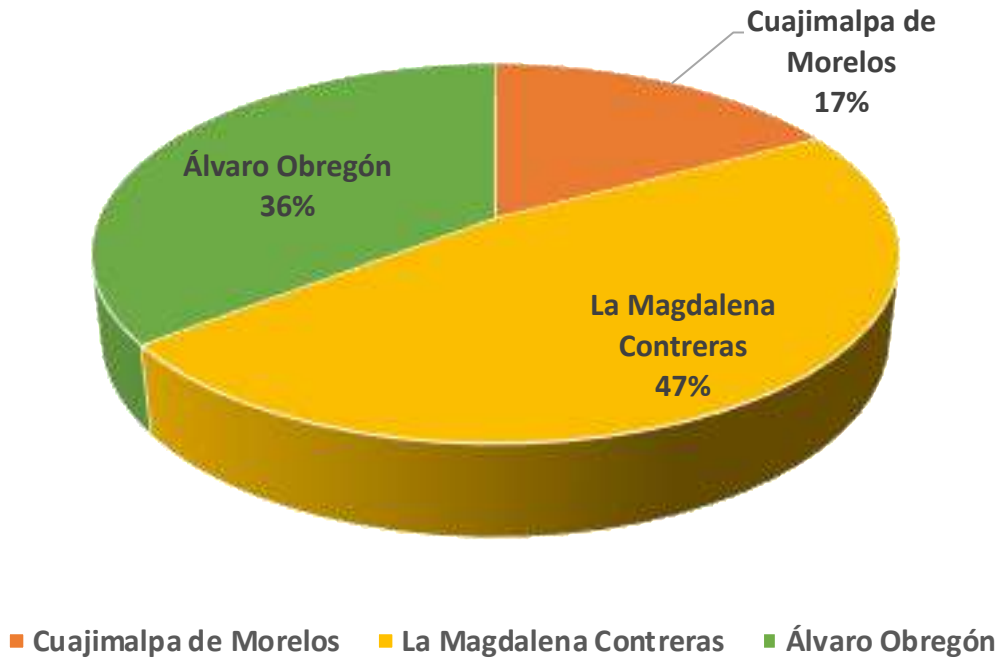
Fuente: Elaboración propia

III.3.2 Servicio de polinización

El servicio de polinización animal, que consiste en la fertilización de los cultivos a través de la acumulación y movimiento de polen, contribuye a la producción y a la productividad agrícola, a la calidad de los productos agrícolas y a reducir las pérdidas y la varianza en la producción agrícola (Horlings, et al., 2019, Galindo y Basurto, 2020, Lowick, D. y K. Fagiewicz, 2021). El valor monetario de este servicio de polinización a nivel global se estima entre USD 235-577 billones anuales (billones de Estados Unidos).

La contribución de los servicios de los ecosistemas de polinización animal por barrancas se sintetiza en la Gráfico 2.

Gráfico 2. Contribución de los servicios de polinización animal de los ecosistemas a la producción agrícola en las barrancas.



Fuente: Elaboración propia.considerando el año 2020.

III.3.3 Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono en bosques y suelos.

El cambio climático, consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), es una externalidad negativa global con efectos negativos amplios y significativos en las actividades económicas, el bienestar social, los ecosistemas y el medio ambiente (IPCC, 2014, Stern, 2006). El servicio regulatorio del almacenamiento y captura (secuestro) de carbono de los bosques y suelos corresponde entonces al carbono evitado en la atmosfera y que, por tanto, contribuye a regular el clima y por esta vía a reducir los efectos negativos del cambio climático (Horlings, et al., 2019, Edens, et al., 2019).

Más aún, los compromisos del Acuerdo de París de cambio climático que establecen la construcción de economías carbono neutral entre 2050-2070 para estabilizar el aumento de la temperatura global entre 1.5 y 2. Así, es altamente probable la

instrumentación de estrategias de mitigación que contemplen precios al carbono elevados que oscilan entre USD $25 a USD $700 tCO2et (Galindo y Basurto, 2019). Estos precios al tCO2et indican que es posible potenciar un conjunto de actividades que permitan y fomenten el almacenamiento y secuestro carbono y promuevan un conjunto de nuevos empleos verdes. Por ejemplo, las granjas de carbono. En este contexto, existe un interés creciente por identificar el valor monetario de estos servicios de almacenamiento y secuestro de carbono (Hein, et al., 2021).

Valor monetario del carbono en bosques

La base de datos consiste en estimaciones de carbono en biomasa aérea viva con que corresponden a los ciclos de muestreo 2004-2009 y 2009-2014 y referidas a la superficie de 2007 y 2014. El carbono en biomasa proviene del Inventario Nacional Forestal que estima, con datos de terreno para los ciclos de muestreo 2004-2009 y 2009-2014, el promedio del carbono almacenado en cada tipo de ecosistema (toneladas de carbono/ha/año) lo que permite calcular la densidad de carbono por *ha* (CO2 ton/ha) almacenado en la biomasa viva, vegetación primaria y secundaria. La información de los factores de emisión y absorción de biomasa aérea del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de CONAFOR está homologada a las Series de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación (Series II, III, IV, V y VI y donde las series IV y V corresponde al 2007 y 2014), escala 1: 250,000, elaboradas por INEGI (2018) (CONAFOR, 2018 pp. 79). Así, se utilizan datos de biomasa y factores de emisión/absorción específicos del país para el método de nivel 2 del IPCC (Eggleston et.al, 2006).

En este contexto, resulta relevante mencionar que las barrancas tienen una contribución relevante al almacenamiento y captura de carbono en la CDMX. Esto es, se estima que el 16% del almacenamiento de carbono en bosques corresponde a las barrancas de la CDMX (Primer Informe, 2022).

Las estimaciones realizadas para las barrancas de Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, sintetizadas en el Cuadro 9, indican que el almacenamiento de carbono en biomasa en bosques

aumentó de 10772.68 tCO2et en 2007 a 11902.92 en 2014 tCO2et lo que implica un secuestro positivo de carbono entre 2007 y 2014 de 1130 tCO2et. Esto muestra el servicio de almacenamiento y secuestro de carbono es relevante en las barrancas de la CDMX.

Cuadro 92. Existencias y secuestro de carbono en biomasa

Barranca	2007			2014			2014-2007
	Sup. (ha)	Carbono (ton)	Carbono (ton)/ha	Sup. (ha)	Carbono (ton)	Carbono (ton)/ha	Carbono (ton)
6 barrancas de la CDMX (bosque cultivado)							
Tecamachalco	11.83	283.58	23.97	11.83	313.33	26.49	30
Río Becerra Tepecuache	31.36	751.74	23.97	31.36	830.61	26.49	79
Echánove	48.54	1163.56	23.97	48.54	1285.64	26.49	122
Magdalena Eslava	22.39	536.72	23.97	22.39	593.03	26.49	56
Mixcoac	88.62	2124.33	23.97	88.62	2347.21	26.49	223
Tarango	246.66	5912.75	23.97	246.66	6533.10	26.49	620
Total	**449.40**	**10772.68**		**449.40**	**11902.92**		**1,130**

Fuente: Elaboración propia.con datos del INFyS, CONAFOR (2014). Nota: se toman los valores medios de almacenamiento por hectárea para los años correspondientes y se considera el promedio por hectárea de los diferentes tipos de bosque debido a que no se reportan valores para bosque cultivado.

Las estimaciones del valor monetario del almacenamiento y secuestro de carbono en biomasa en bosques en las barrancas de Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, sintetizadas en el Cuadro 10 y Cuadro 11 muestran una importante volatilidad dependiendo, desde luego, de la tasa de interés utilizada y del precio al carbono aplicado. Así, las estimaciones oscilan entre un valor monetario anual del almacenamiento y secuestro de carbono de $14,212,000 de pesos, con una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $5 a un valor monetario de $852,725000 miles de pesos con una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$. En este sentido, resulta particularmente relevante para determinar el valor monetario del almacenamiento y secuestro de carbono en las barrancas de la CDMX la evolución del precio al carbono que está asociada a las negociaciones globales de cambio climático. En particular, la evolución del precio de carbono para atender

el cumplimiento de la meta de convertirse en una economía carbono neutral entre 2050-2070 (NGFS, 2021).

Cuadro 93. Valor anual del almacenamiento y secuestro de carbono en biomasa

Barranca	Valor anual del almacenamiento de carbono (miles de pesos)								Valor anual del secuestro de carbono (miles de pesos)			
	2%				4%							
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	2.14	10.69	21.39	128.31	4.28	21.39	42.77	256.63	1.60	8.01	16.03	96.16
Becerra Tepe-cuache	5.67	28.35	56.69	340.14	11.34	56.69	113.38	680.28	4.25	21.24	42.48	254.91
Echáno-ve	8.77	43.87	87.75	526.48	17.55	87.75	175.49	1,052.97	6.58	32.88	65.76	394.55
Magdalena Eslava	4.05	20.24	40.48	242.85	8.10	40.48	80.95	485.70	3.03	15.17	30.33	181.99
Mixcoac	16.02	80.10	160.20	961.21	32.04	160.20	320.40	1,922.41	12.01	60.03	120.06	720.34
Tarango	44.59	222.95	445.89	2,675.36	89.18	445.89	891.79	5,350.73	33.42	167.08	334.16	2004.94
Total	81.24	406.20	812.39	4,874.36	162.48	812.39	1,624.79	9,748.71	60.88	304.41	608.82	3652.89
Total (% PIB de CDMX)	**0.000002**	**0.000012**	**0.000023**	**0.000141**	**0.000005**	**0.000023**	**0.000047**	**0.000281**	**0.000002**	**0.000009**	**0.000018**	**0.000105**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

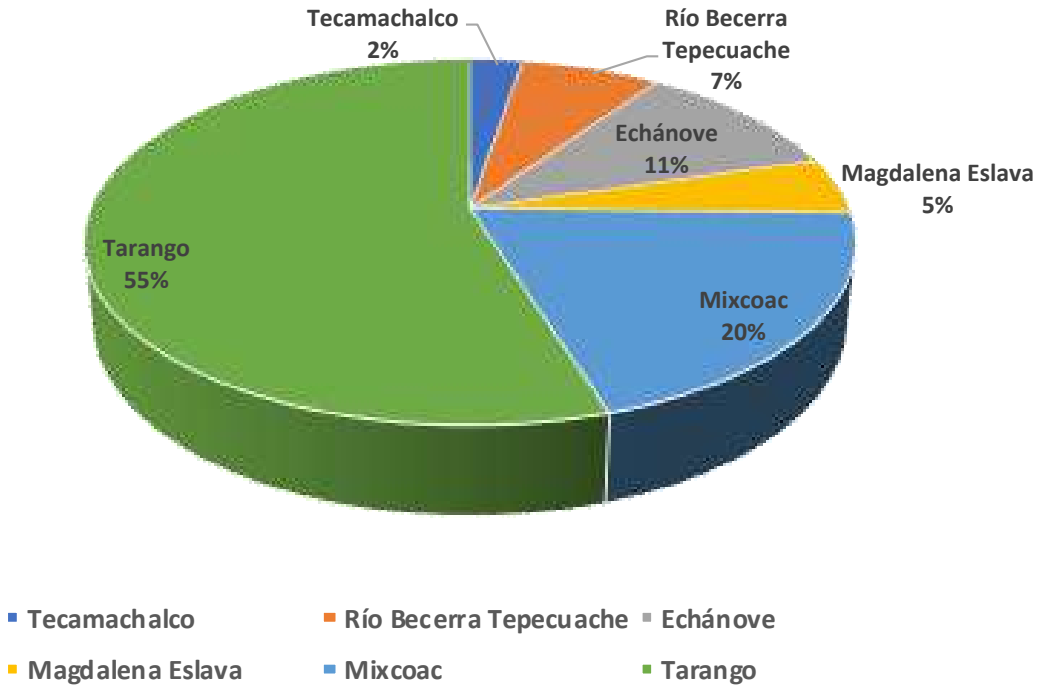
Cuadro 94. Valor total anual del carbono en biomasa

Barranca	Valor anual total (miles de pesos)							
	2%				4%			
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	3.74	18.71	37.41	224.47	8.02	40.09	80.18	481.10
Becerra Tepecuache	9.92	49.59	99.17	595.05	21.26	106.28	212.56	1,275.33
Echánove	15.35	76.75	153.51	921.03	32.90	164.50	329.00	1,974.00
Magdalena Eslava	7.08	35.40	70.81	424.84	15.18	75.88	151.76	910.54
Mixcoac	28.03	140.13	280.26	1,681.54	60.07	300.33	600.66	3,603.95
Tarango	78.01	390.03	780.05	4,680.31	167.18	835.92	1,671.84	10,031.04
Total	142.12	710.60	1,421.21	8,527.25	304.60	1,523.00	3,045.99	18,275.96
Total (% PIB de CDMX)	**0.000004**	**0.000021**	**0.000041**	**0.000246**	**0.000009**	**0.000044**	**0.000088**	**0.000527**

Fuente: Elaboración propia. Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

La contribución de los servicios de los ecosistemas a la captura y almacenamiento de carbono por barrancas se sintetiza en la Gráfico 3.

Figura 43.. Contribución de los servicios de captura y almacenamiento de carbono de los ecosistemas en las barrancas (%).



Fuente: Elaboración propia. Nota: se considera una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $50.

Valor monetario del carbono en suelos

Las estimaciones realizadas para las barrancas de Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, sintetizadas en el Cuadro 12, indican que el almacenamiento de carbono en orgánico en suelos aumentó de 12,007.97 $tCO2e_t$ en 2007 a 20,011.78 en 2014 $tCO2e_t$ lo que implica un secuestro positivo de carbono, entre 2007 y 2014, de 8,004 $tCO2e_t$.

Cuadro 95. Existencias y secuestro de Carbono Orgánico en Suelos (COS)

Tipo de vegetación y zona	2007			2011			2014			2014-2007
	Sup. (ha)	COS (ton)	COS (ton)/ha	Sup. (ha)	COS (ton)	COS (ton)/ha	Sup. (ha)	COS (ton)	COS (ton)/ha	COS (ton)
México										
Bosque cultivado	33,014	882,000	26.72	33,014	1,591,000	48.19	33,014	1,470,000	44.53	588,000
6 barrancas de la CDMX (bosque cultivado)										
Tecamachalco	11.83	316.10	26.72	11.83	570.09	48.19	11.83	526.79	44.53	211
Becerra Tepecuache	31.36	837.94	26.72	31.36	1,511.24	48.19	31.36	1,396.46	44.53	559
Echánove	48.54	1,296.99	26.72	48.54	2,339.14	48.19	48.54	2,161.49	44.53	865
Magdalena Eslava	22.39	598.26	26.72	22.39	1,078.97	48.19	22.39	997.03	44.53	399
Mixcoac	88.62	2,367.93	26.72	88.62	4,270.60	48.19	88.62	3,946.25	44.53	1,578
Tarango	246.66	6,590.76	26.72	246.66	11,886.55	48.19	246.66	10,983.77	44.53	4,393
Total	**449.40**	**12,007.97**		**449.40**	**21,656.59**		**449.40**	**20,011.78**		**8,004**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se toman los valores medios de almacenamiento por hectárea para los años correspondientes y se considera el tipo de vegetación de bosque cultivado.

El valor monetario estimado del almacenamiento y secuestro de carbono orgánico en suelos en Tecamachalco, Río Becerra Tepecuache, Echánove, Magdalena Eslava, Mixcoac y Tarango, sintetizadas en el Cuadro 13 y Cuadro 14, muestran una importante volatilidad dependiendo, desde luego, de la tasa de interés utilizada y del precio al carbono aplicado.

El valor monetario estimado del servicio anual del almacenamiento y secuestro de carbono orgánico en suelos oscila entre $521.69 miles de pesos, con una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $5 a un valor monetario de $31,301.27 miles de pesos con una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$. Destaca el valor monetario con un precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$. Ello indica la relevancia de las negociaciones internacionales sobre cambio climático en el valor monetario de los servicios de los ecosistemas de las barrancas.

Cuadro 96. Valor anual del almacenamiento y secuestro de COS

Barranca	Valor anual del almacenamiento de COS (miles de pesos)								Valor anual del secuestro de COS (miles de pesos)			
	2%				4%							
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	2.38	11.92	23.84	143.03	4.77	23.84	47.68	286.05	11.35	56.75	113.49	680.94
Becerra Tepecuache	6.32	31.60	63.19	379.15	12.64	63.19	126.38	758.29	30.09	150.43	300.85	1805.11
Echánove	9.78	48.90	97.81	586.85	19.56	97.81	195.62	1,173.71	46.57	232.84	465.67	2794.03
Magdalena Eslava	4.51	22.56	45.12	270.70	9.02	45.12	90.23	541.39	21.48	107.40	214.80	1288.81
Mixcoac	17.86	89.29	178.57	1,071.43	35.71	178.57	357.14	2,142.85	85.02	425.09	850.18	5101.06
Tarango	49.70	248.51	497.02	2,982.15	99.40	497.02	994.05	5,964.30	236.63	1,183.17	2,366.34	14198.02
Total	90.55	452.77	905.55	5,433.29	181.11	905.55	1,811.10	10,866.59	431.13	2,155.66	4,311.33	25867.97
Total (% PIB de CDMX)	**0.000003**	**0.000013**	**0.000026**	**0.000157**	**0.000005**	**0.000026**	**0.000052**	**0.000314**	**0.000012**	**0.000062**	**0.000124**	**0.000747**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

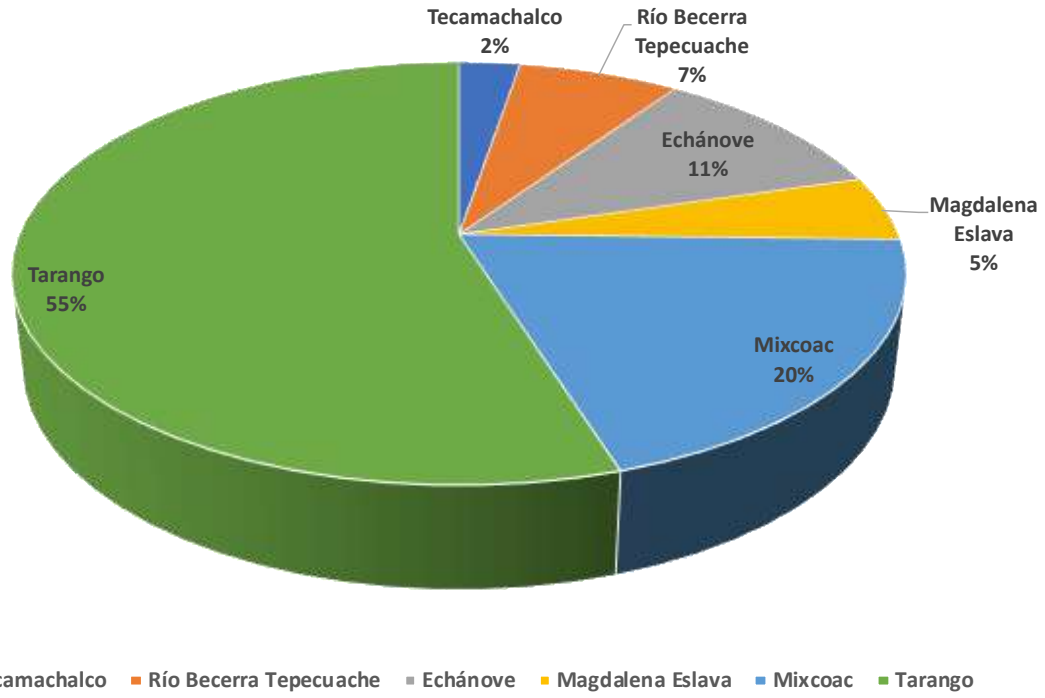
Cuadro 97. Valor total anual del COS

Barranca	Valor anual total (miles de pesos)							
	2%				4%			
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	13.73	68.66	137.33	823.97	18.50	92.50	185.00	1,110.02
Becerra Tepecuache	36.40	182.02	364.04	2,184.26	49.04	245.21	490.43	2,942.55
Echánove	56.35	281.74	563.48	3,380.88	75.91	379.55	759.10	4,554.59
Magdalena Eslava	25.99	129.96	259.92	1,559.50	35.01	175.07	350.15	2,100.90
Mixcoac	102.87	514.37	1,028.75	6,172.49	138.59	692.95	1,385.89	8,315.34
Tarango	286.34	1,431.68	2,863.36	17,180.17	385.74	1,928.71	3,857.41	23,144.46
Total	521.69	2,608.44	5,216.88	31,301.27	702.80	3,513.99	7,027.98	42,167.85
Total (% PIB de CDMX)	**0.00002**	**0.00008**	**0.00015**	**0.00090**	**0.00002**	**0.00010**	**0.00020**	**0.00122**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

La contribución de los servicios de los ecosistemas a la captura y almacenamiento de carbono en suelos por barrancas se sintetiza en la Gráfico 4.

Figura 44.. Contribución de los servicios de captura y almacenamiento de carbono de los ecosistemas en las barrancas (%).



Fuente: Elaboración propia. Nota: se considera una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $50.

III.3.4 Valor monetario de los servicios de captura y almacenamiento de carbono en bosques y suelos

De este modo, el valor monetario del servicio de almacenamiento y captura de biomasa en bosques y de carbono orgánico en suelos oscila entre $663.81 miles de pesos con tasa de interés de 2% y precio al carbono de USD $5 $tCO2e_t$ y 39,828.51 miles de pesos, con tasa de interés de 2% y precio al carbono de USD $300 $tCO2e_t$ (Cuadro 15). Desde luego, otras tasas de interés o precios al carbono implican valores monetarios del almacenamiento y secuestro de carbono distintos.

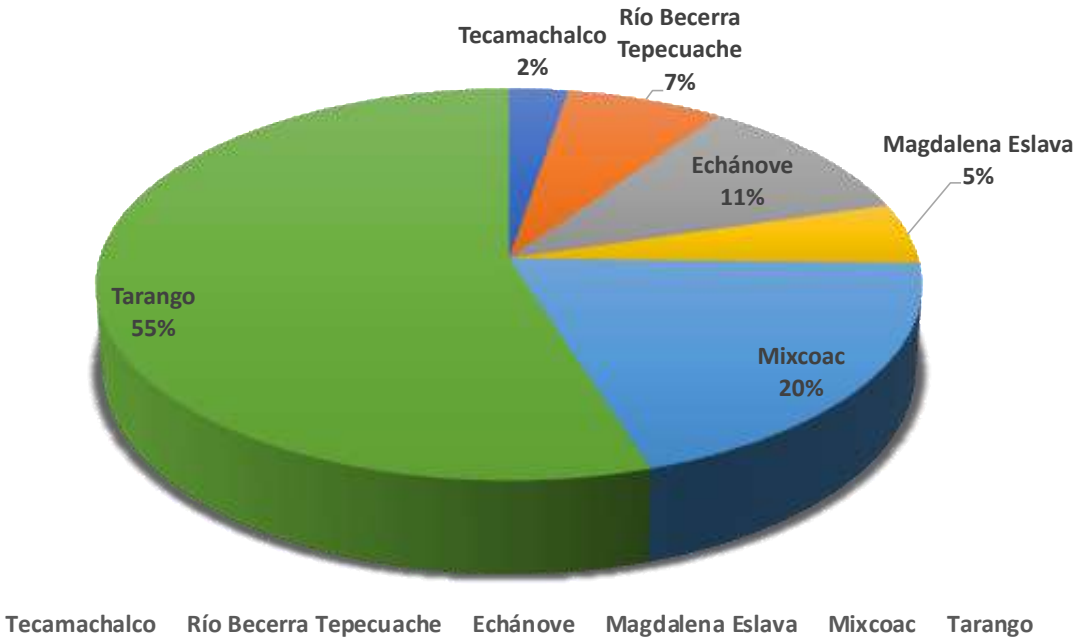
Cuadro 98. Valor total anual del carbono en COS y biomasa en bosques (almacenamiento y secuestro)

Barranca	Valor anual total (miles de pesos)							
	2%				4%			
	$5	$25	$50	$300	$5	$25	$50	$300
Tecamachalco	17.47	87.37	174.74	1,048.44	26.52	132.59	265.19	1,591.12
Río Becerra Tepecuache	46.32	231.61	463.22	2,779.31	70.30	351.49	702.98	4,217.88
Echánove	71.70	358.49	716.99	4,301.92	108.81	544.05	1,088.10	6,528.59
Magdalena Eslava	33.07	165.36	330.72	1,984.35	50.19	250.95	501.91	3,011.44
Mixcoac	130.90	654.50	1,309.01	7,854.03	198.65	993.27	1,986.55	11,919.29
Tarango	364.34	1,821.71	3,643.41	21,860.48	552.93	2,764.63	5,529.25	33,175.50
Total	663.81	3,319.04	6,638.09	39,828.51	1,007.40	5,036.98	10,073.97	60,443.82
Total (% PIB de CDMX)	**0.00002**	**0.00010**	**0.00019**	**0.00115**	**0.00003**	**0.00015**	**0.00029**	**0.00174**

Fuente: Elaboración propia.con datos de Paz-Pellat et al. (2016). Nota: se considera un tipo de cambio de $1 USD=$20.567 MXN y se considera el factor de conversión de C a CO2eq de (44/12) como lo señala el IPCC.

En este contexto, destaca que la distribución del valor monetario del servicio de almacenamiento y secuestro de carbono es heterogénea en las barrancas de la CDMX (Gráfico 4). Por ejemplo, destaca la relevancia de este servicio en las barrancas de Tarango y Mixcoac. En este sentido, una estrategia de empleo asociada al servicio de almacenamiento y secuestro de carbono tiene que preservar y fortalecer el servicio de almacenamiento y secuestro de carbono con énfasis en las barrancas de Tarango y Mixcoac.

Figura 45. Distribución del valor anual de almacenamiento y secuestro de carbono por barranca (%)



Fuente: Elaboración propia. Nota: se considera una tasa de interés del 2% y un precio al carbono de USD $50.

En este contexto se observa que el valor monetario del servicio de almacenamiento y secuestro de carbono en las barrancas de la CDMX es relevante. El valor monetario de este servicio de almacenamiento y secuestro de carbono no es aún reconocido completamente por el mercado y depende en buena medida de la evolución de las negociaciones de cambio climático. En particular, sobre las negociaciones sobre el precio al carbono para el cumplimiento de la meta de una economía carbono neutral entre 2050-2070. Ello sugiere que contribuir al tránsito a una economía carbono neutral puede abrir nuevas oportunidades de empleo en la CDMX y, además. Puede flexibilizar el presupuesto de carbono de la CDMX para otras actividades económicas.

De este modo, el valor monetario de este servicio de almacenamiento y secuestro de carbono de los ecosistemas en las barrancas debe además contribuir a la estrategia de cambio climático (mitigación y adaptación) de la CDMX y en la estrategia nacional de cambio climático. Por ejemplo, las metas de mitigación

pueden flexibilizarse atendiendo a la capacidad de almacenar y secuestro de carbono en bosques y suelos y además platea la posibilidad de construir una nueva economía verde en torno a la preservación de bosques y suelos e incluso a la conformación de granjas de carbono (Bryan, et al., 2014).

En este sentido, la contribución a la generación de valor del almacenamiento y secuestro de carbono permite ofrecer un conjunto de nuevos empleos verdes en las barrancas. Estos nuevos empleos serán más numerosos en Tarango y Mixcoac.

Debe además considerarse que existe un proceso de doble causalidad entre la condición del ecosistema y el valor de los servicios de los ecosistemas. Por ejemplo, se estima que precios de la tonelada de carbono de entre USD \$50/tCO_2e y USD \$66/tCO_2e contribuyen a un aumento de la oferta de carbono (Bryan, et al., 2014). De este modo, el aumento del valor del servicio puede también contribuir a preservar y ampliar la cobertura forestal y la condición del suelo.

III.3.5 Servicios de los ecosistemas en bosques

Estimar el valor monetario de los servicios de los ecosistemas en bosques para las áreas peri-urbanas de la CDMX puede realizarse con base en una función de transferencia de beneficios (Benefit Transfer -BT-) que puede apoyarse en un meta-análisis (Lipsey y Wilson, 2001, Glass, et al., 1981) o un valor de transferencia de unidad (unit transfer value). Estos valores pueden ajustarse de acuerdo con el PIB per cápita o al tipo de ecosistemas, la estimación del valor monetario de los SE de bosque, considerando un rango de USD \$459 a 3000/ha/año en las barrancas de la CDMX es entre \$4.24 millones de pesos de 2021 y \$27.73 millones de pesos de 2021 (Cuadro 16, Gráfico 4). Este valor es mayor en las barrancas de Tarango y Mixcoac.

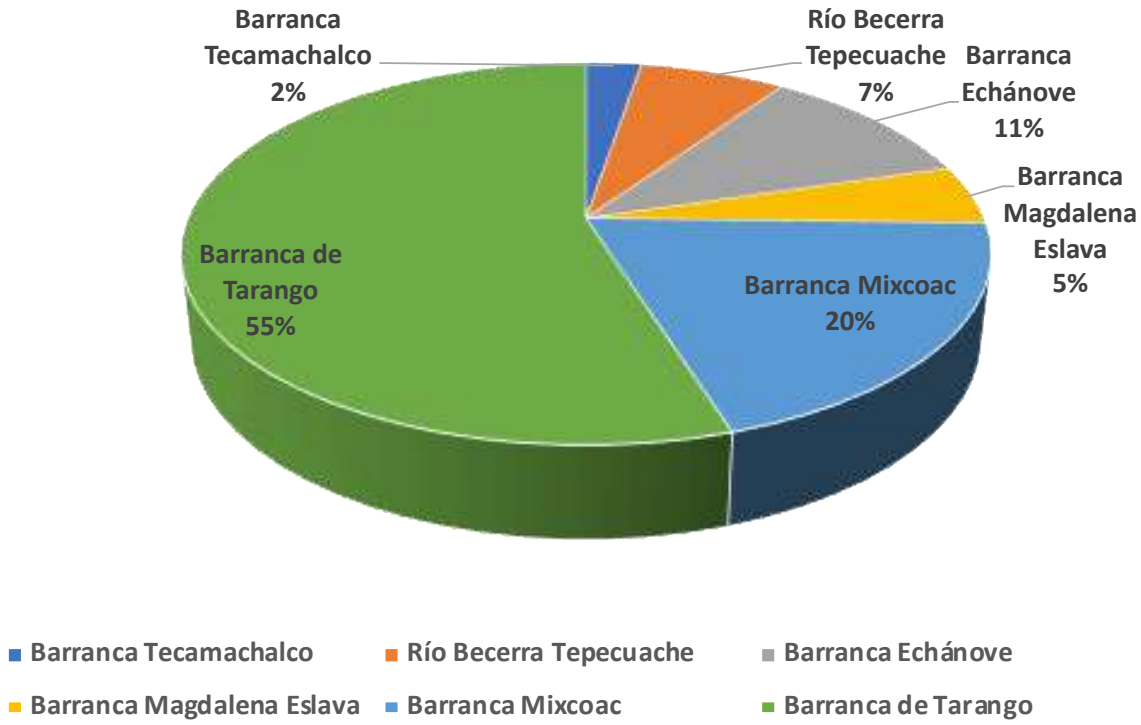
Los valores obtenidos tienen una doble contabilidad con respecto a los valores estimados en otros servicios como el almacenamiento y secuestro de carbono.

Cuadro 99. Valores de los SE en bosques

Barranca	Área (ha)	Valor 459 (miles $2021)	Valor 3000 (miles $2021)
Barranca Tecamachalco	11.83	111.66	729.81
Río Becerra Tepecuache	31.36	296.03	1,934.83
Barranca Echánove	48.54	458.20	2,994.75
Barranca Magdalena Eslava	22.39	211.41	1,381.74
Barranca Mixcoac	88.62	836.56	5,467.73
Barranca de Tarango	246.66	2,328.53	15,219.15
Total	449.39	4,242.39	27,728.03
Total (% del PIB de la CDMX)		**0.00012**	**0.00080**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46. Distribución del valor anual de del SE tema de bosques por barranca (%)



Fuente: Elaboración propia.

III.3.6 Servicios ecosistémicos en ANP y turismo de naturaleza

Las barrancas de la Ciudad de México tienen un potencial turístico sustentable y de recreación importante que puede contribuir a la generación de empleo e ingresos para la población local (UN, 2021). Sin embargo, este servicio debe de considerarse

con precaución ya que puede ser substituto de otros de otros de los servicios de los ecosistemas y no puede considerase toda la extensión territorial para el ecoturismo.

La información disponible muestra que la CDMX tiene 28 AVA con una superficie de 1,153.3 ha (Primer Informe, 2021) (Apéndice 2). Así, el valor de los Servicios de los Ecosistemas con el método de transferencia de beneficios (*Benefit Transfer* -BT-) basado en el meta-análisis de Galindo y Basurto (2020), incluyendo el valor del turismo de naturaleza en las AVA en el área de estudio[13] oscila entre 33,865.16 miles de pesos y 114,932.67 miles de pesos de 2021 (Cuadro 17, Gráfico **). Estas estimaciones indican el valor máximo en caso de que toda el área se dedicara a este tipo de turismo que no resulta factible, pero representa una primera aproximación a la importancia de este rubro. Debe además considerarse que este valor está asociado a la realización de importantes obras de infraestructura.

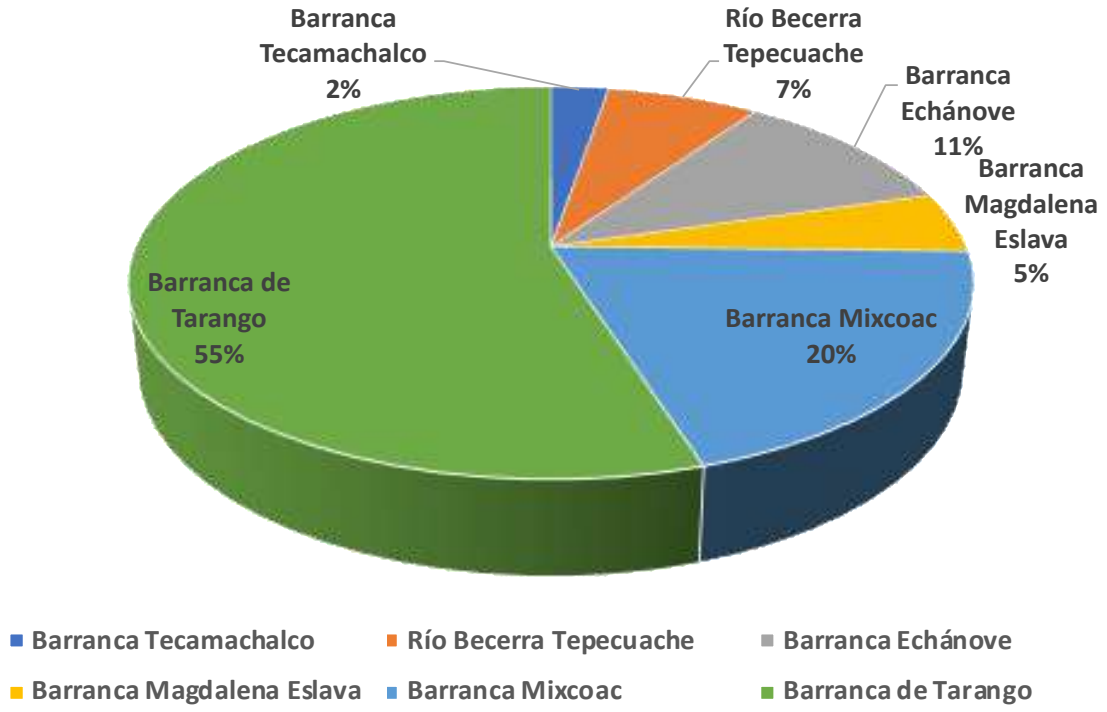
Cuadro 100. Valor monetario de las AVA por el servicio de turismo de naturaleza con un meta-análisis

Barranca	Área (ha)	Valor 3664 (miles $2021)	Valor 8660 (miles $2021)	Valor 12435 (miles $2021)
Barranca Tecamachalco	11.83	891.34	2,106.72	3,025.07
Becerra Tepecuache	31.36	2,363.07	5,585.21	8,019.88
Barranca Echánove	48.54	3,657.59	8,644.85	12,413.25
Barranca Magdalena Eslava	22.39	1,687.57	3,988.63	5,727.32
Barranca Mixcoac	88.62	6,677.93	15,783.53	22,663.76
Barranca de Tarango	246.66	18,587.66	43,932.62	63,083.39
Total	449.39	33,865.16	80,041.57	114,932.67
Total (% del PIB de la CDMX)		**0.0010**	**0.0023**	**0.0033**

Fuente: Elaboración propia.

[13] Incluye la AVA de Becerra Tepecuache, Tarango, Echánove, Hueyatlaco, Magdalena Eslava, San Borja yTecamachalco.

Figura 47.. Distribución del valor anual del servicio de ANP y de turismo de naturaleza en las barrancas (%)



Fuente: Elaboración propia.

III.3.7 Generación de empleos verdes

La valorización de los servicios de los ecosistemas tiene como una consecuencia directa la generación de empleos verdes[14]. Estimaciones disponibles sobre la generación de empleos verdes en América Latina y el Caribe muestran la importancia de estos empleos verdes. Por ejemplo, BID (Saget, et al., 2020) estima que la transición a una economía baja en carbono genera 15 millones de empleos netos (22.5 millones generados que se reduce con la pérdida de otros empleos) donde las actividades agrícolas sustentables y bosques y energía son relevantes y donde de los 22.5 millones corresponde a empleos de calificación media alrededor de 13.5, a empleos de baja calificación alrededor de 8 millones y empleos de alta

[14] Los empleos verdes se definen como empleos decentes que contribuyen directamente a la sostenibilidad ambiental ya sea al producir bienes y servicios ambientales o a través de un uso más eficiente de los recursos naturales (Saget, et al., 2020, pp. 57).

calificación, aproximadamente, 1 millón (Saget, et al., 2020). ECLAC y ILO (2018)) estiman que cerca del 20% de los empleos en América Latina y el Caribe están asociados directa o indirectamente con los servicios de los ecosistemas y donde destaca la generación de empleos verdes en el sector agrícola. Para México se estima un aumento de empleos verdes en agricultura y bosques de 2.1 millones al 2030 (OCDE, 2019).

La generación de empleos decentes y con protección social, apoyado en la restauración y desarrollo de una economía basada en el aprovechamiento de los ecosistemas en las barrancas puede además contribuir a reducir las brechas y desigualdades que persisten en el mercado laboral como alta desigualdad salarial, alta participación del mercado laboral informal y baja participación en el mercado laboral de las mujeres. Ello conlleva a un círculo vicioso donde una baja calificación laboral se asocia a una escasa inversión en capital humano, a una baja productividad y por tanto a bajos salarios (Alaimo, et al., 2015, Kjellstrom et al., 2019). En este contexto una mejora permanente en la distribución del ingreso requiere elevar los salarios más bajos (Rodríguez-Castela, 2016) e incorporar a los trabajadores informales al mercado laboral (Messina y Silva, 2019).

De este modo, la generación de un nuevo valor agregado consecuencia de las estrategias de recuperación, conservación y ampliación de los servicios de los ecosistemas en las barrancas puede traducirse en la generación de empleos verdes, decentes y con seguridad social. Ello es particularmente importante para una propuesta atendiendo por ejemplo que los salarios en el sector agrícola en México son alrededor de 65% del promedio nacional de salarios (OECD, 2019).

Las estimaciones realizadas, con base en los Cuadros en el Apéndice 3, sintetizadas en el Cuadro 18, incorporan varios supuestos como:

3. Los empleos verdes generados en las actividades agrícolas se basan en la actual razón de empleo a PIB a nivel nacional. Ello permite obtener una cota superior que muy probablemente se reduzca con el incremento de la productividad en los próximos años.

4. Los empleos verdes generados en las actividades de almacenamiento y secuestro de carbono y turísticas se basan en una razón de empleo a PIB que es 50% de la razón de empleo a PIB en las actividades agropecuarias.

Este conjunto de resultados indica que existen importantes potencialidades de empleos verdes en las barrancas en el contexto de una nueva economía urbana.

Esto es, el potencial de generación de empleos verdes en las barrancas asociado a la conservación, restauración y desarrollo de los servicios de los ecosistemas en un escenario asociado a la construcción de una economía carbono neutral son relevantes donde destacan las potencialidades de granjas de carbono. Estas estrategias pueden ser replicables en otras áreas de la CDMX.

Los valores estimados para los diferentes servicios de los ecosistemas son heterogéneos por barrancas. Debe, además considerarse que estas estimaciones por servicios de los ecosistemas no pueden sumarse debido a doble contabilidad.

Cuadro 101. Valor monetario de los Servicios ecosistémicos de las barrancas en la CDMX

Servicio del ecosistema	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Empleos verdes (aproximados)
1.Servicios de provisión de cultivos.		$5.3 millones de pesos de 2013		60
2.Servicio de polinización	$1.57 millones de pesos de 2013 (ajustado por oferta potencial)	$1.98 millones de pesos de 2013 (ajustado pro distancia)	$2.62 millones de pesos de 2013 (demanda)	18-30
3.Servicios de almacenamiento y secuestro de carbono	$663.81 miles de pesos (USD $5 y tasa de interés de 2%)		$39,828.5 miles de pesos (USD $300 y tasa de interés de 2%)	371-2,230
4. Servicios de los ecosistemas de bosques.	$4.24 millones de pesos de 2021		$27.73 millones de pesos de 2021	47-310

Servicio del ecosistema	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Empleos verdes (aproximados)
5. Servicios ecosistémicos de ANP y turismo de naturaleza	$33,865 miles de pesos de		$114,932.67 miles de pesos	190-6,436

Fuente: Elaboración propia.

Una aproximación a los salarios de estos empleos se sintetiza en el Cuadro 19[15].

Cuadro 102. Salarios por tipo de actividad. Ciudad de México. Cuarto trimestre 2021

Actividad	Hasta un salario mínimo	Más de 1 salario mínimo	Más de 2 salario mínimo	Más de 3 salario mínimo	Más de 4 salario mínimo	Más de 5 salario mínimo	No recibe salario	Total salario mínimo por actividad
Agricultura, ganadería	11246	5195	194	0	0	3150	1156	20941
Industria extractiva	2630	8284	0	1998	3100	0	2307	18319
Industria manufacturera	127577	169640	45801	23501	12283	8703	59069	446574
Construcción	52356	63067	35597	19109	10009	0	23737	203875
Comercio	343069	275912	101397	57958	19149	40361	117341	955187
Restaurantes y servicios	156708	127646	23244	20239	5113	23928	35737	392615
Transportes, comunicaciones	86952	113505	50595	28425	17291	979	34474	332221
Servicios profesionales y financieros	116402	178948	89966	83955	77971	2052	177833	727127
Servicios sociales	80586	156256	93669	63191	29505	0	95695	518902
Servicios diversos	193671	145057	56956	29963	6442	4152	64278	500519
Gobierno y organismos	39263	100147	79863	27121	15727	1015	66014	329150
Total salario mínimo por rango	**1210460**	**1343657**	**577282**	**355460**	**196590**	**84340**	**677641**	**4445430**

Fuente: Elaboración propia.con base en ENOE, 2021

Conclusiones

[15] Salario mínimo CDMX $4,251. ENOE, 2021.

La CDMX concentra una parte importante de la actividad económica, del empleo y de la población del país y es también un polo de dinamismo económico con importantes economías de escala. Sin embargo, al mismo tiempo, la CDMX muestra altos niveles de desempleo y pobreza, alta concentración del ingreso y, además, ha configurado una compleja matriz de externalidades negativas como contaminación atmosférica, de suelos y de los recursos hídricos, accidentes y congestión vial y emisiones de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático. Estos desafíos y el conjunto de las externalidades negativas están erosionando el actual dinamismo económico y social y deteriorando el medio ambiente y son inconsistentes con la nueva economía urbana del siglo XXI.

Este estilo de desarrollo urbano se refleja en las barrancas de la CDMX en un creciente deterioro ambiental donde se observa un acelerado proceso de transición de áreas rurales y verdes a áreas peri-urbanas. Este proceso de transición de áreas rurales y verdes a peri-urbanas es apoyado en una matriz de incentivos económicos y de costos de oportunidad que favorece el uso de las barrancas como asentamientos irregulares, como depósitos de desechos y vertederos y para una explotación no sostenible de los recursos naturales y ambientales.

Ello refleja, entre otros factores, la inexistencia de una valoración apropiada de los servicios que ofrecen los ecosistemas a las actividades económicas y al bienestar social. En este sentido, resulta indispensable, para transitar a un desarrollo urbano sostenible en la CDMX, que se reconozca el valor monetario de la contribución de los servicios de los ecosistemas a la generación de valor económico de las actividades económicas y el bienestar social. Ello contribuye a la preservación y conservación y un uso sustentable de los ecosistemas, a la realización de análisis de costo beneficio apropiados y, en general, a un uso y asignación eficiente de los recursos.

Esta valoración de los servicios de los ecosistemas en las barrancas es, sin embargo, en extremo compleja atendiendo a las limitaciones de la información y metodológicas (Galindo y Basurto, 2020). No obstante, es posible realizar esta valoración a través del uso de diversos supuestos. En este sentido, esta valoración

debe de considerarse como preliminar y que, al basarse en potenciales valores de intercambio y de bienestar, no representa un valor de la naturaleza.

Resulta, además, de especial interés realizar esta valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas atendiendo a la conformación de una nueva economía urbana, baja en carbono, incluyente, resiliente y con preservación ambiental. En efecto, los servicios de los ecosistemas en esta nueva economía son un factor de dinamismo económico que contribuirán además a la generación de empleos verdes.

Las estimaciones realizadas muestran que existe un importante potencial de valor monetario de los servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX, en especial en el contexto de la construcción de una nueva economía urbana. Este valor es heterogéneo por barrancas y servicios de los ecosistemas, destacando el valor del almacenamiento y secuestro de carbono, y en donde no puede sumarse este conjunto de servicios debido a posible doble contabilidad y a que existen usos que son substitutos.

Este conjunto de resultados muestra que el valor monetario de los servicios de los ecosistemas en las barrancas de la CDMX está estrechamente relacionado con el tránsito a una nueva economía urbana y a una nueva economía global. Por ejemplo, el Acuerdo de Paris que establece la necesidad de que las economías sean carbono neutral entre 2050-2070 para lo que se requiere precios al carbono en extremo elevados (por ejemplo, entre USD $300 y USD $700 tCO2et). Estos valores abren claramente la posibilidad de desarrollar granjas de carbono. Ello sugiere, además, la presencia de una doble causalidad donde un valor monetario más alto de los servicios de los ecosistemas puede contribuir a su preservación y conservación. Asimismo, el valor del almacenamiento y secuestro de carbono en las barrancas puede representar una ventaja adicional en la medida en que permite flexibilizar las metas de descarbonización profunda de otros sectores económicos.

De este modo, la recuperación ambiental de las barrancas debe integrarse en una estrategia más amplia de transición a una economía carbono neutral, incluyente, resiliente y con preservación ambiental.

III. 4 Anteproyecto de ecoturismo, red de senderos y sitios aptos para actividades ecoturísticas y de conservación

III.4.1 Actividades exteriores y utilidad de las redes de senderos en barrancas

A lo largo del desarrollo del proyecto se pudieron observar a detalle el conjunto de actividades recreativas en exteriores que en la actualidad se realizan alrededor de las zonas de dos de las barrancas seleccionas; Becerra Tepecuache y Barranca Tarango.

En cuanto a las actividades en la zona de influencia destacan en orden de magnitud: la carrera, el ciclismo de ruta, el ciclismo de montaña, la caminata y en general los paseos al aire libre, actividades que en su mayoría suceden a lo largo de secciones de calles en cercanía de parques, plazas, vivienda y otros espacios abiertos, incluyendo centros comerciales.

A través del uso de la aplicación “Strava” que se utiliza para actividades exteriores se pudo constatar que en su mayoría los diferentes tipo de usuarios recorren perímetros de espacios abiertos y calles, sin importar que estas tengan conectividad estructural con el tejido urbano, evidencia de esto es que muchos de los recorridos denotan la tendencia a lograr metas de tiempos y distancias, sin importar que estas se logren en pequeños espacios como calles cerradas, pequeños parques y otros espacios de cercanía.

Los recorridos de estos usuarios generalmente obedecen a actividades recurrentes, tanto en espacio físico como en horario, presentando esta información un excelente parámetro de uso del espacio público de lo que se desprende una primera conclusión: Los paseantes que recorren espacios abiertos de forma recurrente buscan actividades que puedan iniciar y concluir de forma predecible en espacios que cuenten con organización urbana, a la vez, estos usuarios realizan recorridos de 3, 5 y hasta 10 kilómetros.

En la actualidad la mayoría de los paseantes sólo cruza por las orillas de las áreas de valor ambiental y la ocurrencia de que estos usuarios puedan transitar al interior es mucho menor a la circulación que actualmente se da en secciones de calles y

parques urbanos, de esta evidencia se desprende una clara oportunidad para generar una mayor conectividad espacial entre el tejido urbano existente y un nuevo tipo de infraestructura que posibilite el acceso controlado y organizado a las barrancas que aún no cuentan con redes de senderos para permitir la recreación y visitación organizada, incluyendo actividades ecoturísticas, educativas y de encuentro con la naturaleza, todas estas en consonancia con la utilidad pública de las áreas de valor ambiental.

Es así que el establecimiento de redes de senderos de usos múltiples y bajo impacto ambiental en barrancas se presenta como una oportunidad para complementar los servicios ambientales que actualmente prestan estas áreas y una forma sustentable para distribuir la creciente demanda de los usuarios que a partir de los datos observados presentan una tendencia creciente por el uso de espacios abiertos con capacidad de recorridos de mayor longitud en cercanía y al interior de las barrancas.

Con el objetivo de cubrir una demanda de actividades para un variado grupo de personas se han diseñado circuitos de actividades en tres categorías diferentes y complementarias que pueden convivir libres de conflicto en una distribución estratégicamente diseñada a partir del tiempo disponible y la condición física del individuo, descritas a continuación:

Aprendizaje lúdico y actividades físicas de menor impacto. Esta actividad comprende a los usuarios de menor condición física y/o menor disponibilidad de tiempo, incluyendo visitas escolares, personas de la tercera edad y otros usuarios que no deseen recorridos más largos, se espera que estos recorran solo una porción menor de la red de senderos.

Actividades deportivas para senderismo y ciclismo de montaña. Esta actividad se enfoca a personas de buena condición física, activas y con disponibilidad de tiempo, específicamente deportistas y otras en busca de espacios para ejercitarse en una potencial visitación recurrente de este tipo de actividades incluyendo la totalidad del sendero.

Recreación activa para la apreciación de biodiversidad y paisaje. Esta actividad busca ofrecer oportunidades de contemplación a visitantes con interés específico contemplativo, ya sea observación de flora y fauna o simplemente individuos en busca de un contacto directo con la naturaleza.

La disminución de conflictos entre usuarios se contempla en el diseño del mismo sendero y las actividades que pueden convivir entre sí, el diseño del sendero se ha realizado contemplando pendientes no mayores al 10% lo que evita altas velocidades de encuentro y de la misma forma posibilita líneas de visión de 10 a 15 metros, esto permite anticipar al encuentro entre usuarios y actividades.

Desde el punto de vista ambiental este trazo de senderos busca evitar el encauzamiento del agua en las secciones longitudinales con el objetivo de prevenir la erosión, a esto también contribuye la propuesta de diferentes paletas vegetales incluyendo especies de cubresuelos y arbustivas tomadas de la paleta vegetal suministrada por SEDEMA. Es importante comprender que una estrategia de senderos incluye el cierre y rotación de caminos erosionados y/o que no cumplan con las condiciones de seguridad, por lo cual la estrategia de senderos de usos múltiples en el amplio sentido debe aplicarse como parte de los programas de conservación de suelos, las estrategias para control y vigilancia de incendios, lo que hace de estas infraestructuras una valiosa herramienta para encauzar la visitación de áreas naturales con contextos urbanizados.

III.4.2 Infraestructura verde y conectividad urbano-rural

Con la ayuda de SEMOVI se hizo una revisión del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito y no se encontraron lineamientos sobre señalética para paradas turísticas / recreativas, lo cual queda como un área de oportunidad para lograr tal infraestructura de información, en cuanto a las paradas y rutas de la RTP se logró coordinar con la misma dependencia la ubicación de rutas e infraestructura de paraderos que mantienen influencia directa en las Barrancas Becerra Tepecuache y Tarango.

Como recomendaciones generales sobre las propuestas de conexión ciclista entre las áreas contempladas, se menciona la conexión entre el Parque La Mexicana y la Barranca Tepecuache, a través de carriles de prioridad ciclista (en el tramo del Parque La Mexicana a la Av. Carlos Lazo) y como sendero compartido entre la intersección de Av. Santa Fe y Javier Barros Sierra y los accesos a la Barranca. En este último tramo, se puede ver la posibilidad de incrementar el ancho de la acera para facilitar el tránsito conjunto de ciclistas y peatones, sin descartar la posibilidad de una ciclovía confinada con fuentes de financiación privada. Asimismo, se recomienda la reubicación y rehabilitación del circuito de ciclovías entre las avenidas Santa Fe, Carlos Lazo y Javier Barro Sierra en los carriles de extrema derecha. Lo anterior, a reserva de un análisis mayor de las propuestas del equipo de investigación.

Respecto al espacio delimitado en los costados de la Avenida de los Poetas (Entre la Avenida Tamaulipas y la Avenida Centenario) y planteado como posible conexión con el Parque Tarango. Luego de indagar sobre el tema, se pudo constatar que dicha infraestructura, surgida de la iniciativa ciudadana, se planteó para el tránsito peatonal, como se puede observar en la señalética vertical ubicada a ambos costados de la vía.

Por cuestiones de presupuesto, el espacio en el cuerpo con dirección norte - sur se tuvo que delimitar con confinadores para ciclovías, sin embargo, dicho espacio no fue habilitado para uso ciclista. Por esa razón no está considerada como parte de la infraestructura ciclista construida en la administración anterior.

En resumen, la principal conectividad propuesta para la barranca Becerra Tepecuache, consiste en lograr una conexión de movilidad no motorizada a través de ciclovías entre la barranca y el parque urbano “La Mexicana”, para este fin en conjunto con SEMOVI y SEDUVI se plantearon posibles continuidades de carriles ciclistas y otras infraestructuras confinadas como las mencionadas en párrafos anteriores.

Mapa 65. Recorridos ciclistas en Strava



Fuente: Elaboración propia

III.4.3 Conectividad entre barrancas

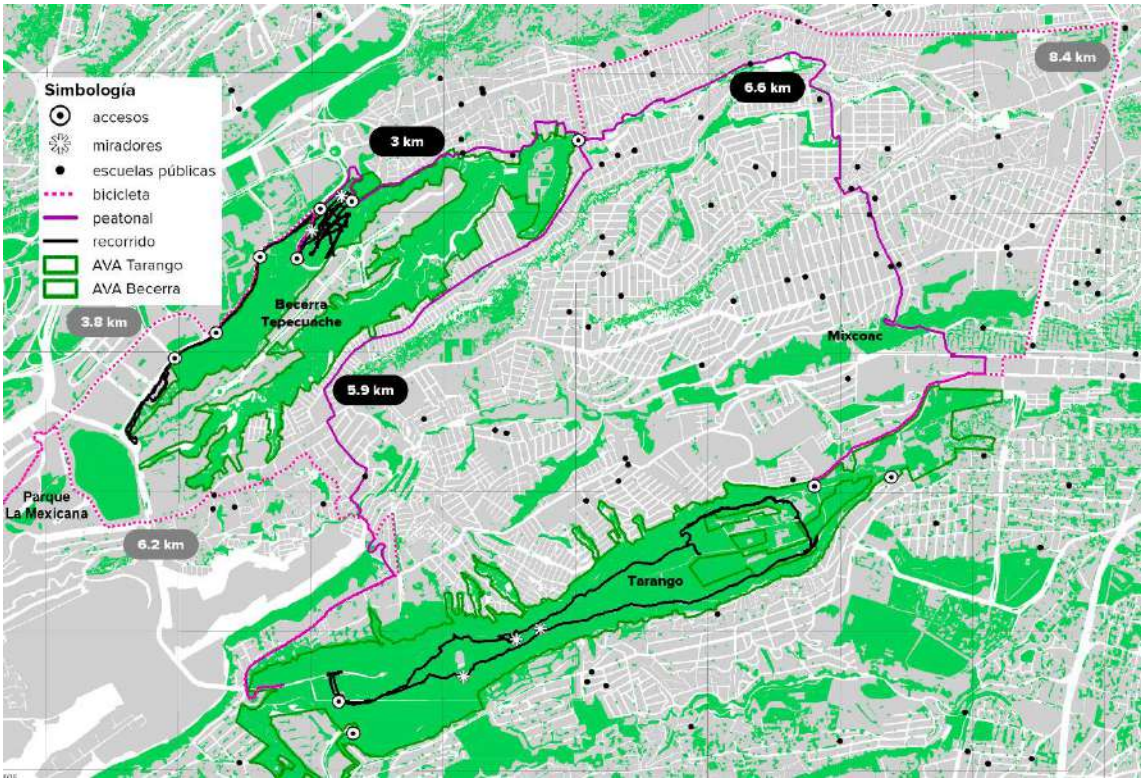
En un segundo análisis de accesibilidad entre AVAs y centros escolares, además del potencial educativo destacan las actividades ecoturísticas a planear y su relación con otras infraestructuras urbanas existentes para rutas peatonales y ciclistas diferentes al uso de la supervía que se había planteado en informes anteriores.

Para consolidar sistemas de visitación estratégicamente planeados que tomen en cuenta accesibilidad y temáticas de interés educativo se plantean nuevas rutas.

En el siguiente mapa se muestra la generación de recorridos urbanos incluyendo la conectividad a 400 mts de distancia entre centros escolares y AVAs, así como nuevas rutas ciclistas y peatonales que representan una oportunidad de recreación y visitación de población escolar que se tendrá que tomar en cuenta al momento de

decidir los accesos y realizar los trazos de recorridos con enfoque educativo y de accesibilidad a las AVAs.

Mapa 66. Conectividad peatonal y ciclista



Fuente: Elaboración propia

III.4.4 Red de senderos ecoturísticos de usos múltiples

Barranca Becerra Tepecuache

La red de senderos diseñada para la Barranca Becerra Tepecuache se compone de poco más de 8 kilómetros de longitud, divididos en tres secciones y 5 accesos, uno de ellos solamente de servicio, ubicado en la calle “Cilantro”.

Las diferentes secciones se han diseñado a partir de circuitos de actividades siguiendo las curvas de nivel, estableciendo miradores y puntos de descanso con elementos naturales como retranqueos de piedras y troncos de madera existentes, los senderos en su método constructivo contempla solo el volteo de la capa superior de tierra para la conformación de taludes y el entrelazamiento con caminos existentes que no sobrepasen 10% de pendiente.

Por la ubicación de la barraca se contempla un acercamiento entre los distintos entornos sociales y se pretende que la red de senderos se convierta en un punto de encuentro comunitario en un entorno natural.

En la parte surponiente se contempla un conjunto de proyectos de cohesión social incluidos huertos familiares, cultivo de plantas medicinales, apiarios para la producción de miel y otras actividades con el potencial para generar comunidad, vigilancia comunitaria y propuestas de ingresos derivados de una economía verde local, en la presente propuesta solo se han señalado los puntos a desarrollar en función de aspectos sociales, geográficos y demográficos, por lo cual se recomienda desarrollar a detalle este tipo de propuestas basadas en el mapa temático que presenta una zonificación de actividades, en esta zona es deseable la continuación de los programas de limpieza de barrancas ya que dada la accidentalidad del terreno no es posible plantear redes de senderos.

Finalmente se propone una pequeña conexión de paso urbano entre la parte sur poniente y sur oriente de la barranca, a través de un sendero que une las canchas de fútbol con algunas vialidades de tránsito urbano, lo que acorta de forma significativa el acceso al transporte público, estas podrían ser contempladas como infraestructuras verdes y se sugiere que sean complementadas con actividades recreativas y deportivas como muros de escalada, instalaciones de parkour, rampas para skateboard, BMX y otras actividades lúdicas que no contrapongan los usos del AVA.

Figura 48. Zona de la barranca



Fuente: Elaboración propia

Requerimientos arquitectónicos por acceso a red de senderos

Los siguientes requerimientos se plantean de acuerdo a los posibles usos y actividades a desarrollar en las barrancas de interés.

Acceso 1 (Avenida Carlos Lazo). Acceso público peatonal a barranca de uso controlado por horarios con potencial de conectividad con la plaza comercial “Park Plaza”, para el aprovechamiento de los servicios sanitarios y consumo de alimentos requeridos. Para este acceso se plantean:

- Caseta de vigilancia.
- Paradero ecoturístico con señalética (cartografía para desplegar mapa de la AVA tipo Way finding / Navegación urbana conceptual).
- 4 cicloestacionamientos tipo “U”.

Acceso 2 (Avenida Javier Barros Sierra). Acceso público peatonal de uso controlado por horarios y estacionamiento público para vehículos motorizados para visitas a la barranca con fines escolares y turísticos. Para este acceso se plantean:

- Zona de estacionamiento para vehículos motorizados.

- Implementar un cruce seguro para dotar de continuidad a peatones y corredores conexión urbana entre el Acceso 2 y el Acceso 3.
- Paradero ecoturístico con señalética (cartografía para desplegar mapa de la AVA tipo Way finding / Navegación urbana conceptual.
- 4 cicloestacionamientos tipo “U”.

Figura 49. Baños Públicos en el Parque Tête d’Or, Lyon, Francia



Fuente: Propuesta arquitectónica por: Jacky Suchail Architects.

Acceso 3 (Avenida Javier Barros Sierra). Acceso público peatonal de uso controlado por horarios. Se contempla un área vestibular que permita exposiciones temporales relacionadas con la conservación de la biodiversidad. Para este acceso se plantean:

- Caseta de vigilancia.
- Sanitarios públicos sustentables con tecnologías ecológicas.
- Espacio tipo ágora que funcione como foro al aire libre.
- Bodega de almacenamiento.
- Paradero ecoturístico con señalética (cartografía para desplegar mapa de la AVA tipo Way finding / Navegación urbana conceptual.
- 4 cicloestacionamientos tipo “U”.

Figura 50. Foro al aire libre en el Nido de Quetzalcóatl



. Fuente: Propuesta arquitectónica por: Javier Senosiain.

Acceso 4 (Calle Cilantro). Acceso de uso restringido para facilitar las labores de mantenimiento y servicio de la barranca realizadas por SEDEMA. Se considera necesario cercar el perímetro inmediato a esta zona. Para este acceso se plantean:

- Bodega de almacenamiento para herramienta, material contra incendios y equipo requeridos por la instancia.

Acceso 5 (Calzada Jalapa). Acceso público peatonal de uso controlado por horarios. Para este acceso se plantea una caseta de vigilancia.

Figura 51. Módulo de vigilancia en Ciudad de México



Fuente: Propuesta arquitectónica por: Escobedo Soliz.

Proyectos complementarios

En el caso de la Barranca Becerra Tepecuache se plantea implementar los siguientes proyectos que complementen el uso ecoturístico de la barranca:

a. Proyectos sociales complementarios. Ubicados en distintos puntos al sur de la barranca, como espacios que concentren actividades agroproductivas a escala local y de cohesión social tales como:

- Huertos comunitarios
- Apiarios
- Plantas medicinales
- Sitios de cohesión social

b. Juegos deportivos de bajo impacto ambiental. Al sureste de las barrancas para promover las actividades físicas, deportivas y de encuentro al aire libre con estructuras y elementos removibles.

- Parkour
- Muros de escalada
- Bike park

Figura 52.Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo A – Circuito 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo A – Circuito 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo A – Circuito 3



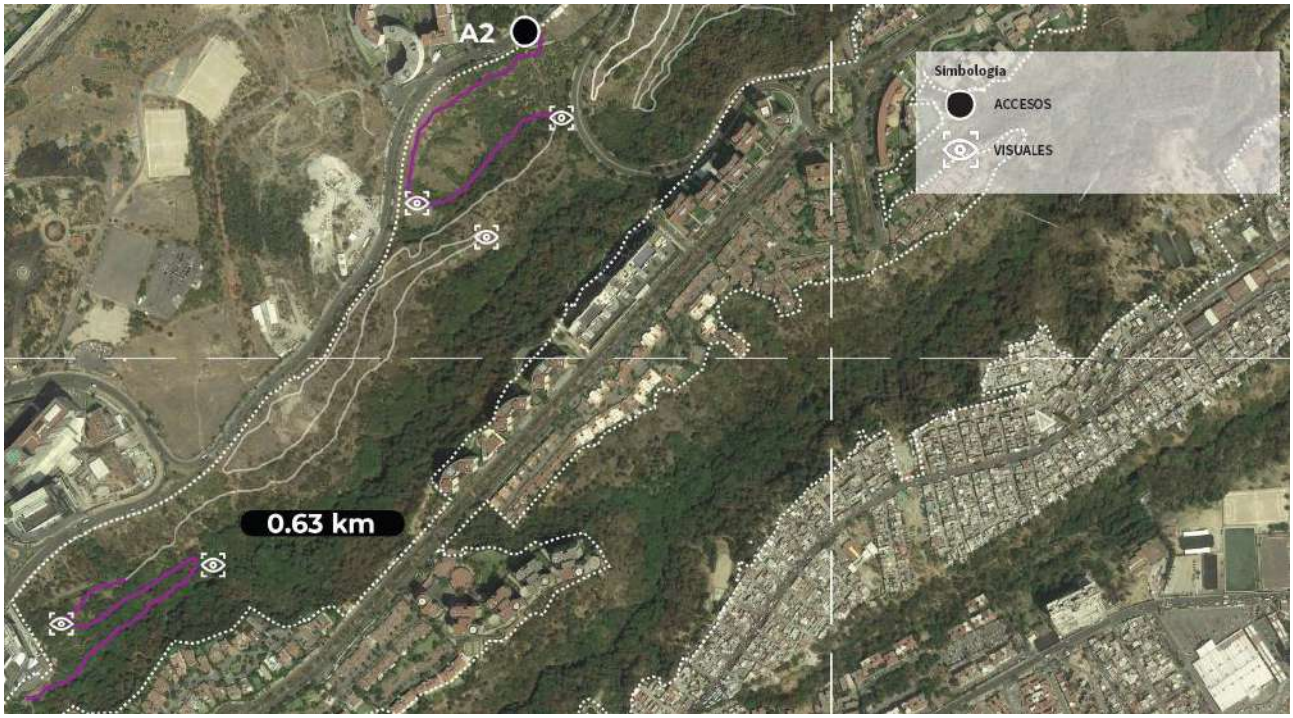
Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo B – Circuito 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo B – Circuito 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Tramo B – Circuito 3



Fuente: Elaboración propia

Barranca Tarango

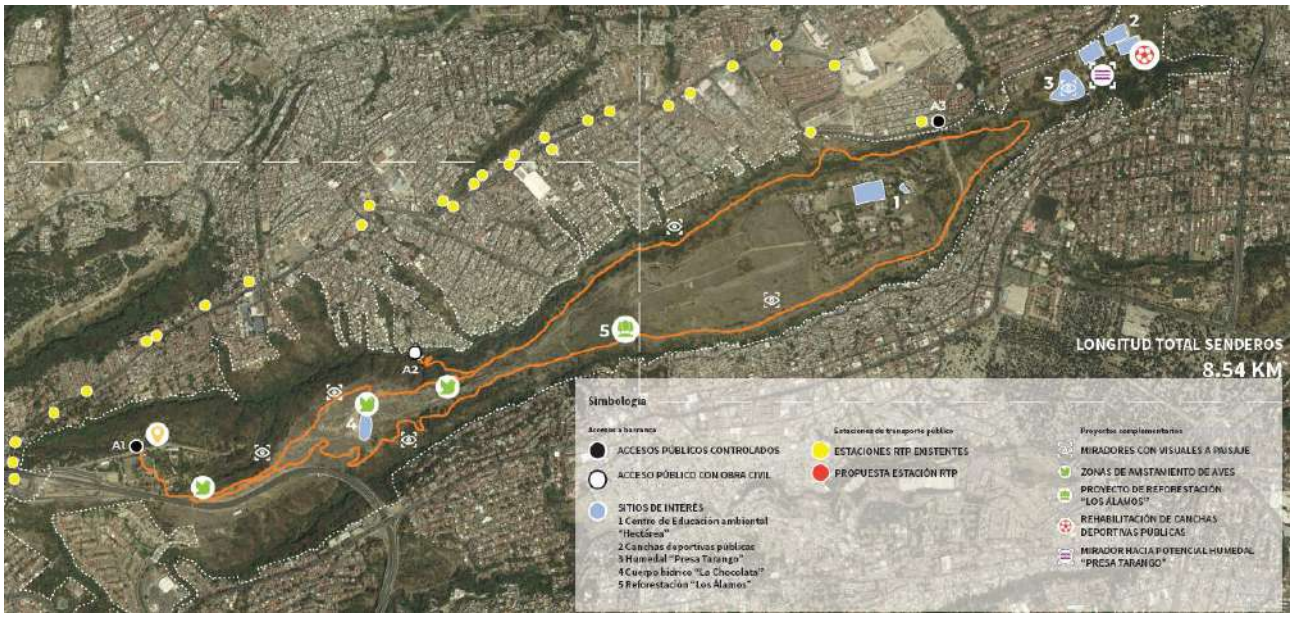
La red de senderos de usos múltiples diseñados para la Barranca Tarango cuenta con una extensión de 9.4 kilómetros a lo largo de un solo circuito perimetral ubicado en la zona de transición entre meseta y pendiente, por su longitud presenta un tipo de circuito para grandes recorridos, atractivo para ciclistas de montaña, corredores y paseantes de muy diversos intereses.

La barranca cuenta con 3 principales accesos de los cuales 2 se encuentran habilitados y en uso, mientras que un tercero se sugiere habilitar, este se encuentra en la calle de Aristóteles lo que implicaría la construcción de un puente y algunas otras obras civiles que bien justifican la accesibilidad de un núcleo de población que actualmente no cuenta con accesos a la barranca a pesar de encontrarse colindante al área natural y carecer de áreas verdes.

El sendero propuesto se diseñó en su mayor parte en terrenos con pendientes de 10 a 30% lo que lo hace ideal para la observación del entorno urbano por lo que se

sugiere que el enfoque a desarrollar incluya además de componentes deportivos, otros de educación ambiental que puedan complementar las actividades del Centro de Educación Ambiental “Hectárea” con enfoques de educación ambiental y visitas escolares incluyendo temáticas de relación entre el ecosistema de barrancas y el entorno urbano.

Figura 58. Zonificación propuesta



Fuente: Elaboración propia

Requerimientos arquitectónicos por acceso a red de senderos

Los siguientes requerimientos se plantean de acuerdo a los posibles usos y actividades a desarrollar en las barrancas de interés.

Acceso 1 (Avenida del Árbol). Acceso público peatonal a barranca de uso controlado por horarios. Para este acceso se plantean:

- Caseta de vigilancia.
- Paradero ecoturístico con señalética (cartografía para desplegar mapa de la AVA tipo Way finding / Navegación urbana conceptual).
- 4 cicloestacionamientos tipo “U”.

Acceso 2 (Calle Aristóteles). Acceso público peatonal de uso controlado por horarios. Para este acceso se plantea:

- Obra civil para construcción de puente de acceso a la barranca debido a la topografía de la misma y para garantizar la seguridad de los visitantes debido al cauce de agua.

Acceso 3 (Prolongación 5 de Mayo). Acceso público peatonal a barranca de uso controlado por horarios. Se plantea la integración de una nueva estación de RTP en la zona del acceso, perteneciente a la ruta de servicio troncal de transporte complementario "Servicio Zonal Centenario-Águilas". Para este acceso se plantean:

- Estación de RTP con señalética (cartografía para desplegar mapa de la AVA tipo Way finding / Navegación urbana conceptual).
- 4 cicloestacionamientos tipo "U".

Acceso 4 (Calle Cilantro). Acceso de uso restringido para facilitar las labores de mantenimiento y servicio de la barranca realizadas por SEDEMA. Se considera necesario cercar el perímetro inmediato a esta zona. Para este acceso se plantea:

- Bodega de almacenamiento para herramienta, material contra incendios y equipo requerido por la instancia.

Proyectos complementarios

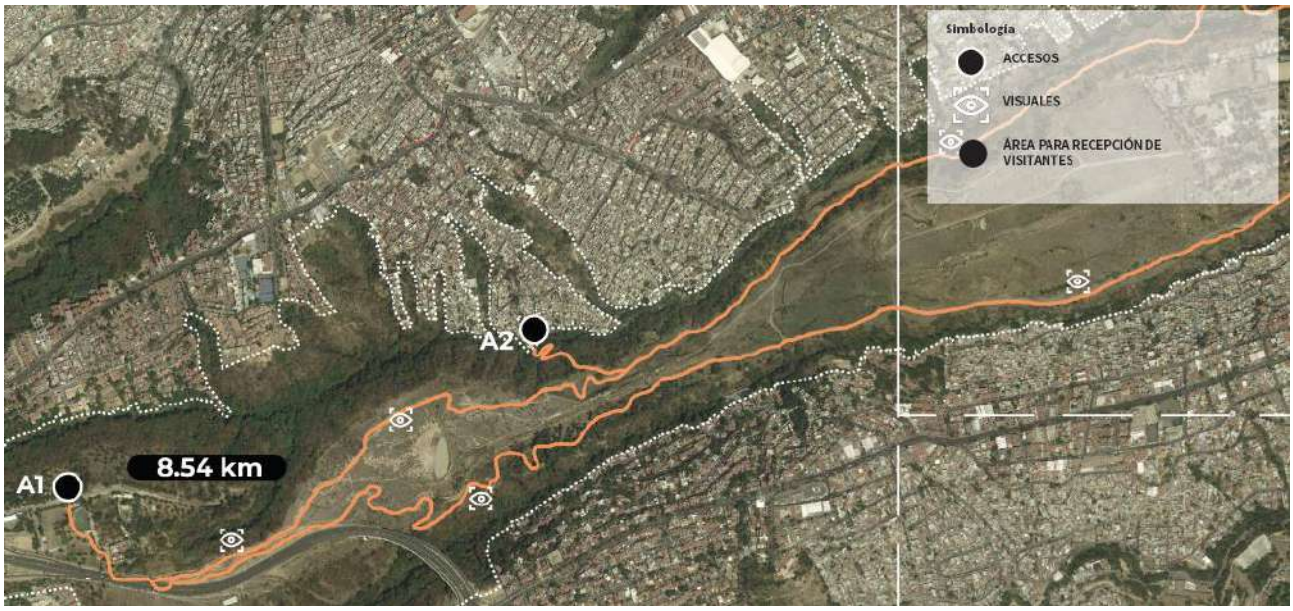
En el caso de la Barranca Becerra Tarango se plantea implementar los siguientes proyectos que complementen el uso ecoturístico de la barranca:

a. Rehabilitación de canchas deportivas públicas. Deberá contar con un área de sanitarios públicos sustentables con tecnologías ecológicas, además de señalética (cartografía para desplegar mapa de la AVA tipo Way finding / Navegación urbana conceptual) y área para biciestacionamientos.

- Huertos comunitarios
- Apiarios
- Plantas medicinales
- Sitios de cohesión social

b. Mirador humedal "Presa Tarango". A partir de un potencial proyecto de preservación hídrica, se contempla un espacio de contemplación hacia el humedal y avistamiento de aves. Además de la adecuación de un área para picnic.

Figura 59. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 1 – Circuito 1



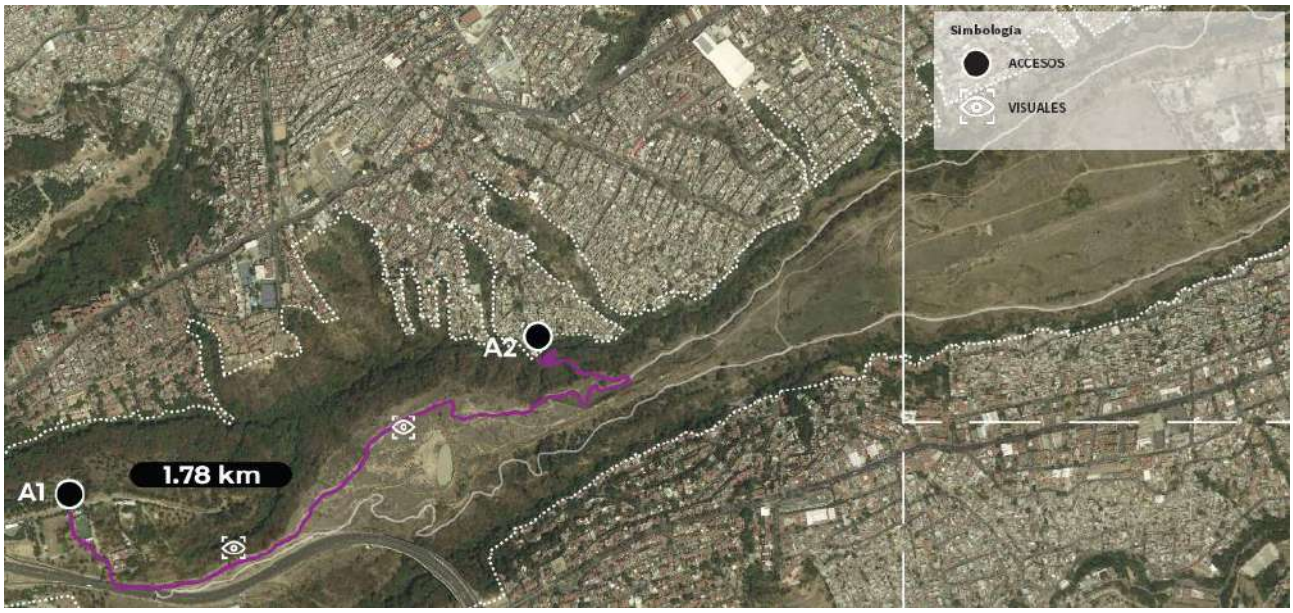
Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 2 – Circuito 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 61.Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 1 – Circuito 2



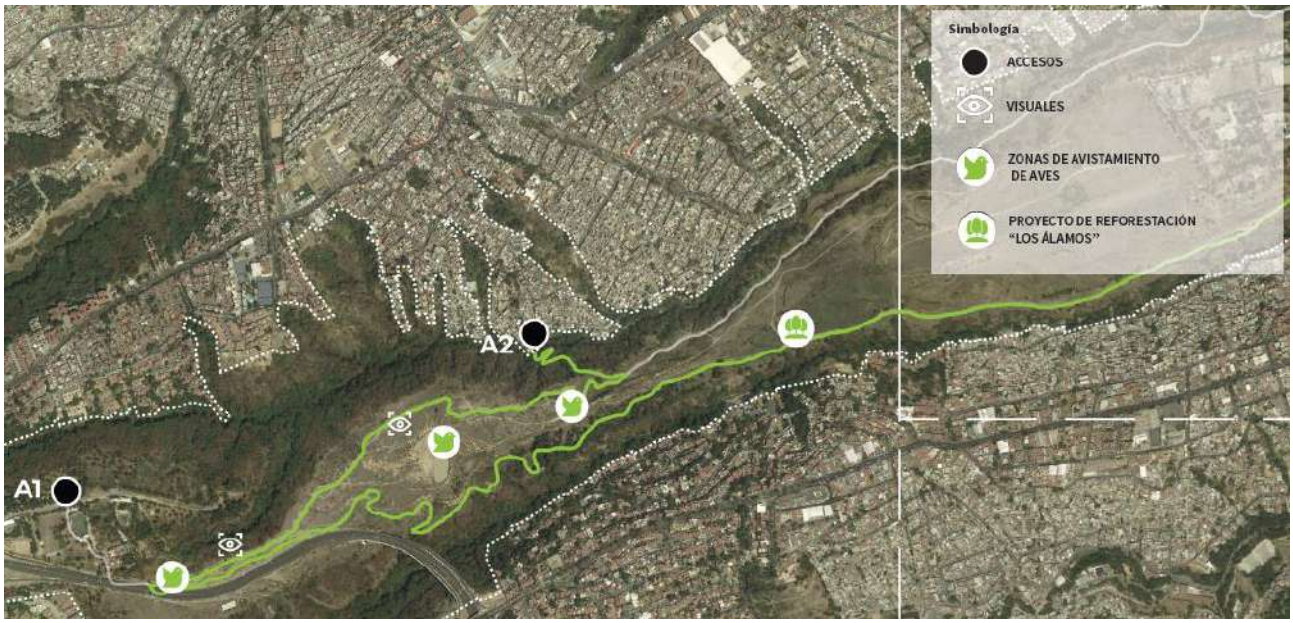
Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 2 – Circuito 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 63. Sendero ecoturístico de usos múltiples. Cuadrante 1 – Circuito 3



Fuente: Elaboración propia

III.4.5 Recomendaciones generales sobre la implementación de la red de senderos ecoturísticos

1. Es indispensable iniciar un proyecto de señalética enfocado a las áreas de valor ambiental que incluya información de tipo: preventiva, restrictiva, recreativa, informativa y educativa, además de señalización urbana que permita conocer la existencia y utilidad de estos espacios.

2. Los accesos a las barrancas son de capital importancia y como tal requieren de servicios de primera calidad para lograr una experiencia que garantice seguridad y confort a los usuarios, para tales fines se debe incluir una señalización precisa de los mismos, diferenciando las zonas cercadas de los accesos, las cuales deberán utilizarse de manera controlada por horarios.

3. Se sugiere prestar especial atención a los servicios sanitarios y que en las principales entradas se cuente con estas instalaciones basadas en diseños arquitectónicos que incluyan el uso de tecnologías que no comprometan la experiencia de los visitantes ni la conservación ambiental de la barranca.

4. El ordenamiento de los accesos y la dotación de infraestructura urbana son indispensables para una adecuada gestión de vigilancia y conservación bajo este nuevo modelo de visitación a través de senderos de usos múltiples.

5. Se sugiere establecer un monitoreo permanente en el que puedan participar los usuarios incluyendo evaluaciones sobre la experiencia del visitante y monitoreo de la infraestructura, la flora, la fauna y otros aspectos de vigilancia comunitaria.

6. Se requiere contar con espacios y normas para la convivencia de mascotas incluyendo áreas específicas, así como reglamentación a lo largo del sendero en los casos que no contravenga las normas de conservación.

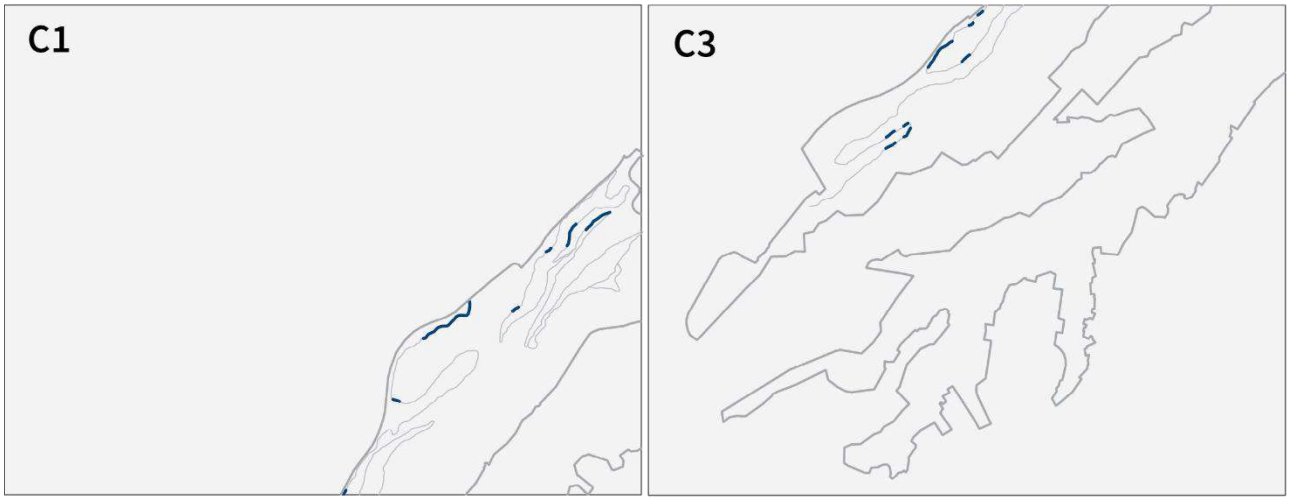
7. En los casos en los que se cuente con instalaciones deportivas (canchas deportivas públicas de fútbol en Tarango y Becerra Tepecuache) se sugiere utilizarlos también como miradores, zonas de picnic, espacios para muros de escalada, rampas para BMX y otras infraestructuras que no comprometan las áreas de valor ambiental.

Clasificación de senderos por tipo de pendiente

De 0 a 100% de pendiente

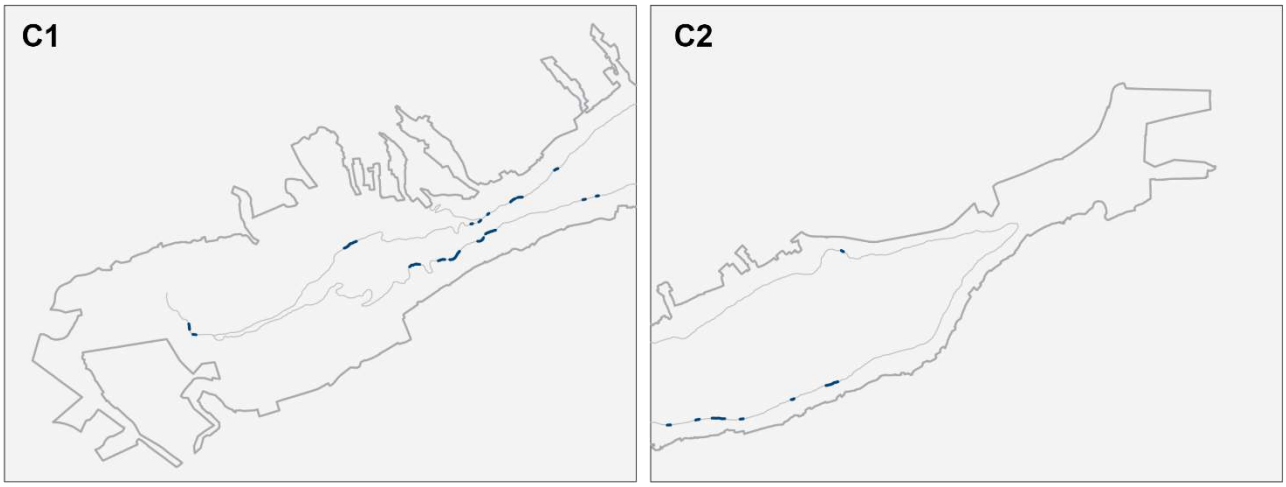
Debido a la escala del AVA y para la adecuada representación de los elementos propuestos se dividió la barranca en un total de 4 cuadrantes (C1, C2, C3, C4) para indicar las distintas zonas requeridas.

Figura 64.. Pendiente tipo 1. Barranca Becerra Tepecuache



Fuente: Elaboración propia

Figura 65. Pendiente tipo 1. Barranca Tarango



Fuente: Elaboración propia

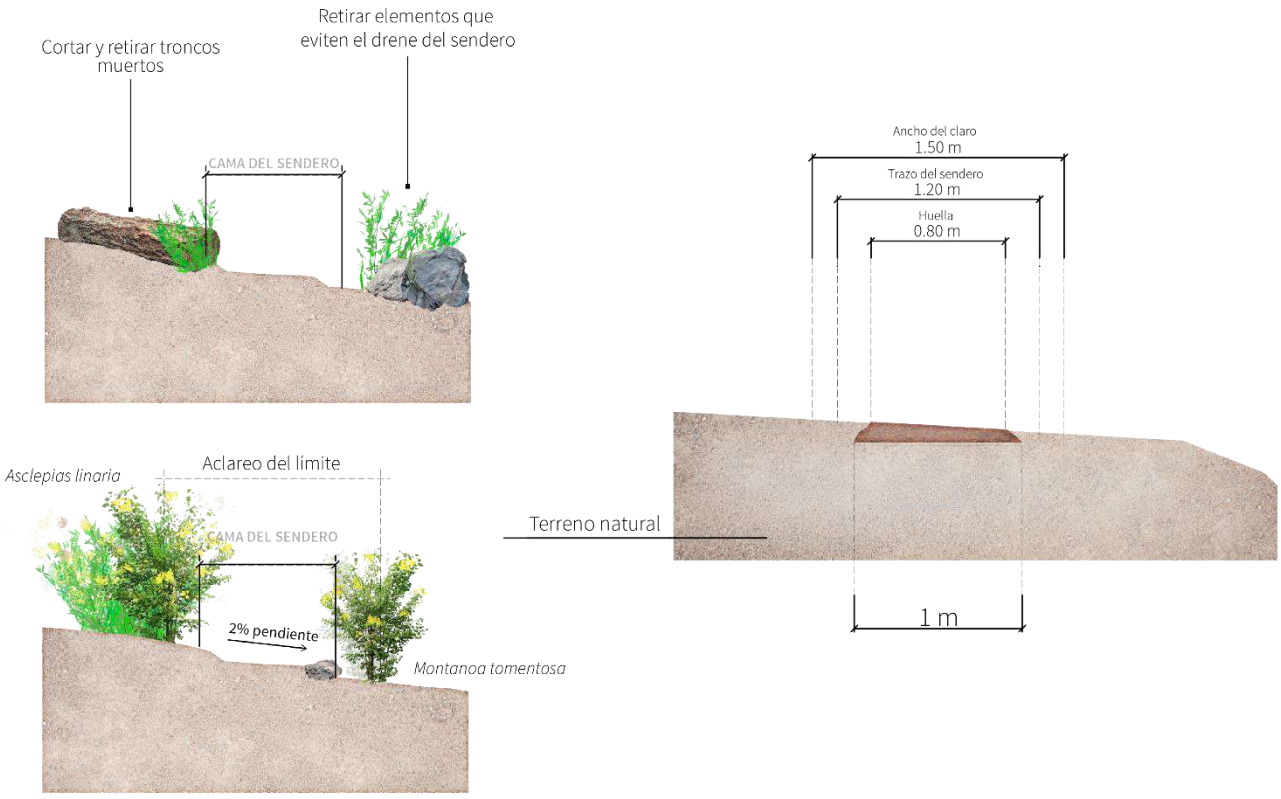
Proceso constructivo

1. Marcaje de especies vegetales, arbustivas y herbáceas de acuerdo a la paleta vegetal propuesta.

2. Remoción de vegetación procurando no dañar las raíces existentes.

3. Replantación de especies vegetales al finalizar el proceso constructivo del sendero en los sitios donde se requiera.

Figura 66. Proceso constructivo pendiente tipo 1

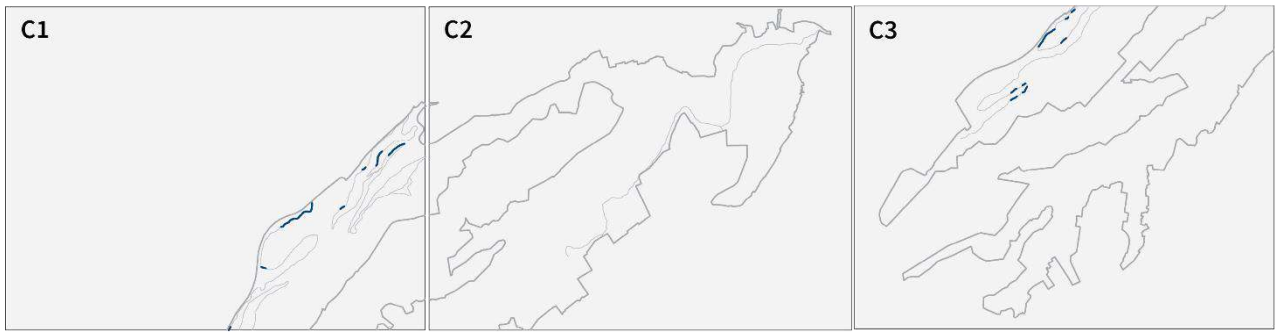


Fuente: Elaboración propia

De 10% a 30% de pendiente

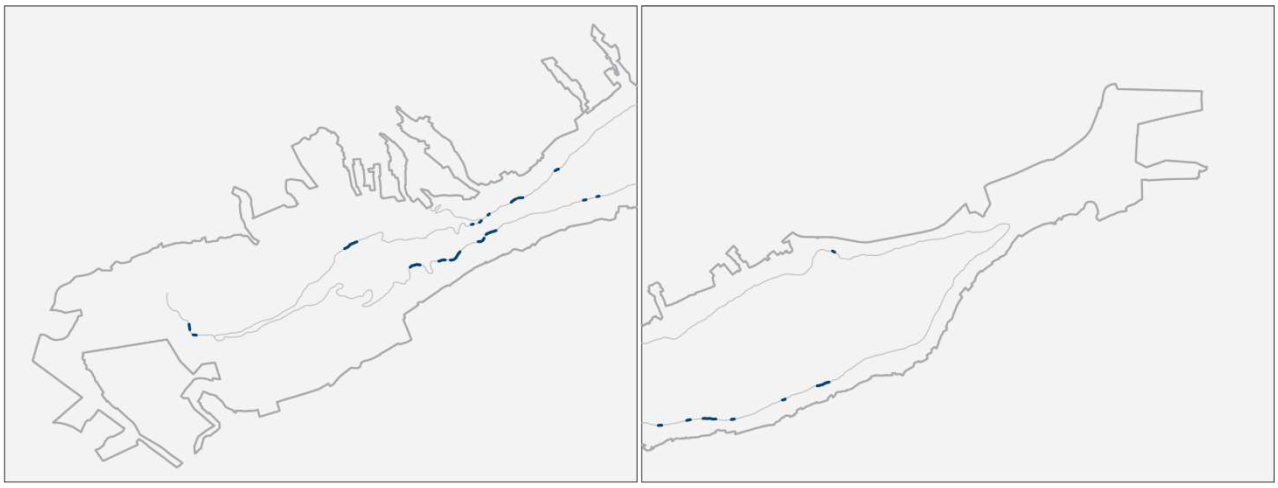
Debido a la escala del AVA y para la adecuada representación de los elementos propuestos se dividió la barranca en un total de 4 cuadrantes (C1, C2, C3, C4) para indicar las distintas zonas requeridas.

Figura 67. Pendiente tipo 2. Barranca Río Becerra Tepecuache



Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Pendiente tipo 2. Barranca Tarango

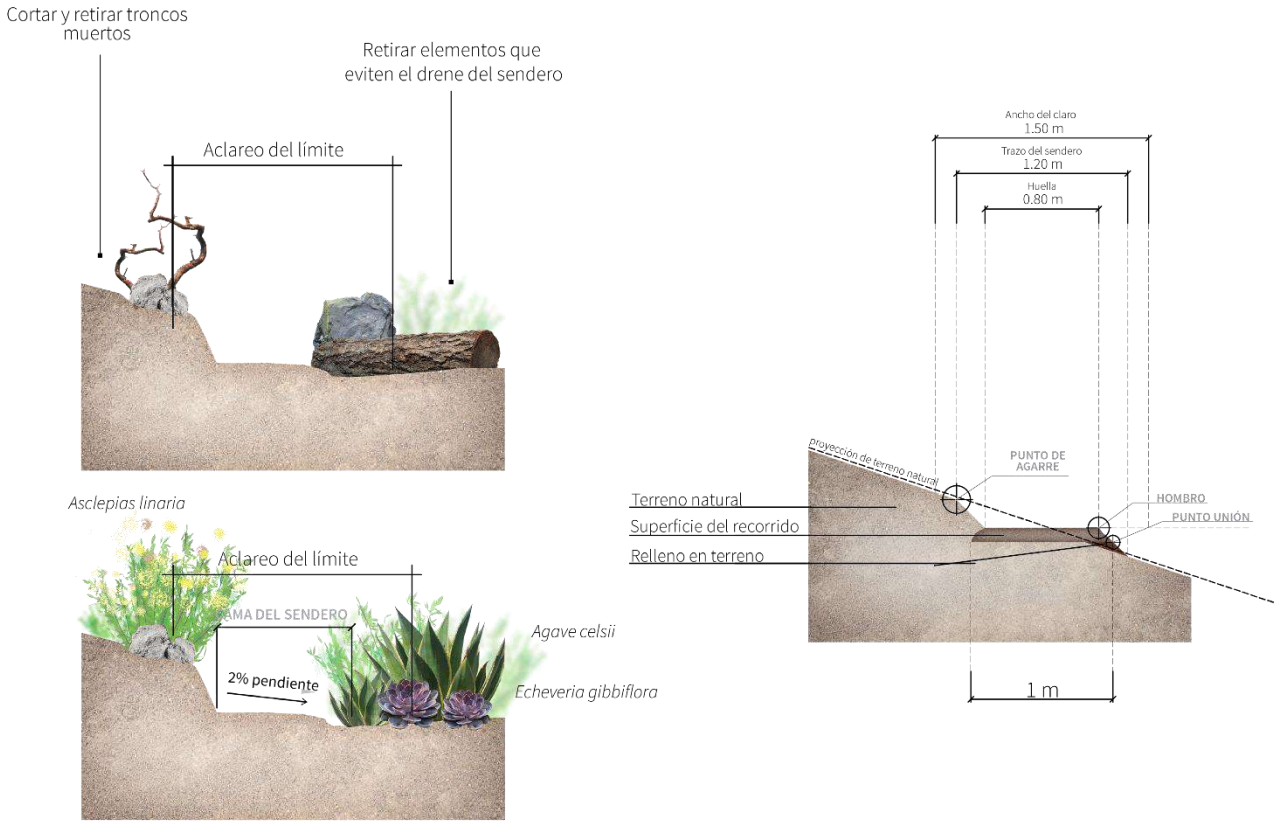


Fuente: Elaboración propia

Proceso constructivo

1. Marcaje de especies vegetales, arbustivas y herbáceas de acuerdo a la paleta vegetal propuesta.
2. Remoción de vegetación procurando no dañar las raíces existentes.
3. Replantación de especies vegetales al finalizar el proceso constructivo del sendero en los sitios donde se requiera.

Figura 69. Proceso constructivo pendiente tipo 2

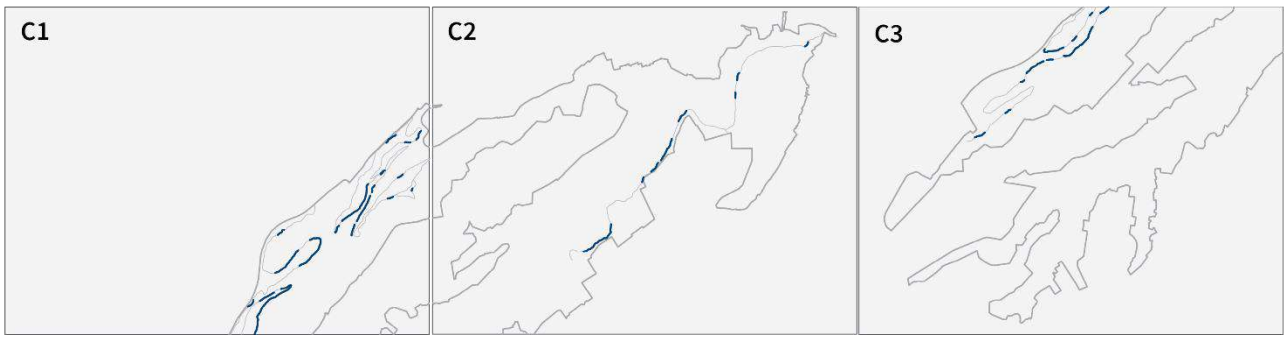


Fuente: Elaboración propia

Mayor al 30% de pendiente

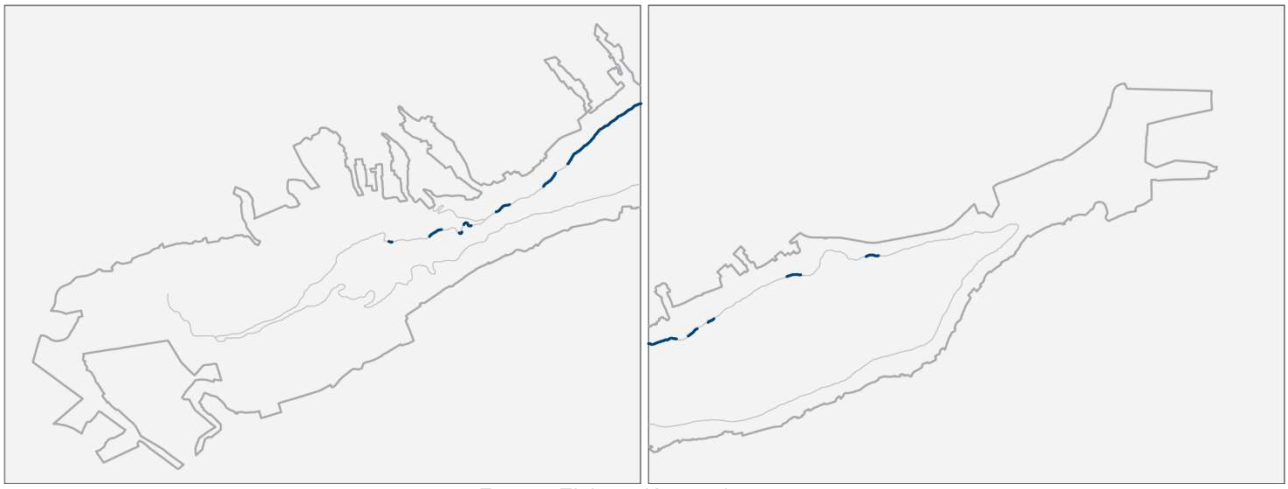
Debido a la escala del AVA y para la adecuada representación de los elementos propuestos se dividió la barranca en un total de 4 cuadrantes (C1, C2, C3, C4) para indicar las distintas zonas requeridas.

Figura 70. Pendiente tipo 3. Barranca Río Becerra Tepecuache



Fuente: Elaboración propia

Figura 71. Pendiente tipo 3. Barranca Tarango



Fuente: Elaboración propia

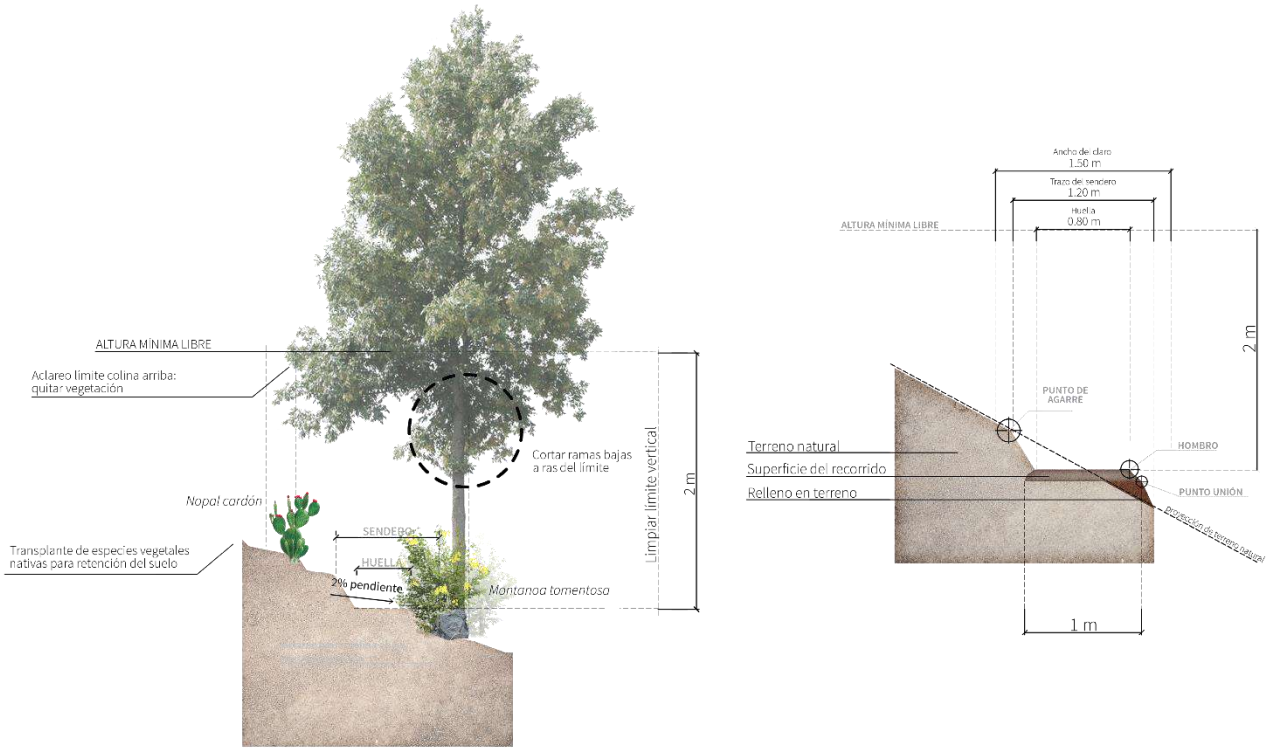
Proceso constructivo

1. Marcaje de especies vegetales, arbustivas y herbáceas de acuerdo a la paleta vegetal propuesta.

2. Remoción de vegetación procurando no dañar las raíces existentes.

3. Replantación de especies vegetales al finalizar el proceso constructivo del sendero en los sitios donde se requiera.

Figura 72. Proceso constructivo pendiente tipo 3



Fuente: Elaboración propia

Figura 73. Visualización conceptual de sendero de usos múltiples en la barranca Tarango



Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Sección conceptual de la zona para avistamiento de aves en Barranca Río Becerra Tepecuache para apreciación de la biodiversidad y el paisaje natural



Fuente: Elaboración propia

Figura 75. Visualización conceptual de mirador con retranques de piedra para zona de avistamiento de aves en la barranca Río Becerra Tepecuache



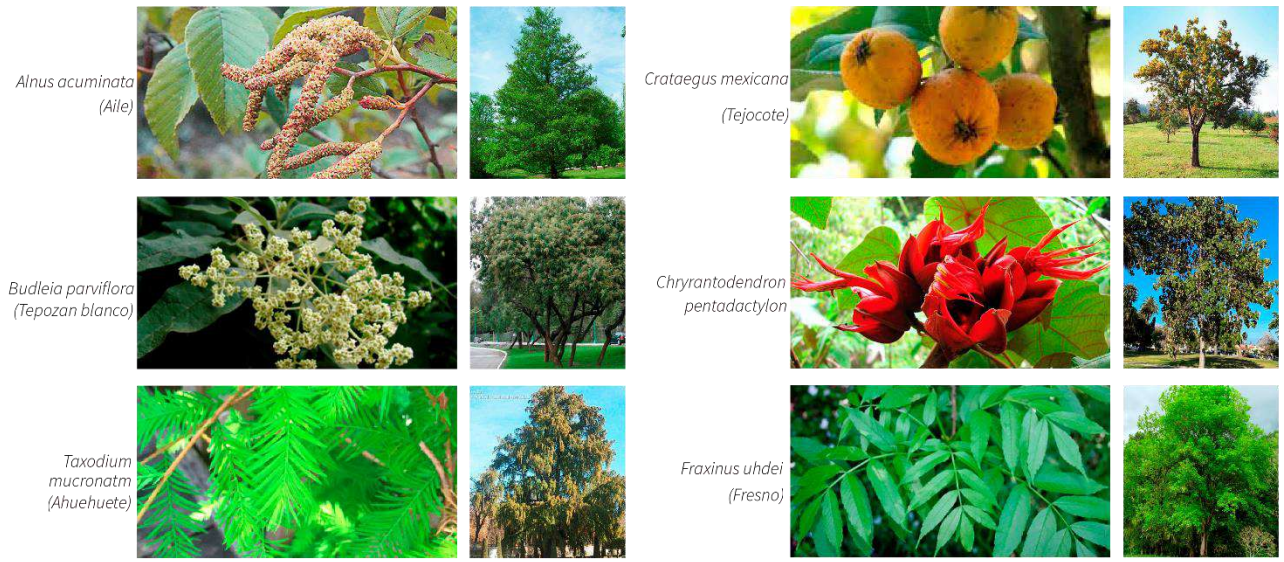
Fuente: Elaboración propia

III.4.6 Propuesta de espacios vegetales

Paleta vegetal

Las especies vegetales enlistadas se consideran adecuadas para el proyecto dentro de redes de senderos ecoturísticos y se seleccionaron a partir de un listado de especies avaladas por la DGSANPAVA.

Figura 76. Paleta vegetal. Árboles – Bosque de galería



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Paleta vegetal. Árboles – Bosque mixto



Fuente: Elaboración propia

Figura 77. Paleta vegetal. Árboles – Matorral



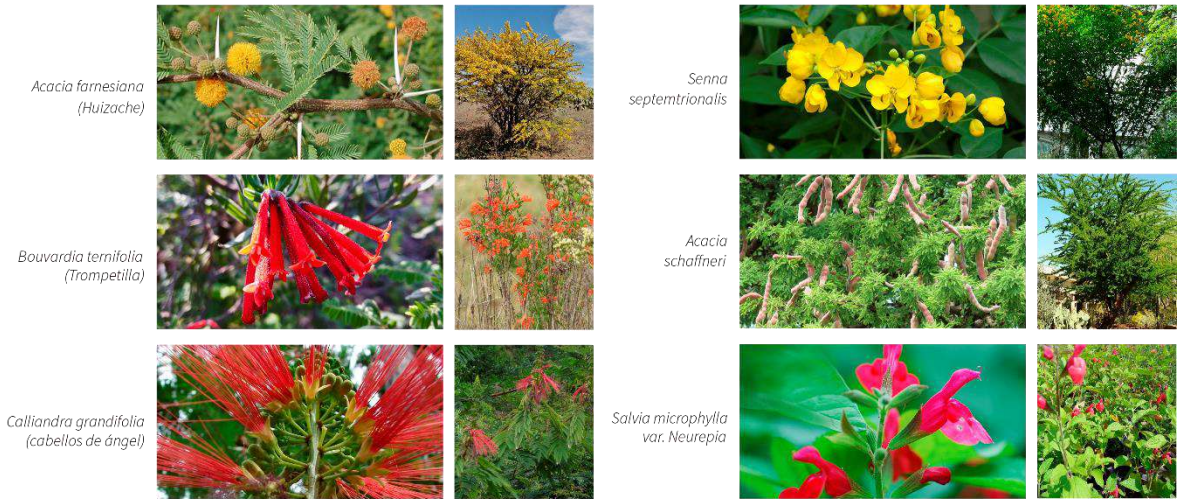
Fuente: Elaboración propia

Figura 78. Paleta vegetal. Arbustos - Bosque mixto



Fuente: Elaboración propia

Figura 79. Paleta vegetal. Arbustos – Matorral



Fuente: Elaboración propia

Figura 80. Paleta vegetal. Herbáceas



Fuente: Elaboración propia

III.4.7 Presupuesto estimado y números generadores

Cuadro 103. Resumen general de partidas

Resumen de partidas			Importe
Río Becerra Tepecuache			
Monto total de presupuesto			$9,963,203.55
IVA			$1,594,112.57
Monto total con IVA			$11,557,316.12
(* ONCE MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS PESOS 12/100*)			
	8,615.09 ml	$/ml	$1,341.52
Tarango			
Monto total de presupuesto			$10,936,356.95
IVA			$1,749,817.11
Monto total con IVA			$12,686,174.06
(* DOCE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO PESOS 06/100*)			
	9,539.78 ml	$/ml	$1,329.82
Total de senderos			
Monto total de presupuesto			$20,899,560.50
IVA			$3,343,929.68
Monto total con IVA			$24,243,490.18
(* VEINTICUATRO MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS NOVENTA PESOS 18/100*)			
	18,154.87 ml	$/ml	$1,335.37

Cuadro 104. Precios unitarios Barranca Río Becerra Tepecuache. Desglose por conceptos

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe
10	Trabajos preliminares				
010.84.01	Desmonte de terreno en senderos, a mano. Incluye: Mano de obra, herramienta, acarreos horizontales y/o verticales al sitio de acopio indicado por la supervisión, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	12,922.64	$45.02	$581,777.03
010.90.05	Trazo y marcaje con equipo GPS, estableciendo banderillas y listones de referencia @ 5 cm. y bancos de nivel. Incluye: Materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	12,922.635	$22.14	$286,107.14
010.92.17	Excavación y relleno a volteo conformando senderos con material producto de la excavación , considerando la compactación del área en capas no mayores a 10 cm, utilizando agua. Incluye: Materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^3	4,242.5225	$332.78	$1,411,826.64
010.85.10	Aclareo de vegetación en sendero de 2.20m de ancho, medido a dos metros de altura sobre el nivel de terreno natural. Incluye: Corte de troncos muertos, extracción y retiro de tocones y desenraíce, acarreos del material resultante del aclareo, hasta el lugar indicado por la supervisión, mano de obra, andamios, equipo y herramienta. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m	8,615.09	$289.36	$2,492,862.44
010.93.47	Retranque de tipo Z para cambios de dirección, a base de piedra de la zona y troncos de madera, según diseño (plano de referencia PSJ-10), dimensiones promedio de 4.00 m de diámetro x 0.60 a 0.80 m de altura. Incluye: Materiales de sitio, mano de obra, herramienta, acarreos de material al sitio de trabajo, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^3	0.5	$726.31	$363.16
060	Pisos				
060.11.12	Piso de 5 cm de espesor según diseño en área de miradores (plano de referencia PSJ-11) con: 5 cm de arena y 5 cm de grava. Incluye: cimbra para fronteras, hechura de maestro, apisonado, materiales, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta, acarreos horizontales y/o verticales al sitio de los trabajos, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	8,615.09	$198.36	$1,708,889.25
230	Jardinería				
230.10.06	Retiro y trasplante de plantas arbustivas y herbáceas existentes en el lugar, (según observación en campo) no dañando las raíces. Incluye: Mano de obra, herramienta, desiembra, siembra, excavación, riego durante proceso de su enraíce, mano de obra, herramientas, acarreos al sitio destinado para su trasplante. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	21,537.725	$59.21	$1,275,248.70
230.10.10	Recolocación de plantas arbustivas y herbáceas no dañando las raíces. Incluye: Mano de obra, herramienta, desiembra, siembra, excavación, riego durante proceso de su enraíce, mano de obra, herramientas, acarreos al sitio destinado para su trasplante. Según ficha técnica de construcción 230.10 P.U.O.T.	pza.	68,920	$32.01	$2,206,129.20
Montal total de presupuesto					$9,963,203.55
IVA					$1,594,112.57
Monto total con IVA					$11,557,316.12
(* ONCE MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS PESOS 12/100*)					
		8,615.09 ml		$/ml	$1,341.52

Cuadro 105. Precios unitarios Barranca Tarango. Desglose por conceptos

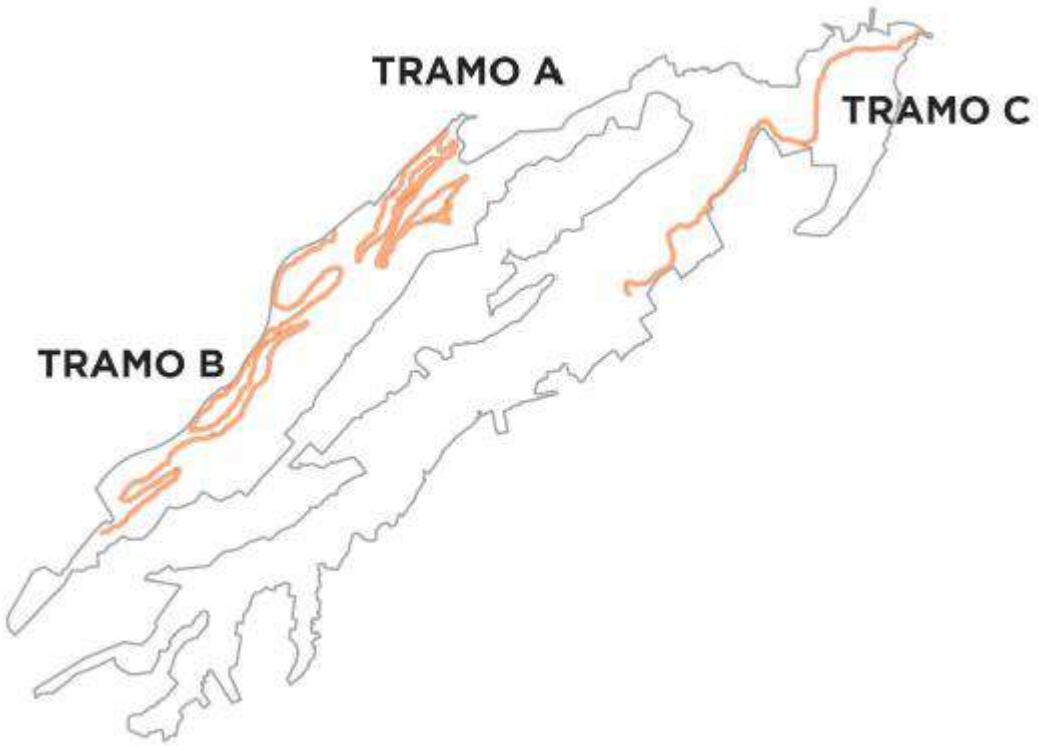
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe
10	Trabajos preliminares				
010.84.01	Desmonte de terreno en senderos, a mano. Incluye: Mano de obra, herramienta, acarreos horizontales y/o verticales al sitio de acopio indicado por la supervisión, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m2	14,309.67	$45.02	$644,221.34
010.90.05	Trazo y marcaje con equipo GPS, estableciendo banderillas y listones de referencia @ 5 cm. y bancos de nivel. Incluye: Materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	14,309.67	$22.14	$316,816.09
010.92.17	Excavación y relleno a volteo conformando senderos con material producto de la excavación , considerando la compactación del área en capas no mayores a 10 cm, utilizando agua. Incluye: Materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^3	4,407.6765	$332.78	$1,466,786.59
010.85.10	Aclareo de vegetación en sendero de 2.20m de ancho, medido a dos metros de altura sobre el nivel de terreno natural. Incluye: Corte de troncos muertos, extracción y retiro de tocones y desenraíce, acarreos del material resultante del aclareo, hasta el lugar indicado por la supervisión, mano de obra, andamios, equipo y herramienta. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m	9,539.78	$289.36	$2,760,430.74
010.93.47	Retranque de tipo Z para cambios de dirección, a base de piedra de la zona y troncos de madera, según diseño (plano de referencia PSJ-10), dimensiones promedio de 4.00 m de diámetro x 0.60 a 0.80 m de altura. Incluye: Materiales de sitio, mano de obra, herramienta, acarreos de material al sitio de trabajo, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^3	1	$726.31	$726.31
060	Pisos				
060.11.12	Piso de 5 cm de espesor según diseño en área de miradores (plano de referencia PSJ-11) con: 5 cm de arena y 5 cm de grava. Incluye: cimbra para fronteras, hechura de maestro, apisonado, materiales, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta, acarreos horizontales y/o verticales al sitio de los trabajos, limpieza del área de trabajo. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	9,539.78	$198.36	$1,892,310.76
230	Jardinería				
230.10.06	Retiro y trasplante de plantas arbustivas y herbáceas existentes en el lugar, (según observación en campo) no dañando las raíces. Incluye: Mano de obra, herramienta, desiembra, siembra, excavación, riego durante proceso de su enraíce, mano de obra, herramientas, acarreos al sitio destinado para su trasplante. Según planos de detalle por tipo de pendiente P.U.O.T	m^2	23,849.45	$59.21	$1,412,125.93
230.10.10	Recolocación de plantas arbustivas y herbáceas no dañando las raíces. Incluye: Mano de obra, herramienta, desiemba, siembra, excavación, riego durante proceso de su enraíce, mano de obra, herramientas, acarreos al sitio destinado para su trasplante. Según ficha técnica de construcción 230.10 P.U.O.T.	pza.	76318	$32.01	$2,442,939.18
Montal total de presupuesto					$10,936,356.95
IVA					$1,749,817.11
Monto total con IVA					$12,686,174.06
(* DOCE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO PESOS 06/100*)					
		9,539.78 ml		$/ml	$1,329.82

Cuadro 106. Resumen general de generadores. Números generadores de obra en ambas barrancas

	1 **Desmonte de terreno** **010.84.01 m^2**	2 Trazo y marcaje con equipo GPS **010.90.05 m^2**	3 Excavación y relleno **010.92.17 m^3**	4 Aclareo de vegetación **010.85.10 m**	5 Retranque de piedra en miradores con curvas de ascenso **010.93.45 m^3**	6 Retiro y desplante de plantas arbustivas y herbáceas **230.10.06 m^2**	7 Recolocación de especies vegetales **230.10.10 pza.**
Río Becerra Tepecuache	12,922.64	12,922.64	4,242.52	8,615.09	0.50	21,537.73	68,920
Tarango	14,309.67	14,309.67	4,407.68	9,539.78	1.00	23,849.45	76,318
Total de barrancas	27,232.31 m2	27,232.31 m2	8,650.20 m3	18,154.87 m	1.50 m3	45,387.18 m2	145,238 pza.

A los tramos A, B y C de la red de senderos en la Barranca de Río Becerra Tepecuache les corresponden trabajos de desmonte, trazo y marcaje con equipo GPS.

Figura 81. Tramos A, B y C de la red de senderos en la Barranca de Río Becerra Tepecuache



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 107. Referencia de números generadores. Río Becerra Tepecuache

1 **Desmonte de terreno**	2 Trazo y marcaje con equipo GPS	3 Excavación y relleno	4 Aclareo de vegetación	5 Piso de 5 cm de espesor según diseño en área de miradores	6 Retranque de piedra en miradores con curvas de ascenso	7 Retiro y desplante de plantas arbustivas y herbáceas	8 Recolocación de especies vegetales
12,922.64 m^2	12,922.64 m^2	4,242.52 m^3	8,615.09 m	8,615.09 m^2	0.50 m^3	21,537.73 m^2	68,920 pza.

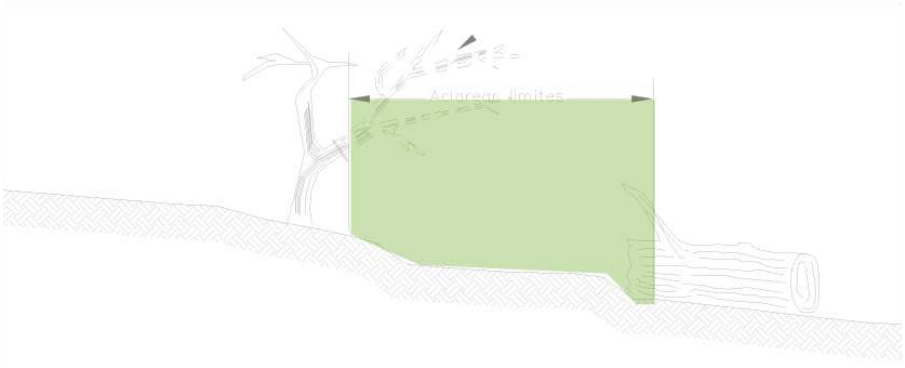
Cuadro 108. Números generadores de obra. Barranca Río Becerra Tepecuache

Concepto	Unidad	Localización		Dimensiones			Piezas	Totales sobre conceptos de números generadores
		Eje	Tramo	Largo	Ancho	Alto		
1	**Desmonte de terreno**							
	m2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1.50		1	254.87 m^2
		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77	1.50		1	658.16 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29	1.50		1	3,372.44 m^2
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99	1.50		1	3,373.49 m^2
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96	1.50		1	1,835.94 m^2
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,239.11	1.50		1	1,858.67 m^2
		Tramo B	Mayor a 30% de pendiente	603.65	1.50		1	905.48 m^2
		Tramo C	Mayor a 30% de pendiente	442.41	1.50		1	663.62 m^2
							Total de concepto por barranca	**12,922.64 m^2**
2	**Trazo y marcaje con equipo GPS**							
	m2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1.50		1	254.87 m^2
		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77	1.50		1	658.16 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29	1.50		1	3,372.44 m^2
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99	1.50		1	3,373.49 m^2
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96	1.50		1	1,835.94 m^2
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,239.11	1.50		1	1,858.67 m^2
		Tramo B	Mayor a 30% de pendiente	603.65	1.50		1	905.48 m^2
		Tramo C	Mayor a 30% de pendiente	442.41	1.50		1	663.62 m^2
							Total de concepto por barranca	**12,922.64 m^2**
3	**Excavación y relleno**							
	m3	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1.50	0.300	1	50.973 m^3
		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77	1.50	0.300	1	131.631 m^3
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29	1.50	0.45	1	1,011.731 m^3
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99	1.50	0.45	1	1,012.046 m^3
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96	1.50	0.45	1	550.782 m^3
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,239.11	1.50	0.65	1	805.422 m^3
		Tramo B	Mayor a 30% de pendiente	603.65	1.50	0.65	1	392.373 m^3
		Tramo C	Mayor a 30% de pendiente	442.41	1.50	0.65	1	287.567 m^3
							Total de concepto por barranca	**12,922.64 m^3**
4	**Aclareo de vegetación**							
	m	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1.50		1	169.91 m^2

		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77	1.50		1	438.77 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29	1.50		1	2,248.29 m^2
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99	1.50		1	2,248.99 m^2
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96	1.50		1	1,223.96 m^2
		Tramo A	Mayor al 30% de pendiente	1,239.11	1.50		1	1,239.11 m^2
		Tramo B	Mayor al 30% de pendiente	603.65	1.50		1	603.65 m^2
		Tramo C	Mayor al 30% de pendiente	442.41	1.50		1	442.41 m^2
							Total de concepto por barranca	**4,242.52 m**
5	**Piso de 5 cm de espesor en área miradores**							
	m2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91			1	169.91 m^2
		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77			1	438.77 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29			1	2,248.29 m^2
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99			1	2,248.99 m^2
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96			1	1,223.96 m^2
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,239.11			1	1,239.11 m^2
		Tramo B	Mayor a 30% de pendiente	603.65			1	603.65 m^2
		Tramo C	Mayor a 30% de pendiente	442.41			1	442.41 m^2
							Total de concepto por barranca	**8,615.09 m^2**
6	**Retranques de piedra en curvas de ascenso y miradores**							
Curvas tipo Z	m^3	Tramo A		0.50	0.50	0.50	2	0.25 m^3
Barrera con piedras		Tramo B		0.50	0.50	0.50	2	0.25 m^3
							Total de concepto por barranca	**0.50 m^3**

Concepto	**Unidad**	**Localización**		**Dimensiones**		**Piezas**	**Totales sobre conceptos de números generadores**	
		Eje	**Tramo**	**Largo**	**Ancho**			
7	**Retiro y desplante de plantas arbustivas y herbáceas**						**Concepto 2**	**Concepto 7**
	m^2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1.50	1	254.87 m^2	169.91 m^2
		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77	1.50	1	658.16 m^2	438.77 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29	1.50	1	3,372.44 m^2	2,248.29 m^2
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99	1.50	1	3,373.49 m^2	2,248.99 m^2
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96	1.50	1	1,835.94 m^2	1,223.96 m^2
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,239.11	1.50	1	1,858.67 m^2	1,239.11 m^2
		Tramo B	Mayor a 30% de pendiente	603.65	1.50	1	905.48 m^2	603.65 m^2
		Tramo C	Mayor a 30% de pendiente	442.41	1.50	1	663.62 m^2	442.41 m^2
					Total de concepto por barranca		**21,537.73 m^2**	
8	Recolocación de especies vegetales			8 PIEZAS/ML			**Concepto 2**	**Concepto 7**
	pieza	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1,359.00	1	1,359 piezas	169.91 m^2
		Tramo B	0 a 10% de pendiente	438.77	3,510.00	1	3,510 piezas	438.77 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	2,248.29	17,986.00	1	17,986 piezas	2,248.29 m^2
		Tramo B	10% a 30% de pendiente	2,248.99	17,992.00	1	17,992 piezas	2,248.99 m^2
		Tramo C	10% a 30% de pendiente	1,223.96	9,792.00	1	9,792 piezas	1,223.96 m^2
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,239.11	9,913.00	1	9,913 piezas	1,239.11 m^2
		Tramo B	Mayor a 30% de pendiente	603.65	4,829.00	1	4,829 piezas	603.65 m^2
		Tramo C	Mayor a 30% de pendiente	442.41	3,539.00	1	3,539 piezas	442.41 m^2
					Total de concepto por barranca		**68,920.00 m^2**	

Figura 82. Esquema sobre el aclareo de vegetación de acuerdo al tipo 1 de sendero



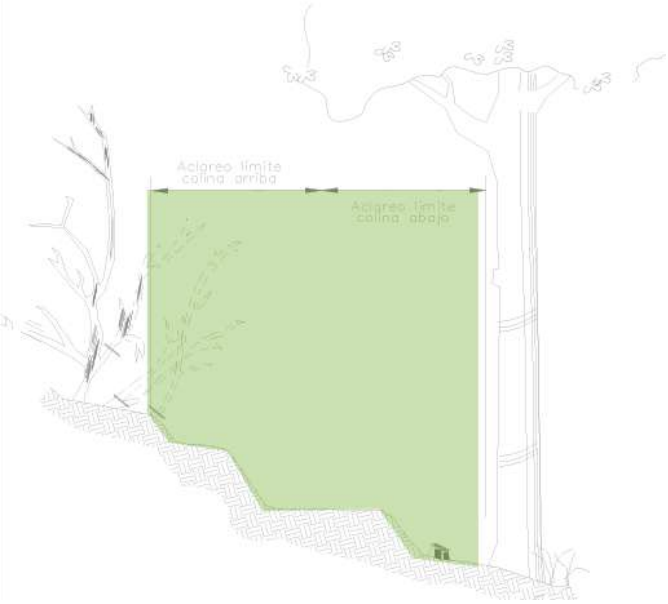
Fuente: Elaboración propia

Figura 83. Esquema sobre el aclareo de vegetación de acuerdo al tipo 2 de sendero



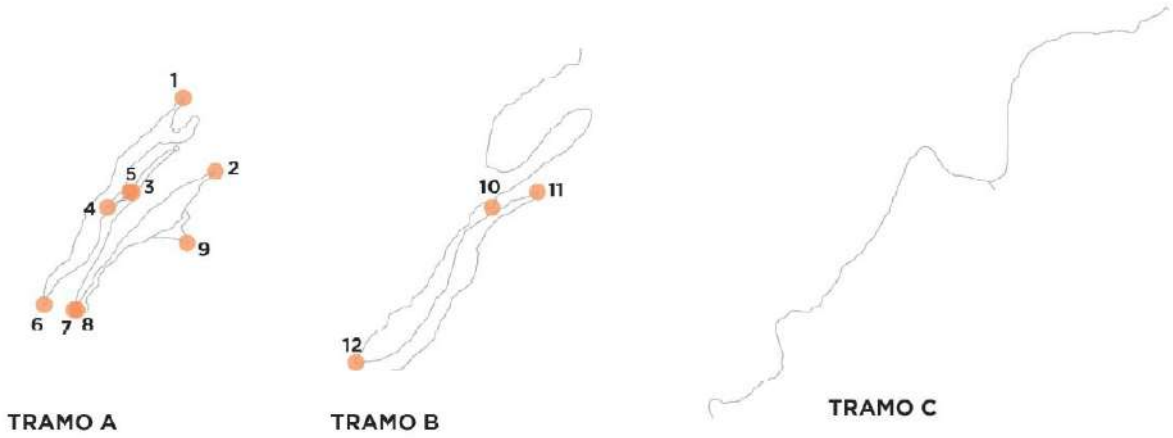
Fuente: Elaboración propia

Figura 84. Esquema sobre el aclareo de vegetación de acuerdo al tipo 3 de sendero



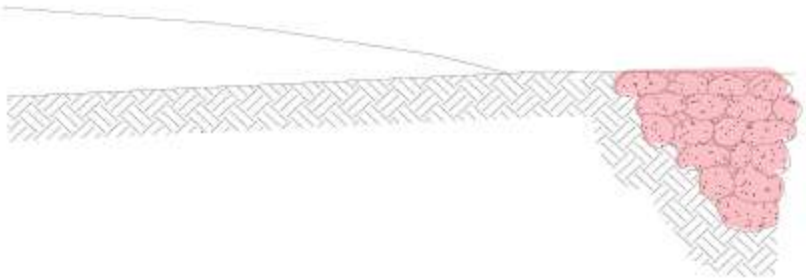
Fuente: Elaboración propia

Figura 85. Ubicación de curvas tipo Z con retranques de piedra



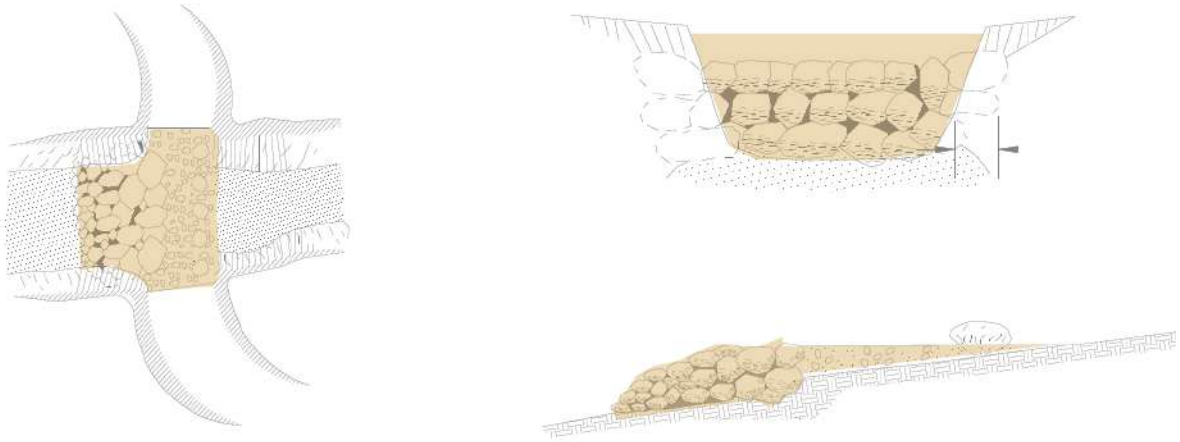
Fuente: Elaboración propia

Figura 86. Esquema de retranques para miradores, curvas tipo Z y curvas de ascenso.



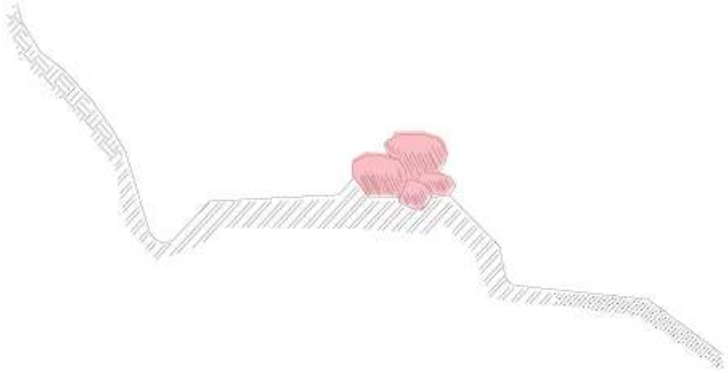
Fuente: Elaboración propia

Figura 87. Cruce con retranque de piedra.



Fuente: Elaboración propia

***Fi*gura 88. Barrera física de piedras para curvas tipo Z..**



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 109. Números generadores de obra. Barranca Tarango

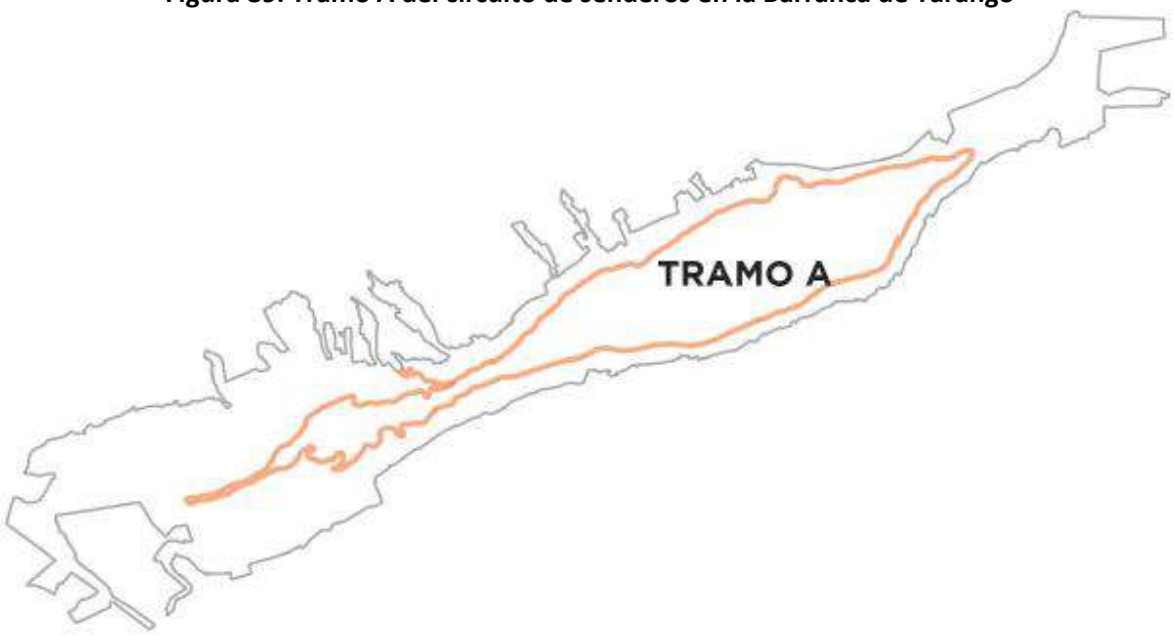
Concepto	Unidad	Localización		Dimensiones			Piezas	Totales sobre conceptos de números generadores
		Eje	Tramo	Largo	Ancho	Alto		
1	**Desmonte de terreno**							
	m2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	597.51	1.50		1	896.27 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	7,920.26	1.50		1	658.16 m^2
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,022.01	1.50		1	3,372.44 m^2
						Total de concepto por barranca		12,922.64 m2
2	**Trazo y marcaje con equipo GPS**							
	m2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	169.91	1.50		1	896.27 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	438.77	1.50		1	11,880.39 m^2
		Tramo A	Mayor al 30% de pendiente	2,248.29	1.50		1	1533.02 m^2
						Total de concepto por barranca		14,309.67 m^2
3	**Excavación y relleno**							
	m3	Tramo A	0 a 10% de pendiente	597.51	1.50	0.300	1	179.25 m^3
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	7,920.26	1.50	0.45	1	3,564.12 m^3
		Tramo A	Mayor al 30% de pendiente	1022.01	1.50	0.65	1	664.31 m^3
						Total de concepto por barranca		4,407.68 m^3
4	**Aclareo de vegetación**							
	m	Tramo A	0 a 10% de pendiente	597.51	1.50		1	597.51 m
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	7,920.26	1.50		1	7,920.26 m
		Tramo A	Mayor al 30% de pendiente	1,022.01	1.50		1	1,022.01 m
						Total de concepto por barranca		9,539.78 m
5	**Piso de 5 cm de espesor en área miradores**							
	m^2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	597.51			1	597.51 m^2
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	7,920.26			1	7,920.26 m^2
		Tramo A	Mayor al 30% de pendiente	1,022.01			1	1,022.01 m^2
						Total de concepto por barranca		12,922.64 m^2
6	**Retranques de piedra en curvas de ascenso y miradores**							
Curvas tipo Z	m^3	Tramo A		0.50	0.50	0.50	8	1.00 m^3
Barrera de piedra								
						Total de concepto por barranca		**1.00 m^3**

Concepto	Unidad	Localización		Dimensiones		Piezas	Totales sobre conceptos de números generadores	
		Eje	Tramo	Largo	Ancho			
7	**Retiro y desplante de plantas arbustivas y herbáceas**						**Concepto 2**	**Concepto 7**
	m^2	Tramo A	0 a 10% de pendiente	896.265	1.50	1	896.27 m^3	597.51 m^3
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	11,880.390	1.50	1	11,880.39 m^3	7,920.26 m^3
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,533.015	1.50	1	1,533.02 m^3	1,022.01 m^3
					Total de concepto por barranca		**23,849.45 m3**	
8	Recolocación de especies vegetales			8 PIEZAS/ML				
	pieza	Tramo A	0 a 10% de pendiente	597.51	4,780.00	1	4,780	
		Tramo A	10% a 30% de pendiente	7,920.26	63,362.00	1	63,362	
		Tramo A	Mayor a 30% de pendiente	1,022.01	8,176.00	1	8,176	
					Total de concepto por barranca		**76,318 piezas**	

Fuente: Elaboración propia

Al tramo A del circuito de senderos en la Barranca de Tarango le corresponden trabajos de desmonte, trazo y marcaje con equipo GPS.

Figura 89. Tramo A del circuito de senderos en la Barranca de Tarango



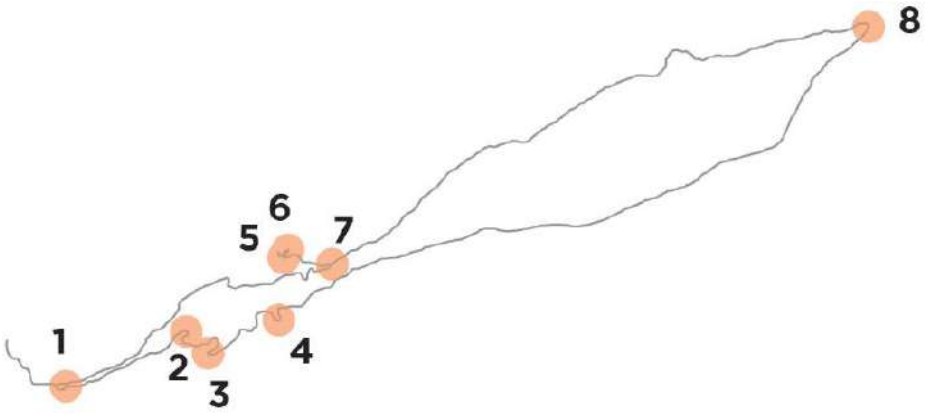
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 110. Referencia de números generadores. Tarango

1 **Desmonte de terreno**	2 Trazo y marcaje con equipo GPS	3 Excavación y relleno	4 Aclareo de vegetación	5 Piso de 5 cm de espesor según diseño en área de miradores	6 Retranque de piedra en miradores con curvas de ascenso	7 Retiro y desplante de plantas arbustivas y herbáceas	8 Recolocación de especies vegetales
14,309.67 m^2	14,309.67 m^2	4,407.68 m^3	9,539.78 m	9,539.78 m^2	1.00 m^3	23,849.45 m^2	76,318.00 pza.

Fuente: Elaboración propia

Figura 90. Ubicación de curvas tipo Z con retranques de piedra



Fuente: Elaboración propia

III.5 Acciones de participación social en la conservación de barrancas

Con base en los ejes estratégicos determinados en la caracterización de los aspectos sociodemográficos y urbanos, se realizó un análisis con la metodología de la CEPAL (CEPAL/PNUD, 2004, p.19) implementando los índices con los siguientes factores de Presión – Estado – Respuesta (PER).

Cuadro 111. Definiciones del modelo PER

Concepto	Definición
Presión	Las variables de presión corresponden a las características de las intervenciones humanas sobre el medio ambiente. Son eminentemente dinámicas; describen procesos de intervención humana sobre determinados medios naturales o transformados.
Estado	Las variables de estado se refieren a las condiciones ambientales que existen antes de una intervención o implantación humana y a las socioambientales que resultan de la presión ejercida por esa intervención. A diferencia de las variables de presión, las de este grupo son estáticas, reflejan la situación a de un sistema socioambiental en un momento dado.
Respuesta	Las variables de respuesta o de gestión registran las características de las acciones institucionales o sociales dirigidas a atender una determinada presión sobre el medio ambiente o modificar un cierto estado de las condiciones socioambientales. Se trata de un tipo de variables inducidas que describen las acciones dirigidas voluntariamente a modificar total o parcialmente las características del sistema socioambiental.

Fuente: Elaboración propia

Con base en el diagnóstico integral de las barrancas se proponen los siguientes factores cada uno con su índice dentro del PER.

- Asentamientos humanos
    - Tasa de crecimiento medio anual
    - Población de 65 y más
    - Promedio de ocupantes por vivienda y cuarto

- Infraestructura
    - Índice de rezago del espacio publico
    - Movilidad

- Económico
    - Grado promedio escolar

  - Marginación y violencia
  - Hogares con jefatura femenina
  - Densidad de unidades económicas
  - Desempleo

- Medio ambiente
  - Bosques y reservas
  - Eventos naturales
  - Residuos

Identificación

La aplicación del método PER al recurso de las Barrancas es particularmente compleja debido a las características y problemáticas de cada una de ellas.

El grupo de indicadores seleccionados para la evaluación del impacto de las actividades en las barrancas de la Sierra de las Cruces y el desempeño de las mismas se describe a continuación; la información presentada está referida entre los años 2010 y 2020.

A continuación, se presentan puntos específicos de la problemática identificada en las barrancas.

- Disposición de basura y residuos sólidos urbanos y de construcción
- Descargas de aguas residuales
- Asentamientos humanos irregulares
- Venta ilegal de terrenos
- Crecimiento y presión por expansión urbana

Cuadro 112. Indicadores del método PER

Presión	Estado	Respuesta
Tasa de crecimiento medio anual	Densidad de población	Zonas de concentración de vivienda
Grado de escolaridad	Población de 65 y más	Denuncias PAOT
Promedio de ocupantes por vivienda y cuarto	Índice de rezago del espacio publico	Programas realizados en barrancas

Presión	Estado	Respuesta
Densidad de unidades económicas	Tiraderos registrados en campo	Sistema de recolección de basura
Población desocupada	Descargas a cuerpos de agua	Cobertura forestal
Movilidad	Susceptibilidad de peligros: laderas, remoción en masa	Atlas de peligros y riesgos
Residuos solidos		
Aguas dulces		
Bosques Uso de suelo		
Fracturas Inundación		

Fuente: Elaboración propia

Tasa de crecimiento medio anual
Categoría: Asentamientos humanos
Esquema: Presión

Este indicador tiene como objetivo mostrar el crecimiento medio anual dentro de cada una de las barrancas, encontramos cuatro patrones definidos. El primero con tasas negativas, el segundo con tasas de crecimiento iguales a la CDMX (0.4), un tercero con tasas de crecimiento alta hasta 5 y finalmente una tasa muy alta que es mayor a 5.

Tecamachalco. Ladera que corresponde a la colonia Lomas de Barrilaco tiene una tasa por encima de la CDMX, mientras que al sur Bosques de las Lomas la tasa es negativa

Echánove**.** Las colonias Corredor de Santa Fe y Paseo de Lomas San Gabriel tiene una tasa de crecimiento muy alta por encima de 5, siendo las únicas colonias que tienen esta característica. Lomas Vista Hermosa una tasa alta mientras que Bosques de las Lomas negativa

Becerra Tepecuache. Comparte la misma cualidad con la colonia Lomas de Santa Fe II con una tasa muy alta por encima de 5. Predomina la tasa alta que corresponde a las colonias Jalalpa el Grande, 2ª Jalalpa Tepito y la Loma que dan la característica de esta barranca. En el extremo oriente una tasa negativa que corresponde Jalalpa Tepito, La Mexicana, Lomas de Nuevo México.

Barranca Mixcoac. La colonia Canutillo Predio la Presa tiene una tasa muy alta. En la parte baja de la barranca predominan la tasa negativa, en la ladera norte en las colonias Unión popular Emiliano Zapata, Colinas del Sur, Estado de Hidalgo, Corpus

Christy Amp, ladera sur Prados la Providencia y Privada Centenario tienen una tasa alta. Al poniente en las colonias Corpus Christy, Dos Ríos, Punta Chehuayo la tasa igual a la CDMX.

Barranca Tarango. El patrón de crecimiento alto se ubica en la parte alta, Bosques de Tarango, Lomas de Guadalupe, Lomas de las Águilas, en la parte media en la UH Tarango y Martinica y en la parte baja a Las Águilas. En la ladera sur predomina una tasa de crecimiento negativa

Barranca Magdalena Eslava. Las colonias Jardines del pedregal, Héroes de Padierna, La Concepción, Pueblo San Nicolas Totolapan, 2ª Sección de San Nicolas son aquellas que tienen una tasa de crecimiento alto, La tasa de crecimiento medio corresponde a La Carbonera, Pueblo de Magdalena Atlilic, Barranca Seca, Santa Teresa, Fuentes del Pedregal.

Promedio de población por vivienda y cuarto
Categoría: Asentamientos humanos
Esquema: Presión

Se tienen 4 categorías, hasta 2 personas, 2 a 3.5 personas, 3.5-5 y más de 5

En general dentro de las barrancas predomina de 2 a 3.5 personas

Tecamachalco: En la parte oeste de la barranca en la colonia Bosque de las lomas hay más de 5 hab/-viv. En las colonias Bosques de las lomas, Lomas Barrilaco y Militar hay hasta 5 hab por vivienda, el resto corresponde a 2.5 – 3 personas.

Echánove: En la ladera norte Lomas de Vista Hermosa predomina 3.5-5 hab/viv, mientas que en la ladera sur 2 a 3.5 hab/viv.

Becerra Tepecuache: En la parte poniente Lomas de Santa Fe II hay de 2 a 3.5hab/viv en el resto hay 3.5-5hab/viv.

Mixcoac: En la parte alta y baja predomina 3.5-5/hab viv, en la parte media 2-3.5hab/viv y en la UH Cañada del Olivar más de 5hab/viv.

Tarango: En la parte media de la barranca 3.5-5hab/viv mientras que en la parte alta y baja predomina 2-3.5hab/viv

Magdalena Eslava: En la parte alta correspondiente a los pueblos y en la parte baja correspondiente a Jardines del Pedregal predomina 3.5-5hab/viv, mientras que en San Jerónimo, Héroes de Padierna, Fuentes del Pedregal y Barranca Seca 2-3.5hab/viv

Hacinamiento
Categoría: Asentamientos humanos
Esquema: Presión

Tecamachalco: en la colonia Lomas de Barrilaco predomina un 0.5hab/ por cuarto, mientras que Reforma Social de1hab/ cuarto.

Echánove: Predomina hasta 1 hab/ cuarto, solamente en la colonia Palo Alto Granjas hay 2 hab/cuarto.

Becerra Tepecuache: En la ladera norte encontramos en las colonias Gral A. Rosales, 2ª Pirul y El Árbol, en la ladera sur Jalalpa el grande, Jalalpa ampliación 2 hab/cuarto, el resto corresponde a 1hb/cuarto.

Mixcoac: En las colonias Estado de Hidalgo, Corpus Christy, Pueblo San Mateo Tlaltenango, Punta Cehuayo, Colinas del Sur, Cañada del Olivar y Hogar y Redención 2 hab/cuarto, el resto corresponde a 1hab/cuarto.

Tarango. En las colonias de Merced Gómez, Águilas 3er parque, Palmas Axotitla, La Martinica 2hab/cuarto. Predomina en el buffer de la barranca 1hab/cuarto.

En aquellas manzanas que se encuentran dentro del área de barrancas hay 0.5hab/cuarto, corresponde a las colonias Bosques de Tarango, Lomas de Axiomiatla y La Martinica

Magdalena Eslava. En las colonias de San Nicolás Totolapan, 1ª Sección de San Nicolás, La Concepción 2 hab/cuarto, Magdalena Atlilic, Fuentes del Pedregal, Santa Teresa,1 hab/cuarto mientras que en Jardines del Pedregal San Jerónimo Aculco, 0.5hab/cuarto.

Movilidad
Categoría: Economía
Esquema: Presión

Tecamachalco: Por la barranca pasan dos rutas de transporte que comunican en Ruta 2 Metro Chapultepec- Tecamachalco en la parte más baja en la calle Puente de Tecamachalco y en la parte más alta en la calle Puente del Líbano, la ruta 89 Interlomas Olivo- Metro Observatorio. Otras rutas cercanas son aquellas que pasan por Av. Paseo de Las Palmas, Metro Chapultepec – Palmas Km13, Auditorio Palmas Montañas Rocallosas

Echánove**:** Por su ubicación estratégica es una de las barrancas con mejor movilidad en cuanto a la cercanía con vías primarias y por lo mismo tiene una red de rutas de transporte que favorecen el movimiento de personas.

Tiene una cercanía con el corredor Reforma Bicentenario, que pasa por Prol. Paseo de la Reforma mientras que la Carretera México Toluca, bordea la barranca con varias rutas, Ruta 114 Monte de las Cruces Observatorio- San Juan Yautepec, R4 Tacubaya- San Lorenzo Acopilco, R4 Tacubaya Huixquilucan, R76 Chapultepec La Pila,

Por Paseo de los Tamarindos hay dos rutas R2 Metro Chapultepec-Bosques KM14, R2 Chapultepec- Ahuehuetes Sur, Edificio Pantalón. En Constituyentes-Echánove R76 Galicia-Yaqui-Laureles y en Lomas de Vista Hermosa: R4 Tacubaya- Retama.

Becerra Tepecuache: Tiene una cercanía con el Corredor Reforma Bicentenario de va de Balderas a Santa Fe, por Pról. Paseo de la Reforma que colinda al norponiente con la barranca. Las rutas de transporte que colindan con la barranca son aquellas que transitan por A, Javier Barros Sierra, Mariano Hernández, Av. Bernardo Quintana y la calle de Cilantro que corresponden a la Ruta 5 Tacubaya-Sams Club, R5 Tacubaya -Santa Fe- La Loma y R5 Tacubaya- Cilantro. En el extremo suroriente por la Av. Jalalpa Norte pasa la R46 Metro Tacubaya – Jalalpa.

Barranca Mixcoac: La movilidad se da por vías primarias, no se encuentra cercana a un corredor y las rutas de transporte son las siguientes R15 Olivar del Conde- San Ángel, R15 Olivar del Conde- Metro Observatorio, R15 Mixcoac-Santa Lucía, R57 Mixcoac- San Bartolo Ameyalco, R57 Bosque de Tarango- Metro Barranca del Muerto, R2 Ermita -Unidad Plateros.

Barranca Tarango: Las rutas principales de transporte son, R57 Bosque de Tarango- Metro Barranca del Muerto que transita por Av. Centenario y Pról. 5 de Mayo y en la parte sur por la Calzada de Las Águilas la R57 Mixcoac- San Bartolo.

Barranca Magdalena Eslava: Atraviesan los corredores en el cruce de periférico y Camino Sta. Teresa, Plaza Toreo – Tepepan en Toreo -Canal de Chalco y Tepepan – Reforma Ángel. Es una barranca que se encuentra muy cercana a nodos viales importantes por lo que hay varias rutas de transporte que comunican a la población con los pueblos ubicados al norponiente, las rutas de transporte que encontramos son: R41 San Ángel – Tanque Azul, R41 Miguel Ángel de Quevedo- Pedregal, R66 San Ángel – Pedregal, R66 Miguel Ángel de Quevedo- San Francisco, R66 Miguel Ángel de Quevedo- San Nicolás, R111 Metro Taxqueña – Contreras Anzaldo, R76 San Ángel – Tierra Colorada.

Grado de escolaridad

Categoría: Económica
Esquema: Presión

Se consideran 4 categorías, nivel básico hasta secundaria, nivel medio superior hasta el bachillerato, nivel superior hasta la universidad y nivel posgrado

Tecamachalco: Nivel superior

Echánove: Granjas Palo Alto y Lomas Vista Hermosa Secundaria hay manzanas que tienen, predomina el nivel medio superior.

Tepecuache Becerra: Jalalpa el Grande y Corpus Christy secundaria, predomina nivel medio superior y superior sobre todo en la colonia La Lomal

Mixcoac: Cañada del Olivar secundaria, Colinas del sur y Lomas de Tarango nivel superior, predomina el nivel medio superior.

Tarango: Predomina nivel medio superior y superior. En la parte alta de la barranca dentro de la barranca en Bosques de Tarango con nivel licenciatura, nivel secundaria en algunas colonias dentro de la barranca corresponden a Las Águilas y Martinica.

Magdalena Eslava: Nivel medio superior en los Pueblos de Magdalena Atlilic, San Nicolás Totolapan, Pedregal de San Nicolás, La Concepción y Héroes de Padierna

En las colonias en la parte baja predomina el nivel educativo superior, Jardines del Pedregal, Fuentes del Pedregal, San Jerónimo Lídice.

Densidad de población

Categoría: Asentamientos humanos
Esquema: Estado

Tecamachalco: Baja100hab/

Echánove: Baja

Becerra Tepecuache: En la parte alta es baja y en la parte baja corresponde a una densidad que va de alta a muy alta en la colonia La Loma.

Barranca Mixcoac: Predomina densidad media

Barranca Tarango: Densidad baja, en la UH Metropolitana hay una densidad muy alta.

Barranca Magdalena Eslava**:** La densidad es muy baja en Jardines del Pedregal, San Jerónimo Aculco el resto es bajo.

Población de 65 y más

Categoría: Asentamientos humanos
Esquema: Estado

Tecamachalco: Manzanas colindantes en la ladera sur que corresponden a la colonia Lomas de Barrilaco, con un porcentaje de 45% de personas de la tercera edad. En el resto de las manzanas dentro del buffer predomina 6%.

Echánove: En la ladera norte predomina con un porcentaje mayor de 76% en Bosques de las Lomas, mientras que 45% Lomas de Vista Hermosa.

Becerra Tepecuache: Predomina un porcentaje bajo que va del 0 al 15%

Mixcoac: Predomina un porcentaje bajo que va de 0 al 15%.

Tarango: Predomina un porcentaje bajo que va del 0 a 15% y una pequeña zona en la Colonia Olivar d ellos Padres con un porcentaje de 45%.

Magdalena Eslava: En Jardines del Pedregal, San Nicolas Totolapan y Magdalena Atlilic encontramos 30 a 45%, en el resto predomina un porcentaje bajo de 0 a 15%.

Índice de rezago de espacio público

Categoría: Infraestructura
Esquema: Estado

Tecamachalco: En la barranca predomina un menor rezago

Echánove: predomina un menor rezago en las colonias que colindan al norte (Lomas de Vista hermosa) y sur (Paseo de Las Lomas y La Rosita), rezago medio en las colonias Bosques de las Lomas y Jardines de la Palma.

Becerra Tepecuache: En la parte norponiente predomina un menor rezago mientras que al oriente encontramos un mayor rezago que corresponde a las colonias Liberación proletaria, Jalalpa Tepito, Estado Hidalgo, Jalalpa Las Torres.

Barranca Mixcoac: El rezago que predomina es menor con puntajes de 2 a 1.

Barranca Tarango: En los extremos poniente y oriente encontramos un menor rezago mientras que en las colindancias norte y sur encontramos un mayor rezago el cual corresponde a las colonias Lomas de las Águilas, Ponciano Arriaga, Lomas de Tarango, la Martinica, San Clemente.

Barranca Magdalena Eslava: En los extremos poniente y oriente hay un menor rezago mientras que en las colonias Pedregal de San Nicolás 1ª Sección, Santa Teresa, Héroes de Padierna, Barranca Seca y San Francisco, se observó un rezago mayor.

Población desocupada

Categoría: Económico
Esquema: Estado

Tecamachalco: Muy bajo

Echánove: Bajo 12% en Bosques de las Lomas, Lomas de Vista hermosa, San Gabriel y Palo Alto

Becerra Tepecuache: Predomina muy bajo y bajo.

Barranca Mixcoac: Predomina bajo y medio en algunas manzanas Colinas del Sur, Colinas de Tarango

Barranca Tarango: Predomina bajo y en algunas manzanas medio 12% Las Águilas, Lomas de las Águilas, Bosques de Tarango y Arcos de Centenario

Barranca Magdalena Eslava: En la parte baja de la barranca predomina un porcentaje bajo mientras que en la parte alta encontramos algunas manzanas asociadas a los Pueblos de Magdalena Atlilic y San Nicolás con un porcentaje alto de 33%

Zonas de concentración de vivienda

Categoría: Asentamientos humanos
Esquema: Respuesta

Tecamachalco: Predomina muy baja concentración de vivienda, sobresale la colonia Reforma Social con mediana concentración

Echánove: Predomina muy baja concentración, en la parte poniente en las colonias Jardines de la Palma baja concentración.

Becerra Tepecuache: En la parte alta de la ladera la concentración es muy baja mientras que en la ladera nororiente destaca una concentración muy alta y en el extremo suroriente la concentración es alta.

Mixcoac: En los extremos poniente y oriente la concentración va de muy alta a alta, en la parte media de la barranca corresponde a Colinas del Sur y La Martinica la concentración es media

Tarango: En la parte alta la concentración es muy baja, en las colonias que corresponden a la sección media de la barranca la concentración es media y al oriente corresponde a una concentración baja

Magdalena Eslava: En el pueblo de San Nicolás, las colonias Fuentes del Pedregal, San Jerónimo el índice tiene una concentración baja, la colonia Pedregal de San Nicolás y los pueblos Magdalena Atlilic, Pueblo Nuevo, La Concepción tienen una concentración media, y Jardines del Pedregal tiene una concentración muy baja

Asentamientos humanos

El número de ocupantes por vivienda en 2020 se reportó entre 3.5 – 5 y el hacinamiento con base en el número de ocupantes por cuarto, en general es mínimo, dado que se encuentra entre 0.5 – 1, la zona con más de 1 habitante se encuentra en el sur poniente del sistema y en el centro de la alcaldía Álvaro Obregón. Comparado con el crecimiento poblacional reportado en el periodo 2010 – 2020, ha incrementado considerablemente en la zona de Barranca del Muerto y Cuajimalpa de Morelos sur, así como en el sur poniente de la alcaldía de Magdalena Contreras donde se ha quintuplicado la población. La barranca Mixcoac y Tarango tienen registro de un crecimiento negativo a su alrededor, mientras el resto se mantiene arriba del crecimiento promedio de la CDMX (0.4) con un 0.4 – 5.

Coincidiendo con lo anterior, en 2020 se registró una ocupación mayor al 75 % de las viviendas particulares del sistema. A excepción de una barranca que al norte reporta un 50 % de ocupación. Lo que respecta a la jefatura de familia femenina destaca una participación del 34 – 52 % de la población del área y la Barrancas cercanas al Río Becerra por tener un porcentaje menor al 16 %.

La concentración de la población comprendida en los 65 y más, se encuentra en los márgenes de las barrancas con una concentración de 7.6 – 9.9 %, asimismo se detectan bajas concentraciones en los márgenes de las AVA.

La violencia en el sistema es relativamente muy baja, sin embargo, se identifican sitios con alta y muy alta en el centro de la alcaldía de la Magdalena Contreras, sin embargo, no se encuentra en los alrededores inmediatos de alguna AVA. Caso contrario en la barranca Mixcoac, donde si se presenta un grado de violencia baja en los alrededores.

Infraestructura

La infraestructura está representada principalmente por el rezago del espacio público es considerablemente mayor en tres barrancas, de las cuales las Barrancas Mixcoac y Tarango destacan por tener una mayor provisión de espacio público. Relacionado a esto está el índice del espacio público por habitante que en el área

general del sistema considera 500 m^2, los espacios que consideran una mayor provisión no se encuentran cercanos a ninguna área de valor de interés en el presente proyecto.

Económico

La densidad de unidades económicas tiene al menos dos, destaca el área de Álvaro Obregón como aquella donde se encuentran 2 – 5 unidades económicas al igual que una parte de la Magdalena Contreras, esto con base en los datos del 2019. Lo anterior no se relaciona con la tasa de desocupación reportada en 2020, que se registra una tasa de desocupación general entre 1.4 – 2.5 %. Hay sitios muy localizados alrededor de la Magdalena Contreras que tiene una tasa mayor a 5 %.

El grado de escolaridad que presenta la mayoría de la población asentada cercana al sistema coincide con licenciatura y posgrado a excepción del sur poniente que predomina la escolaridad del Bachillerato. Destaca la Barranca Mixcoac con la mitad de si perímetro con población con grado de Licenciatura y la mitad con el grado de Bachillerato. Las barrancas Becerra y Echánove tienen a su alrededor una mayor concentración de grado de licenciatura.

Medio ambiente

La mayoría de las notas periodísticas del presente año con respecto a las barrancas se centra en las jornadas de limpieza para la recolección de basura, campañas de reforestación y la capacitación del personal para la jornada de empleo Verde temporal de la CDMX. Se han retirado elementos como: sillones, muebles, electrodomésticos, colchones, plásticos, maderas y autopartes como los principales residuos de las barrancas con valor ambiental ubicadas en cuatro alcaldías del surponiente de la capital del país (Empleo Verde rescata barrancas en Alcaldía Tlalpan, 2022; Inicia limpieza de barrancas en CDMX, 2022; Redacción, 2022; Corona, 2022). El gobierno ha apuntado a deterioro ambiental que hay en la ciudad y la importancia de estos sistemas en las ciudades como es la metrópoli del Valle de México, el Plan de conservación de sistema de barrancas del poniente se enlista como un desarrollo urbano incluyente (Ayala Espinosa, 2022; Gómez Otegui, 2022).

Con base en SEDEMA (2016) el aprovechamiento de residuos en las alcaldías implicadas era el siguiente:

Los riesgos que se han identificado en el área de las barrancas corresponden a fenómenos químico - tecnológico en la categoría de derrame o fuga de sustancia peligrosa, principalmente por derrames de gasolina o fugas de gas natural y estacionario, teniendo un total de 59 eventos para toda el área.

En cuanto a los fenómenos hidrometereológicos, se presenta inundaciones en la zona colindante de la alcaldía Álvaro Obregón con Miguel Hidalgo y en Magdalena Contreras, colindando con Tlalpan en mayor proporción.

En cuanto a peligros geológicos el área presenta una cantidad considerable de grietas y fracturas, principalmente en las alcaldías Magdalena Contreras y en Cuajimalpa de Morelos. Asimismo, se reportan dos socavones en el área, ambos en Álvaro Obregón.

En cuanto a la susceptibilidad de laderas tenemos un promedio de rango medio – bajo para toda el área, excepto en la zona surponiente en Álvaro Obregón y Magdalena Contreras donde se encuentra una zona altamente riesgosa.

Tecamachalco: no se reportaron incidentes de derrames para el periodo 2018.

Echánove: no se reportaron incidentes de derrames para el periodo 2018.

Becerra Tepecuache: en esta barranca se reportó solo un caso de fuga de gas lp de cilindro.

Barranca Mixcoac: no se reportaron incidentes de derrames para el periodo 2018.

Barranca Tarango: en 2018 se reportaron 7 casi relacionados con derrames de residuos, de los cuales solo uno corresponde a gas natural y los demás a lp.

Barranca Magdalena Eslava: Dentro de esta barranca se ven mayor mente representados los encharcamientos, asimismo para en el caso de derrames químicos se reportaron 6 casos relacionados con fugas de gas lp y natural, así como un derrame de mercaptano.

Denuncias PAOT

La base de datos de denuncias de la PAOT fue descargada del sistema de datos abiertos (PAOT, 2022). En el área de la región de estudio se reporta un total de 5276 denuncias, las que competen a un tema relacionado con las barrancas son las siguientes:

Cuadro 113. Número de denuncias por tema

Tema	Número de denuncias
Áreas de Valor Ambiental	121
Áreas Naturales Protegidas	27
Áreas Verdes (en Suelo urbano)	745
Barrancas	202
Suelo de conservación	135
Uso de Suelo Urbano	2,286
Residuos	229
TOTAL	**3,745**

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior se establece que los indicadores de respuesta para el rubro de medio ambiente por parte de programas y actividades se vinculen con las categorías de mitigación, restauración y compensación sean los siguientes:

1. Medidas de prevención.
    a. Almacén de agua pluvial para su uso en el riego y consumo humano, hacer revisiones periódicas de la calidad hídrica
    b. Promoción del monitoreo social participativo
    c. Fomento y vinculación con programas sociales en las áreas rural – urbanas circundantes.
    d. Capacitación, construcción y vinculación a una red de mercado local relacionados con productos orgánicos y provenientes de huertos verticales potenciales en el área, pueden ser comunitarios.
    e. Monitoreo y vigilancia de los programas turísticos por parte de los comités internos de las AVA, junto con la SEDEMA.

f. Capacitación de gestión arbórea así, como reciclaje forestal

2. Medidas de mitigación.

   a. Sistemas de captación de aguas pluviales en lo alto de las barrancas; así como la instalación de sistemas de humedales para el tratamiento de aguas residuales.

   b. Capacitación, construcción y vinculación a una red de mercado local para el cultivo de hongos comestibles provenientes del aprovechamiento forestal de las barrancas.

   c. Capacitaciones para la identificación de plagas forestales, fomento al cuidado de la biomasa forestal, así como su aprovechamiento.

3. Medidas de restauración.

   a. Atlas de riesgo para las áreas de interés con población de riesgo.

   b. Restauración y limpieza de los cuerpos de agua, derribo de vivienda en riesgo y reubicación de la población

   c. Realizar prototipos de jardines que utilicen la vegetación nativa de las barrancas

IV. GOBERNANZA PARA LA SUSTENTABILIDAD

IV.1 Proyecto de revisión para mejorar la naturaleza jurídica de las barrancas para su protección eficaz

Como se ha señalado en los apartados anteriores dentro del cual se ubica el presente documento, el propósito general del Programa de restauración socio ambiental para la región de la Sierra de las Cruces, en la CDMX, consiste en desarrollar con visión integral una propuesta de restauración y aprovechamiento de los valores físicos, ecológicos y socioambientales de las AVA que han sido seleccionadas, y que genere beneficios económicos, sociales y ambientales a la población en general.

Dentro de los objetivos específicos o particulares que han previsto, se encuentra el enmarcar los resultados y propuestas en el nuevo contexto jurídico y normativo asociado a la nueva visión que respecto del ordenamiento del territorio tiene la Constitución Política de la Ciudad de México (CPCDMX)y las diferentes leyes e instrumentos que se han expedido o que están en proceso de formulación. En particular, destaca la Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo de la Ciudad de México y los Programas Generales de Desarrollo y de Ordenamiento del Territorio que están en proceso de elaboración.

Asimismo, como uno de los alcances previstos en los términos de referencia que da sustento a este informe, se encuentra la revisión del marco jurídico e institucional, así como los mecanismos de gestión del territorio que resultan aplicables en el área de estudio, tanto en la región Sierra de las Cruces, como en las barrancas que como AVA se han seleccionado de manera específica. A partir de ello, se busca generar las propuestas necesarias para fortalecer la gobernanza para la sustentabilidad de esos espacios a fin de lograr su protección adecuada, bajo la consideración de que la protección incluye acciones de rescate, rehabilitación, restauración, conservación, manejo integral y adecuado.

Para cumplir con lo anteriormente señalado, se prevén las siguientes tareas concretas:

- Revisar y ajustar la naturaleza jurídica de las barrancas para su protección adecuada, que implica, fundamentalmente, definir con claridad su delimitación y zonificación. Ello es origen de usos inadecuados de los espacios que integran las barrancas, algunas veces como áreas verdes, AVA o parte de ANP.
- Promover la elaboración y expedición de programas de manejo u otros instrumentos de gestión, en donde haga falta, previa definición de contenido actual y propuesta de actualización.
- Proponer acciones para resolver las situaciones existentes respecto de asentamientos humanos en barrancas, tanto en zonas de alta plusvalía (Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, por ejemplo) como en asentamientos humanos irregulares (principalmente Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras, en donde el tema riesgo es, además, muy importante).
- Identificar casos en donde sea posible recuperar espacios para uso público que sean congruentes con la protección de barrancas y hacer las propuestas respectivas.
- Identificar casos en donde sea necesario llevar a cabo acciones de saneamiento de barrancas.
- Proponer instrumentos de gestión de barrancas y los mecanismos adecuados de participación social.
- Proponer mecanismos para fortalecer las acciones de inspección y vigilancia del cumplimiento efectivo de la ley en espacios considerados como barrancas de la CDMX.
- Identificar los sistemas de monitoreo permanente y oportuno de acciones en las barrancas de la CDMX.
- Proponer los cambios normativos a fin de que la protección y aprovechamiento sustentable de las barrancas forme parte de un Sistema de Gestión de Áreas Verdes en la CDMX.

Como se podrá observar, el presente apartado da cuenta de la amplitud y complejidad del marco jurídico e institucional que, tanto en la perspectiva ambiental como urbanística, resulta aplicable a las barrancas. En efecto, se pensaría que la normatividad y las acciones que realizan autoridades, organizaciones sociales o privadas en esos espacios están reguladas por un sólo marco normativo, sin embargo, ello no es así.

Uno de los mayores retos para enfrentar el cambio climático y asegurar una Ciudad sustentable y resiliente, guiada por un eficiente modelo de ordenamiento territorial, es conservar, proteger, aprovechar sustentablemente las áreas y espacios que aportan importantes servicios ambientales no solo a la Ciudad de México, sino a la región en la que ella se ubica. Una de las principales áreas de oportunidad para la gestión y el manejo sustentable de estas zonas es fortalecer la gobernanza de las barrancas que se localizan en la Sierra de las Cruces en la Ciudad de México, para ello es necesario hacer un diagnóstico del marco normativo e institucional con la finalidad de hacer las propuestas de cambios y mejoras que se requieran.

Acercamiento al concepto objeto de análisis. Las barrancas son definidas desde la geomorfología, como formaciones superficiales del relieve de la corteza terrestre con gran relevancia geológica, formadas por largos procesos de erosión, escurrimientos de agua o bien por accidentes geográficos.

Son ecosistemas que forman parte de un sistema hidrológico cuya dinámica se asocia a una microcuenca; por lo tanto, cada barranca puede ser afluente o tributaria de una barranca más grande, o estar asociada a diversas unidades de escurrimiento para llegar a constituir una microcuenca (SEDEMA, 2012).

El sistema de barrancas de la Ciudad de México se extiende en las alcaldías Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras y Miguel Hidalgo; el relieve en estas zonas se presenta en forma de laderas y depresiones geográficas. Se ubican a lo largo de cuatro cuencas: Mixcoac, Magdalena, San Ángel Inn y Puerta Grande con un patrón de flujo de escurrimientos superficiales, (PAOT, 2013 y 2008).

La SEDEMA y la PAOT han identificado un total de 44 barrancas, aunque se estima que existen cerca de 99 distribuidas a lo largo de 15 microcuencas.

De acuerdo con la Ley Ambiental de Protección a la Tierra del entonces Distrito Federal (de ahora en adelante: Ley Ambiental) (GODF, 2000) una barranca es definida como: “Depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico”, dicha definición resalta la relevancia ambiental de estas áreas y justifica su conservación.

Este sistema de barrancas se encuentra amenazado primordialmente por: 1) cambios de uso de suelo, (principalmente por asentamientos humanos regulares e irregulares), 2) pérdida y fragmentación de cobertura vegetal y 3) contaminación por residuos sólidos y aguas residuales, lo cual afecta la calidad de agua en aquellas barrancas donde aún existe un cauce (PAOT, 2010; SEDEMA, 2012; Alonzo, 2013 y Méndez-Cárdenas et al., 2016).

Aunado a lo anterior, las barrancas también son consideradas como “un sistema socioambiental con subsistemas naturales, sociales, económicos, políticos, normativos y otros, cuyos elementos actúan simultáneamente en un mismo espacio geográfico, son frágiles ecosistemas y parte fundamental de la sustentabilidad urbana, proveen servicios ambientales y mejoran la calidad de vida” como menciona la arquitecta María Rita Di Castro (2017).

Actualmente, las barrancas están incluidas en la política ambiental de la Ciudad de México como espacios a conservar. De acuerdo con la Ley Ambiental, todas las barrancas son consideradas como AVA por lo que requieren ser restauradas y/o preservadas, debido a que aún mantienen características biofísicas y/o escénicas que aumentan la calidad ambiental de la Ciudad (GODF, 2000).

Las barrancas de la Ciudad de México que están localizadas dentro de la Ciudad son áreas de suma importancia ya que brindan gran cantidad de servicios ambientales, (PAOT, s.f.; Estrada, 2022). Estos espacios a pesar de que en muchos

casos no son ecosistemas prístinos permiten la conservación de la biodiversidad, regulan el microclima y reducen los efectos de las islas de calor, mejoran la calidad del aire, la vegetación que las compone contribuye a mantener la calidad del suelo y a continuar el ciclo del agua, evitan la erosión y permiten la infiltración del agua a los mantos acuíferos, además de que pueden ser espacios de recreación donde se fortalece el tejido social y el sentido de pertenencia.

IV.1.1 Diagnóstico ciudadano

Este apartado pretende hacer un diagnóstico de los principales problemas en barrancas, así como las principales debilidades desde el punto de vista jurídico e institucional en cuanto a su protección.

En un estudio realizado por Galván-Benítez (2022) sobre denuncias presentadas ante la PAOT entre el año 2002 a 2020 específicamente en AVA o en su zona de influencia, se puede apreciar que el cambio de uso de suelo es la principal problemática motivo de denuncia, tanto dentro de la AVA como en la zona de influencia, la mayoría de los hechos denunciados correspondían a construcciones de inmobiliarias y asentamientos humanos irregulares. Es importante resaltar que en algunos casos se denunciaba tanto la construcción como el derribo de árboles. Entre las AVA que presentaron con mayor frecuencia estas problemáticas son: Tarango, Bezares-El Castillo, Mixcoac y Magdalena-Eslava. En este sentido, los servicios ambientales más afectados ante esta problemática son la pérdida de hábitat y, los servicios ecológicos como la captura de carbono, infiltración, microclima y amortiguamiento del ruido por la pérdida de vegetación.

Relacionado a lo anterior, la segunda problemática más denunciada dentro de las AVA corresponde al derribo de árboles y la remoción de la vegetación que se relaciona íntimamente con la posible invasión a las barrancas, y que en conjunto con el tercer y cuarto lugar, ocupado por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos y el relleno de las barrancas principalmente con residuos de la construcción (cascajo); son problemáticas que ocurren con mayor frecuencia en las barrancas: Anzaldo, Texcalatlaco, Mixcoac y La Diferencia, con un detrimento en los servicios ecológicos como el paisaje urbano ambiental, sentido de la identidad a

partir de actividades de recreación, infiltración de agua y la pérdida de provisión de agua, ya que muchas de las denuncias mencionan que el cascajo era arrojado al cauce.

En quinto lugar, se encuentra la problemática del vertimiento de aguas residuales al cauce de la barranca. Llama la atención que esta problemática, siendo de las más visibles, no haya sido el hecho más denunciado. No obstante, el servicio ambiental más afectado es la calidad de agua que conforman estos cuerpos hídricos, provocando inaccesibilidad en el aprovechamiento del recurso hídrico por flora, fauna y el paisaje urbano ambiental y puede tener repercusiones en las actividades recreativas que podrían beneficiar a los vecinos y población en general. En este sentido, la mayoría de las denuncias se enfocaron en las AVA: Magdalena-Eslava y Bezares-El Castillo.

El análisis de las denuncias en el área de influencia permite observar cómo las problemáticas en las AVA, se perciben más allá de su poligonal y como la afectación a los servicios ambientales que prestan es general, aunque en algunas zonas puede agudizarse debido a las actividades antropogénicas que se lleven a cabo. En este caso, el manejo inadecuado de residuos sólidos fue la segunda problemática más denunciada, esto a pesar de que se excluyeron aquellas que no correspondiera con la ubicación de la barranca; es de resaltar como aún a 50m de la delimitación original de la AVA pueden verse vertederos de basura que, para los vecinos, está afectando al cauce y/o a la vegetación original. Finalmente, se encuentra la descarga de aguas residuales y el relleno de barrancas, respectivamente. En estos casos, se denunciaron vertederos provenientes de desarrollos inmobiliarios a la barranca, Asimismo, la mayoría de los rellenos denunciados se asociaban a la presencia de basura y cascajo proveniente de construcciones circundantes.

De acuerdo a talleres participativos que se realizaron en el año 2018 como parte de un convenio de colaboración entre el instituto de Geografía y la SEDEMA, se pudo observar que en las AVA en la mayoría de los casos existe interés por parte de algunos vecinos por conservar las barrancas, sin embargo, pueden existir intereses opuestos a la conservación de la zona, ya que hay otros actores que están más

interesados en cambiar el uso de suelo y urbanizar, ya sea grandes desarrollos inmobiliarios o desdoblamiento de asentamientos irregulares.

Vecinos interesados en la conservación ambiental muchas veces realizan acciones directas sobre las barrancas, sin considerar a las autoridades, esto puede dar como resultados que las acciones no sean las más recomendadas para la conservación de las funciones del ecosistema; aunque hay ejemplos puntuales donde comités organizados han podido ayudar a denunciar invasiones o presiones inmobiliarias.

El hecho de que no exista un órgano que permita hacer redes de colaboración es uno de los principales reclamos de los vecinos. En su opinión, no existe una relación colaborativa entre las diferentes instituciones que pueden tener injerencia en el manejo de una AVA, ya que no hay una estrategia intersectorial, lo que ocasiona tanto el traslape de funciones como el vacío institucional. Esto ocasiona que la presencia de las instituciones y el cumplimiento de sus atribuciones sean limitadas y que no haya acciones coordinadas ni objetivos comunes.

La Comisión de Cuenca para el rescate de ríos, barrancas y cuerpos de agua del Valle de México (CCRRBCAVM), debería de ser la institución encargada de incluir a los actores locales en la toma de decisiones y vincular a las instituciones para coordinar las actividades. Sin embargo, en las barrancas analizadas nunca ha tenido presencia. Actualmente se desconoce si continúa existiendo este organismo, ya que la última noticia sobre este organismo es del 2014; si aun funciona sería importante dotarlo de los instrumentos necesarios para que pueda actuar.

Para que estas zonas puedan protegerse de los cambios de uso de suelo y conservar su capacidad para brindar beneficios ambientales a la población se necesita que haya un presupuesto destinado para ellas, así como la facultad para sancionar si se cometen ilícitos ambientales**.**

Sin embargo, una característica común de las instituciones de gobierno es la falta de presupuesto y la rotación de personal, lo cual dificulta el seguimiento de acciones puntuales. El hecho de que no haya claridad sobre cuánto presupuesto debe destinar a su protección o que no haya un órgano coordinador que distribuya

funciones específicas, las alcaldías difícilmente destinarán recursos propios a la protección o vigilancia del AVA, ya que no está explícito en la ley.

IV.1.2 Marco jurídico e institucional

Las barrancas del surponiente de la CDMX pueden estar sujetas a regulaciones distintas. En primer lugar, pueden formar parte de las denominadas ANP federales, que encuentran sustento jurídico fundamentalmente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en la materia y prevén la intervención de autoridades del mismo orden de gobierno, tal es el caso, por ejemplo, de los Parques Nacionales Desierto de los Leones o Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla.

Un segundo régimen al que pueden estar sujetas las barrancas se presenta cuando forman parte de un ANP de la Ciudad de México, de competencia local, diferentes de las anteriormente señaladas y reguladas fundamentalmente en la Ley Ambiental de Protección a la Tierra vigente en la Ciudad de México en donde se prevén diversas categorías; en la región Sierra de las Cruces se encuentran por ejemplo el área de Bosques de las Lomas que tiene categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, o San Bernabé Ocotepec, con la categoría de Reserva Ecológica Comunitaria.

Un tercer régimen aplicable a las barrancas en la región que nos ocupa es el previsto en la propia Ley Ambiental de Protección a la Tierra vigente en la Ciudad de México como AVA (que es la categoría elegida para el análisis detallado de este Proyecto). Específicamente dichas áreas refieren a las barrancas y los bosques urbanos como los espacios que pueden ser ubicados en la regulación especial. Las seis barrancas citadas en los capítulos que anteceden forman parte de esta categoría y como ejemplos de bosques urbanos en la región Sierra de las Cruces puede señalarse el bosque de Chapultepec, que, si se ubica adecuadamente, también cuenta con espacios considerados técnicamente como barrancas.

Un cuarto régimen jurídico al que se sujetan las barrancas son las denominadas áreas verdes, tanto en la legislación ambiental como en la legislación urbana. Es decir, en la región Sierra de las Cruces y otros espacios dentro de la CDMX, existen

barrancas que no son ni ANP, federales o locales, ni AVA, pero también aportan servicios ambientales importantes y al no contar con un régimen de protección adecuado, son susceptibles a sufrir alteraciones o daños más fácilmente.

Aunque la normatividad puede tener algunos puntos de coincidencia, la diferencia de regulaciones, instrumentos de gestión, autoridades involucradas, procesos de participación social o privada, en muchas ocasiones, no ayuda a una adecuada gestión de esos espacios o duplica o desvincula acciones en su beneficio. Por lo anterior, se hace necesario el análisis de toda la normatividad aplicable, con el propósito justamente de formular las propuestas respectivas.

Es decir, aunque el Programa de restauración ambiental Sierra de las Cruces, del cual forma parte este apartado, se refiere específicamente a seis barrancas categorizadas legalmente como AVA, no podemos perder de vista su vinculación con los otros espacios señalados (barrancas que forman parte de ANP federales o locales, bosques urbanos como Chapultepec, o que son legalmente áreas verdes), no sólo desde el punto de vista jurídico, sino ambiental, ecológico, social, etc.

A continuación, se realiza un análisis y descripción de la normatividad aplicable a las barrancas de la región Sierra de las Cruces, considerando las diferentes categorías antes señaladas.

ANP federales

Las ANP se han identificado a nivel mundial, como los instrumentos de política de conservación ambiental más efectivos para preservar la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas naturales.

Además de estos objetivos primordiales, las ANP cumplen con otros propósitos también de gran relevancia para la sociedad y para el planeta en su conjunto, entre los que destacan:

- Mantenimiento de paisajes naturales.
- Mantenimiento de procesos ecológicos (ciclos hidrológicos, conservación y restauración del suelo).

- Oportunidades de recreación.
- Educación ambiental e investigación científico.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define a las ANP como “las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley” (Artículo 3º inciso II).

Con el fin de resguardar el patrimonio natural de México, el gobierno federal ha instaurado un Sistema Nacional de ANP que, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en la actualidad está conformado por 182 áreas a lo largo del país, distribuidas en 6 diferentes categorías de conservación.

Cuadro 114. ANP federales de México

Categoría	Número	Extensión (km^2)
Reservas de la Biósfera	45	777,615.30
Parques Nacionales	66	14,113.19
Monumentos Naturales	5	162.69
Áreas de Protección de Recursos Naturales	5	162.69
Áreas de Protección de Fauna y Flora	40	69,968.64
Santuarios	18	1,501.93
Total	**182**	**908,395.20**

Fuente: CONANP 2022

De las ANP administradas por el Gobierno Federal, 9 se encuentran en la CDMX en diferentes categorías, ocupando una superficie de alrededor de 8,400 *ha*.

Cuadro 115. ANP federales en la CDMX

ANP de competencia federal	Modalidad	Superficie (ha)
1. Cerro de la Estrella P.M. GODF 16 abril 2017	Parque Nacional	1,183.33
2. Cumbres del Ajusco S/P.M.	Parque Nacional	920.00
3. Desierto de los Leones P.M. DOF 2 julio 2006	Parque Nacional	1,529.00
4. El Tepeyac S/P.M.	Parque Nacional	1,500.00
5. Fuentes Brotantes de Tlalpan S/P.M	Parque Nacional	129.00
6. Histórico Coyoacán S/P.M	Parque Nacional	39.76
7. Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla P.M. DOF 21 mayo 2019	Parque Nacional	1,889.96
8. Lomas de Padierna S/P.M	Parque Nacional	1,161.21

Elaboración propia.con información de CONANP. P.M. (Fecha de publicación del Programa de Manejo). S/P.M. (Sin Programa de Manejo publicado). Fuente: CONANP https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-region-centro-y-eje-neovolcanico?state=published

La mayoría de los decretos de estas ANP datan de los años 30's y sólo tres de ellos, el Cerro de la Estrella, el Parque Nacional Desierto de los Leones y el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, cuentan con Programa de Manejo (PM) publicados, el primero en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y los dos restantes en el Diario Oficial de la Federación en 2017, 2006 y 2019 respectivamente. Lo anterior ha representado una limitación para la consecución de los objetivos de conservación de estas áreas, ya que los programas de manejo son herramientas que permiten definir las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, en temas como investigación, educación ambiental, de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como el desarrollo de actividades recreativas, obras de infraestructura y demás actividades productivas y de financiamiento para la administración eficiente y efectiva del área, de acuerdo con las características del territorio. La carencia de esta guía para el manejo del área ha provocado que no haya una ruta clara para la conservación de los

ecosistemas y resulta más difícil enfrentar las presiones generadas por el crecimiento poblacional, las actividades ilegales y las necesidades de la población local.

Aunque estas áreas fueron decretadas por el Gobierno Federal en su momento, en 1999, el entonces Gobierno del Distrito Federal y el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), suscribieron un convenio mediante el cual se transfirió la administración de los Parques Nacionales al Gobierno de la hoy CDMX, a través de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (CORENADR) de la Secretaría del Medio Ambiente (DOF, 16 de abril de 1999).

ANP declaradas por el gobierno de la CDMX

La Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, define como ANP "Los espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por actividades antropogénicas, o que requieren ser preservadas y restauradas, por su estructura y función para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son áreas que por sus características ecogeográficas, contenido de especies, bienes y servicios ambientales y culturales que proporcionan a la población, hacen imprescindible su preservación".

La misma Ley prevé entre sus objetivos "Establecer y regular las áreas verdes, AVA y ANP de competencia del Distrito Federal, y en general regular el suelo de conservación para la preservación de los ecosistemas y recursos naturales de la Tierra, así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se suma por convenio con la Federación, estados o municipios" (Artículo 1. Inciso IV).

En cumplimiento a los preceptos de esta Ley, el 19 de agosto de 2005 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el "Acuerdo por el que se establece el Sistema Local de Áreas Naturales Protegidas" el cual se prevé como un instrumento para la planeación y conservación de los ecosistemas y recursos naturales del entonces Distrito Federal. Posteriormente, con el fin de avanzar en la consolidación

de este Sistema local de ANP, el 9 de junio del 2010 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el Acuerdo por el que se aprueba y expide el Plan Rector de las Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal. En la CPCDMX, en su artículo 16, fracción A 1, se indica que dicho sistema deberá proteger también las AVA decretadas y que se decreten.

Como parte de este sistema, se sumaron al grupo de ANP de carácter federal, cuya administración fue transferida al gobierno del Distrito Federal, 14 ANP decretadas por el gobierno de la hoy CDMX.

Cuadro 116. ANP decretadas por el Gobierno del Distrito Federal

ANP/Programa de Manejo	Modalidad	Ubicación		Superficie (ha)
		Alcaldía	Suelo	
1. La Loma P.M. GODF 21 mayo 2012	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Álvaro Obregón	Urbano	77.33
2. Sierra de Guadalupe P.M. GOCDMX 8 nov. 2016	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Gustavo A. Madero	Conservación	684
3. La Armella P.M. GOCDMX 8 dic. 2006	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Gustavo A. Madero	Urbano	193.38
4. Sierra de Santa Catarina P.M. GODF 19 agosto 2005	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Iztapalapa y Tláhuac	Conservación	576
5. San Bernabé Ocotepec S/P.M.	Reserva Ecológica Comunitaria	Magdalena Contreras	Conservación	240.38
6. San Nicolás Totolapan S/P.M.	Reserva Ecológica Comunitaria	Magdalena Contreras y Tlalpan	Conservación	1984.70
7. Bosques de las Lomas P.M. GOCDMX 23 junio 2017	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Miguel Hidalgo	Urbano	26.4
8. Tempiluli S/P.M.	Zona de Protección Ecológica	Tláhuac	Conservación	47.75
9. Bosque de Tlalpan	Zona Ecológica y Cultural	Tlalpan	Urbano	252.86

ANP/Programa de Manejo	Modalidad	Ubicación		Superficie (ha)
		Alcaldía	Suelo	
P.M. GODF 20 junio 2011				
10. Parque Ecológico de la Cd. de México P.M. GOCDMX 10 sept. 2021	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Tlalpan	Conservación	727.61
11. Ecoguardas P.M. GOCDMX 4 dic. 2018	Zona de Conservación Ecológica	Tlalpan	Conservación	1,505.5
12. San Miguel Ajusco S/P.M.	Reserva Ecológica Comunitaria	Tlalpan	Conservación	1,175.99
13. San Miguel Topilejo S/P.M.	Reserva Ecológica Comunitaria	Tlalpan	Conservación	6,029
14. Los Encinos P.M. GOCDMX 26 dic. 2016	Zona de Protección Hidrológica y Ecológica	Tlalpan	Conservación	25.01
15. Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco P.M. GODF11 enero 2006	Zona de Conservación Ecológica	Xochimilco	Conservación	2,657.00

Fuente: Elaboración propia.con información de CONANP. Áreas Naturales Protegidas decretadas por el Gobierno del Distrito Federal (hoy Ciudad de México). P.M. (Fecha de publicación del Programa de Manejo). S/P.M. (Sin Programa de Manejo publicado).

De acuerdo con datos de la SEDEMA, las 25 ANP de la Ciudad abarcan 21,661.31 *ha*, representando 14.61 % de la superficie total de la capital, mismas que se encuentran bajo la responsabilidad de la SEDEMA en coordinación con la CONANP. Esto último a partir del Acuerdo Marco de Coordinación publicado el 3 de julio de 2019 en el Diario Oficial de la Federación, celebrado entre el Comisionado de la CONANP en representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal y la Jefa de Gobierno de la CDMX, mismo que tiene por objeto llevar a cabo acciones, proyectos y programas para coadyuvar en la

administración y manejo de las ANP que se encuentran dentro de la circunscripción territorial de la CDMX.

Áreas de Valor Ambiental

Como instrumento de política ambiental complementaria para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales de la CDMX, la Ley Ambiental de Protección a la Tierra (LAPTCDMX) establece la creación de AVA, definiéndolas como las "áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas, las cuales les permiten contribuir a mantener la calidad ambiental de la Ciudad" (Artículo 5º), mismas que deben contar con un PM como instrumento rector de planeación y regulación, en el que se establecen las actividades, acciones y lineamientos básicos para su manejo y administración.

Dentro de éstas, la propia Ley identifica dos modalidades en su artículo 90 BIS, Bosques Urbanos y Barrancas.

Bosques urbanos

El artículo 90 BIS 1 establece que los bosques urbanos de la CDMX son las AVA que se localizan en suelo urbano, en las que predominan especies de flora arbórea y arbustiva y se distribuyen otras especies de vida silvestre asociadas y representativas de la biodiversidad, así como especies introducidas las cuales mejoran el valor ambiental, estético, científico, educativo, recreativo, histórico o turístico u otras que contribuyan a mantener el medio ambiente de la ciudad.

Además de estas funciones, los bosques urbanos contribuyen a la regulación de la temperatura en las zonas urbanas y son factor fundamental para mitigar los efectos del cambio climático e indispensables en la adaptación y resiliencia ante el cambio climático (J. Díaz Vázquez y A. Curiel, 2012).

Las áreas que son consideradas como Bosques Urbanos en la CDMX son:

- Bosque de Chapultepec (GODF 2 de diciembre de 2003; P.M. GODF 17 noviembre 2006),
    - Bosque San Juan de Aragón (GODF 12 diciembre de 2008; P.M. GODF 31 mayo 2018).
- Bosque de Tlalpan (GODF 17 junio 2011; P.M. GODF 20 junio 2011)
- Bosque Urbano Nativitas (GODF 10 de junio de 2010; P.M. GODF 12 de agosto 2014)

En sentido estricto, en el decreto del Bosque de Tlalpan se le clasifica como Área Natural Protegida bajo la categoría de Zona Ecológica y Cultural, tal como se presenta en la Tabla 4 de este informe.

La administración de estas áreas recae en la Dirección General del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y AVA de la SEDEMA, la cual tiene entre sus principales atribuciones establecer criterios y lineamientos para promover, fomentar, proteger, desarrollar, restaurar, conservar, administrar y regular el uso, aprovechamiento, explotación y restauración de los recursos naturales e infraestructura de las ANP, AVA, áreas verdes urbanas y la red de infraestructura verde de la CDMX.

Adicionalmente, está a cargo de formular y aplicar los programas de manejo de las ANP, AVA, áreas verdes urbanas y la red de infraestructura verde de la CDMX, bajo criterios de sustentabilidad, así como administrar los recursos que se perciban en las ANP, AVA, áreas verdes urbanas, viveros y la red de infraestructura verde de la CDMX.

Estas atribuciones, así como su participación en los procesos de regulación de uso y destino de las ANP y AVA, son cruciales para que éstas puedan enfrentar los retos de las presiones que se derivan del crecimiento urbano y en muchos casos del descuido y mal uso que la misma ciudadanía hace de estos vitales espacios.

Barrancas

La LAPTCDMX, define en su artículo 5º a las barrancas como las depresiones geográficas "que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico".

Dado que las barrancas de la CDMX son consideradas AVA, es la SEDEMA quien está a cargo de la elaboración de los diagnósticos y programas de manejo para su rehabilitación y conservación, considerando lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal y el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y de las alcaldías correspondientes[16].

Aunque de acuerdo con el artículo 87 de la LAPTCDMX corresponde a la SEDEMA la construcción, rehabilitación, administración, preservación, protección, restauración, forestación, reforestación, fomento y vigilancia de las AVA que incluyen a las barrancas, el artículo 10 fracción VIII establece que las alcaldías "deberán etiquetar un porcentaje de su presupuesto anual que garantice el mantenimiento, la protección, la preservación, la vigilancia de las áreas verdes y barrancas de su demarcación", lo cual significa que hay una administración conjunta de los dos órdenes de gobierno para estas áreas.

Con relación a las actividades de regulación y vigilancia de las barrancas, la LAPTCDMX en su artículo 88 BIS 1 establece la prohibición de las siguientes actividades en las mismas:

> I. La construcción de edificaciones, y de cualquier obra o actividad, que tengan ese fin;
>
> II. El cambio de uso de suelo;
>
> III. La extracción de tierra y cubierta vegetal, así como el alambrado o cercado, siempre que ello no sea realizado por las autoridades competentes

[16] Como se sabe en este momento está en proceso de consulta el Programa General de Ordenamiento del Territorio de la Ciudad de México que substituirá a los programas citados.

o por persona autorizada por las mismas, para el mantenimiento o mejoramiento del área respectiva; y

IV. El depósito de cascajo y de cualquier otro material proveniente de edificaciones que afecte o pueda producir afectaciones a los recursos naturales de la zona.

Asimismo, LAPTCDMX indica que en el establecimiento, administración, manejo y vigilancia de las AVA se aplicarán las disposiciones establecidas en el Capítulo relativo a las ANP (Artículo 90 Bis 4) y que las prohibiciones que se establecen en relación con las ANP deberán observarse para las AVA (Artículo 90 Bis 6).

También establece que las personas físicas o morales interesadas en realizar obras o actividades que impliquen o puedan implicar afectación del medio ambiente, entre ellas las afectaciones a barrancas, requieren la autorización de impacto ambiental para su realización (Artículo 46 inciso VI).

En cumplimiento de lo establecido en la LAPTCDMX, el Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo (RIAR) derivado de esta ley, define en el artículo 8 bis 2, que los planes, programas y proyectos que serán objeto de la evaluación ambiental estratégica son aquellos en los que todos o algunos de los proyectos de obras o actividades que los integren, incidan directamente o colinden con el suelo de conservación, ANP, AVA, barrancas o cuerpos de agua competencia de la CDMX. La evaluación ambiental estratégica a que se refiere este artículo “tiene por objeto considerar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y significativos, en la formulación y ejecución de los instrumentos de planeación de obras o actividades, públicas o privadas, que contemplen en una escala espacial y temporal las acciones requeridas para su implementación, a efecto de analizar sus efectos y consecuencias, así como para establecer medidas y recomendaciones que permitan mitigar y disminuir las externalidades detectadas.”

Este instrumento de evaluación se incorporó en el RIAR en su última modificación del 29 de octubre de 2018 (GOCDMX 2018), como un enfoque para fortalecer el diagnóstico y atención a los impactos ambientales y llevar a cabo una evaluación más integral y definir medidas de mitigación y compensación más efectivas. La

emisión de estas autorizaciones de impacto ambiental está a cargo de la Dirección General de Evaluación de Impacto y Regulación Ambiental de la SEDEMA.

En cuanto a la protección, restauración, preservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, los recursos naturales y el suelo de conservación, así como el establecimiento, rehabilitación, protección y preservación de las ANP, el artículo 85 inciso III de la LAPTCDMX establece que "*En la restauración o rehabilitación de las áreas naturales protegidas, o en la protección de barrancas, no podrán ser alteradas en forma definitiva los cauces naturales y escurrimientos temporales o permanentes*".

Los programas y actividades dirigidas al cuidado, la administración y vigilancia de los recursos naturales, incluyendo a las barrancas son parte de las atribuciones de la SEDEMA (Artículo 86) y conforme a lo previsto en la misma ley, serán las Alcaldías quienes procederán en los casos de invasión de las barrancas, previa celebración del convenio respectivo.

Las barrancas más importantes de la CDMX, por sus características de biodiversidad y recursos naturales, se encuentran en las Alcaldías de Álvaro Obregón, Cuajimalpa, la Magdalena Contreras y Miguel Hidalgo.

De acuerdo con información de la SEDEMA reportada por la PAOT, existen 29 barrancas que han sido decretadas como AVA y sólo 13 de ellas cuentan con PM.

Cuadro 117. Barrancas decretadas como AVA por el Gobierno de la Ciudad de México

Alcaldía	Nombre	Fecha de publicación del decreto (GODF)
Álvaro Obregón	Barranca Atzoyapan	28 de noviembre de 2012
	Barranca Río Becerra Tepecuache	05 de julio 2007, 03 de agosto 2007
	Barranca Becerra Sección La Loma	28 de noviembre de 2012
	Barranca Del Moral	28 de noviembre de 2012
	Barranca Guadalupe	28 de noviembre de 2012
	Barranca Jalalpa	28 de noviembre de 2012
	Barranca Magdalena-Eslava	28 de noviembre de 2012
	Barranca Mixcoac	28 de noviembre de 2012
	Barranca San Borja	28 de noviembre de 2012
	Barranca Tacubaya	28 de noviembre de 2012

Alcaldía	Nombre	Fecha de publicación del decreto (GODF)
	Barranca Tarango	22 de julio de 2009, última modificación el 13 diciembre 2013
	Barranca Texcalatlaco	28 de noviembre de 2012
	Barranca Volta y Koch	28 de noviembre de 2012
Cuajimalpa	Barranca la Diferencia	05 de julio de 2007, 29 de mayo 2008
	Barranca Echánove	21 de diciembre de 2011
	Barranca Hueyetlaco	01 de diciembre de 2011
	Las Margaritas	01 de diciembre de 2011
	Barranca Milpa Vieja	01 de diciembre de 2011
	Barranca Mimosas	01 de diciembre de 2011
	Barranca Pachuquilla	01 de diciembre de 2011
	Barranca Santa Rita	01 de diciembre de 2011
	Barranca Vista Hermosa	05 de julio de 2007
	Barranca El Zapote	01 de diciembre de 2011
La Magdalena Contreras	Barranca Anzaldo	21 de diciembre de 2011
	Barranca Coyotera	21 de diciembre de 2011
Miguel Hidalgo	Barranca Barrilaco (Integrada en la declaratoria de Bosque de Chapultepec)	02 de diciembre de 2003
	Barranca Bezares-El Castillo	08 de febrero de 2012
	Barranca Dolores (Integrada en la declaratoria de Bosque de Chapultepec)	02 de diciembre de 2003
	Barranca Tecamachalco	23 de diciembre de 2011

Fuente: PAOT. Las Barrancas de la Ciudad de México https://paot.org.mx/micrositios/sabias_que/BARRANCAS/barrancas.html.

Las Barrancas con decreto de AVA para las que han sido publicados programas de manejo en la Gaceta Oficial del Distrito Federal son: Pachuquilla, Margaritas, Sta Rita, Mimosas, La Diferencia, Hueyatlaco, El Zapote, Río Becerra Tepecuache, Milpa Vieja, Tarango y Vista Hermosa, Echánove y Volta y Koch.

Cuadro 118. Programas de Manejo publicados para las barrancas decretadas como AVA en la CDMX

Alcaldía	Nombre	Fecha de publicación del decreto (GODF)
Álvaro Obregón	Barranca Río Becerra Tepecuache	30 noviembre 2012
	Barranca Tarango	10 de septiembre 2010

Alcaldía	Nombre	Fecha de publicación del decreto (GODF)
	Barranca Volta y Koch	26 de noviembre de 2018
Cuajimalpa	Barranca la Diferencia	03 de diciembre de 2012
	Barranca Echánove	30 noviembre 2012
	Barranca Hueyetlaco	30 noviembre 2012
	Las Margaritas	03 de diciembre de 2012
	Barranca Milpa Vieja	30 noviembre 2012
	Barranca Mimosas	03 de diciembre de 2012
	Barranca Pachuquilla	03 de diciembre de 2012
	Barranca Santa Rita	03 de diciembre de 2012
	Barranca Vista Hermosa	04 de diciembre de 2012
	Barranca El Zapote	30 noviembre 2012

Fuente: Programas de Manejo publicados para las barrancas decretadas como AVA en la CDMX.

Es notorio que la única Alcaldía en la que todas las barrancas decretadas como AVA cuentan ya con programas de manejo es Cuajimalpa, aunque es Álvaro Obregón la que cuenta con mayor número de barrancas decretadas.

Decretos de AVA

Como ya se ha mencionado, las AVA son consideradas como áreas verdes de la ciudad, que han sido intervenidas y modificadas por la acción humana, principalmente por la presión del desarrollo urbano que durante décadas han sufrido estas zonas y se requiere la intervención institucional para su conservación y restauración.

La formalización y consolidación de esta figura como un instrumento jurídico se concreta a través de la publicación de los decretos correspondientes en la Gaceta Oficial del Gobierno de la CDMX (antes Distrito Federal), en los que desde la Jefatura de Gobierno se establecen el estatus de protección y las previsiones y atribuciones para su manejo.

Hasta la fecha se han publicado 29 decretos en la CDMX, declarando AVA el mismo número de barrancas. La mayor parte de estos (21) vigentes actualmente, fueron publicados en 3 bloques en sendas fechas (1º y 21 de diciembre de 2011 y 28 de noviembre de 2012). El resto de los decretos fueron publicados en diferentes fechas entre los años 2003 y 2013, después del cual no ha habido nuevas declaratorias,

solamente el restablecimiento del decreto original de la Barranca Tarango, la cual se realizó en diciembre de 2018 (Ver la Tabla 5).

La estructura de los decretos publicados en diferentes fechas es bastante similar, incluyendo los mismos apartados y textos. Los temas que se incluyen son los siguientes:

- Objeto del decreto.
- Ubicación general de la barranca y coordenadas que delimitan el o los polígonos incluidos en el decreto.
- Valor ambiental que incluye las principales especies de flora y fauna.
- Asignación de bienes dentro de los polígonos del AVA.
- Prohibición de usos.
- Acciones a las que estará sujeta el área y mención de los temas que debe considerar el PM correspondiente.
- Obras y actividades que podrán realizarse conforme el PM lo establezca.
- Asignación de atribuciones institucionales a la SEDEMA.
- Celebración de convenios con autoridades locales, ONG, y sector privado para el establecimiento de programas y acciones en el cumplimiento de los objetivos.
- Mandato a SEDEMA para la elaboración de PM en los siguientes 180 días hábiles posteriores al decreto, instrumento en el cual se plasma el diagnóstico ambiental y social de cada área y las principales acciones que se deben realizar.
- Reparación y sanciones por incumplimiento del decreto.
- Inscripción en el Registro Público de la Propiedad.

El Decreto de la Barranca Dolores y Barrilaco que incluye el Bosque de Chapultepec, tiene una estructura básicamente igual a la del resto de las barrancas; sin embargo, difiere en los considerandos, ya que su objeto fue unificar en una sola figura jurídica las diferentes secciones del Bosque de Chapultepec que fueron creadas en diferentes épocas, siendo la más antigua de 1942.

El caso del decreto de la Barranca Tarango merece especial atención, ya que los diversos intereses, principalmente inmobiliarios que rodean la zona, han ejercido presión y litigios jurídicos en diferentes momentos desde su decreto original en julio de 2009. La modificación más importante que se realizó al decreto original de esta AVA, se llevó a cabo con la publicación del Acuerdo de fecha 30 de junio del 2017 en la Gaceta Oficial de la CDMX, "por el que se autorizó la participación de la Administración Pública de la CDMX en el Sistema de Actuación por Cooperación de la zona que se indica y se dan a conocer los Lineamientos Generales para el Desarrollo Urbano Sostenible del Área, con la finalidad de lograr diversos objetivos urbanos y sociales". Con la publicación de este decreto, se modificaba de facto el estatus de AVA y se dotaba a la barranca de Tarango de una condición que fomentaba el desarrollo inmobiliario, la construcción de vialidades a cambio de la construcción de un parque de 27 has.

Con el cambio de administración en el gobierno de la CDMX, en diciembre de 2018 la jefatura de gobierno publicó el decreto mediante el cual se restituye la condición de AVA y su PM.

La publicación de los Decretos ha representado un primer paso en el proceso de conservación y restauración del sistema de barrancas del poniente de la ciudad, sin embargo, es todavía insuficiente para determinar una hoja de ruta específica para cada una de ellas, las cuales presentan problemáticas específicas, tanto de tipo ambiental como social.

Para lograr esto y en cumplimiento de lo establecido en los propios decretos, es fundamental la elaboración y publicación de los Programas de Manejo, basados en información científica actualizada, los cuales deben guiar el quehacer de las instituciones responsables.

Programas de Manejo de las AVA en la CDMX (PM-AVA)

A pesar de que los decretos de las 29 AVA establecen la obligatoriedad de la elaboración y publicación de los programas de manejo respectivos dentro de los 180 días posteriores a la publicación, como ya se ha mencionado, a la fecha del

presente informe solamente 13 cuentan con este instrumento de manejo, mismos que fueron publicados en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México por la autoridad ambiental responsable de las AVA, entre septiembre de 2010 y noviembre de 2018 (Tabla 6).

Cuadro 119. Programas de Manejo para las AVA de la CDMX por fecha de publicación en la GOCDMX

	Fecha de publicación en la GOCDMX	Programa de Manejo para las AVA
1	10-sep-2010	Barranca Tarango
2	30-nov-2012	Barranca Río Becerra Tepecuache
3		Barranca Echánove
4		Barranca Hueyetlaco
5		Barranca Milpa Vieja
6		Barranca El Zapote
7	03-dic-2012	Barranca la Diferencia
8		Las Margaritas
9		Barranca Mimosas
10		Barranca Pachuquilla
11		Barranca Santa Rita
12	04-dic-2012	Barranca Vista Hermosa
13	26 -nov-2018	Barranca Volta y Koch

Fuente: elaboración propia

En términos generales, el contenido de los PM-AVA consiste en:

- Características del AVA (físicas, biológicas, culturales y socioeconómicas).
- Objetivos generales y particulares del Programa de Manejo.
- Marco Jurídico (internacional, nacional federal y local).
- Subprogramas de Manejo (vigilancia contra invasiones; rehabilitación; forestación y reforestación; conservación; restauración y Ordenamiento Territorial).

- Reglas Administrativas del AVA.
- Mecanismos de financiamiento.
- Definiciones, siglas o acrónimos.

El primer programa de manejo expedido fue el de la Barranca Tarango en el que algunas de las metas principales tienen que ver con la construcción de una comunicación enfocada en la educación ambiental dirigida a que la ciudadanía se apropie del cuidado y protección de las barrancas e impulse acciones en coordinación con las autoridades a la vez que funcione como escrutadora de las mismas en su actuación; el fortalecimiento del diseño jurídico e institucional y la construcción de infraestructura y obras que sirvan de apoyo a la conservación y restauración de las barrancas.

Posterior a la publicación de este PM, la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal publicó un acuerdo por el que se expidieron los lineamientos para la elaboración de programas de manejo de las AVA del Distrito Federal, con categoría de barranca. Estos lineamientos fueron diseñados con el objetivo de estandarizar la organización y contenidos de los programas y, de esta manera, garantizar una adecuada estructura y nivel de calidad en la información utilizada. Adicionalmente, en ellos se establecen mecanismos para el manejo, administración y gestión para la atención integral de la problemática ambiental de cada barranca, de manera coordinada, entre los diferentes actores con interés en estas áreas.

Durante noviembre y diciembre de 2012 se publicaron 11 de los 13 programas vigentes en la actualidad y están elaborados con la misma estructura. Además de las características ambientales y sociales del área, los objetivos y el marco jurídico que da sustento al documento, los aspectos sustanciales del programa se encuentran agrupados en 6 Subprogramas.

De acuerdo con los propios programas de manejo, cada Subprograma está basado en criterios de conservación, rehabilitación, protección, preservación, restauración,

forestación, reforestación y aprovechamiento sustentable y controlado de recursos naturales, investigación, educación ambiental, recreación, ecoturismo y, en su caso, para el aprovechamiento racional del área y sus recursos. Estos subprogramas son: Subprograma de vigilancia contra invasiones; Subprograma de Rehabilitación; Subprograma de Establecimiento de cubierta vegetal; Subprograma de Conservación; Subprograma de Restauración; Subprograma de Ordenamiento. Finalmente, se incluyen reglas administrativas del AVA y los mecanismos de financiamiento necesarios para llevar a cabo la gran cantidad de actividades especializadas que se requieren para la conservación y rehabilitación de las barrancas.

Los subprogramas incluyen actividades que apoyan los objetivos de cada tema y lineamientos técnicos para apoyarlos.

Las Reglas Administrativas, por su parte, establecen previsiones sobre los instrumentos de coordinación y concertación de la SEDEMA con otras autoridades, instituciones de investigación u organizaciones de la sociedad para impulsar acciones para la protección de las barrancas. En el apartado de los visitantes y actividades se norman los temas de señalización, recorridos, etc. En el capítulo de autorizaciones, concesiones y avisos, se definen aquellas actividades que están permitidas y requieren autorización y los procedimientos e instituciones con quienes obtenerlos. En cuanto a los prestadores de servicios de educación ambiental, se establece el marco normativo para su actuación en el Área de Valor Ambiental. Sobre la investigación científica en las áreas, se definen los temas que se pueden llevar a cabo y los procedimientos para realizarlos. Se prevé también una relación detallada de las actividades prohibidas, de la supervisión y vigilancia y de las medidas de seguridad, las sanciones y recursos.

Por lo que hace al capítulo sobre los mecanismos de financiamiento, es altamente insuficiente ya que sólo menciona que se deben garantizar los recursos presupuestales necesarios para implementar el programa y buscar recursos

adicionales para complementar el presupuesto institucional. Además, no aporta estrategias o mecanismos viables para lograr las metas financieras necesarias, lo cual es una gran debilidad de los programas ya que uno de los factores limitantes para su implementación, es la falta de recursos humanos y financieros para lograr las ambiciosas metas planteadas.

Otro aspecto importante de un PM para las áreas que se quieren conservar y rehabilitar, como es el caso de las AVA, es la zonificación del territorio, lo que permite definir usos, políticas y prioridades en las actividades a realizar. Sin embargo, en este bloque de programas no se establece una zonificación, sino que se plantea que al finalizar todas las actividades de mejoramiento ambiental, conservación y restauración previstas, y con la cartografía generada, se definirán Unidades de Gestión Ambiental, espacios que son la base para el ordenamiento del territorio y las cuales servirán para conocer y clasificar su capacidad de sustentación a las actividades humanas que se realicen en la barranca, tales como conservación, restauración, recreación, investigación, producción, etc.

Desafortunadamente, la gran cantidad de acciones que se consideran previas a que se alcance ese punto y lo limitado de los recursos económicos y humanos para realizarlas, ha dado como consecuencia que en ninguna de las AVA se cuente con este programa de ordenamiento.

Mención aparte merece el PM de la AVA Volta y Kotch, único programa publicado en la administración 2012-2018 de la CDMX y el más reciente que se ha expedido.

El mencionado Programa tiene una estructura diferente y pone mayor énfasis en los aspectos sociales y culturales en los que está inmersa el área. Realiza un mapeo de actores sociales e institucionales y analiza las interacciones entre ellos.

Además de los Subprogramas incluidos en PM previos, en este se considera un Subprograma de Gobernanza en el cual se consideran actividades dirigidas a

construir comunidad y sentido de pertenencia de los vecinos con la barranca, aportando una ruta de acción para las autoridades y crear vínculos con la ciudadanía.

Adicionalmente incluye un Subprograma de Cultura Ambiental orientado a capacitar a los actores involucrados en los diversos temas de interés común para la conservación y rehabilitación de la barranca. Ese apartado viene a complementar el tema de gobernanza, ya que fortalece los conocimientos y la corresponsabilidad de diferentes sectores en cuanto a su vínculo con la barranca, como vecinos, asociaciones civiles, empresas mercantiles, etc.

Durante el recorrido de campo a la Barranca Tarango, personal de la SEDEMA comentó que la única barranca en la que los vecinos conocen el PM y lo utilizan es precisamente Volta y Kotch. Esto puede ser resultado del enfoque que tiene este instrumento, lo que permite pensar que se debe fortalecer el tema de gobernanza para construir confianza en cuanto a la gestión corresponsable de estas áreas.

Áreas de oportunidad de los programas de manejo de las AVA y su implementación.

Con relación al conocimiento y apropiación que la comunidad aledaña a las barrancas tiene de los programas de manejo, el equipo de la SEDEMA comentó que, en términos generales, la población no conoce los programas y por lo tanto no está involucrada en su implementación. La única excepción, como ya se mencionó anteriormente, es la de Volta y Kotch, en la que los vecinos conocen el programa y participan y supervisan su aplicación en coordinación con la autoridad. Esta situación complica mucho la labor de las diferentes autoridades, ya que se trabaja muchas veces enfrentando la resistencia de los vecinos que colindan las barrancas, ya sea por desconocimiento, por desconfianza o por defender sus propios intereses.

Personal de la SEDEMA, responsable de la implementación de los programas de manejo, también reporta que los documentos se utilizan como marco general para la atención de la problemática de las barrancas por cada eje temático, por ejemplo:

- Control de taludes.
- Reforestación.
- Manejo de residuos sólidos.
- Manejo hidrológico o control de descargas de aguas residuales.

Una desventaja es que los diferentes temas son tratados de manera muy general y poco integrada en cada programa y no consideran las especificidades de cada barranca. Por ejemplo, para el tema de contención de taludes, aunque los programas incluyen algunas técnicas que ayudan a orientar las acciones, se requiere más especificidad: tipo de suelo, tipo de erosión, causas, etc.

Para el Eje de los residuos sólidos, los programas de manejo no son específicos y ha sido muy difícil la atención al tema debido a que se requiere mucho más trabajo con la población y con las alcaldías; los programas de recolección de basura que organiza la autoridad en las barrancas son una solución temporal, pero no resuelve el problema de fondo que consiste en que los vecinos dejen de considerar la barranca como un sitio adecuado para tirar los residuos sólidos. Este trabajo es aún más complicado en las barrancas que colindan con avenidas, ya que personas que transitan en sus vehículos arrojan la basura hacia la barranca y ni siquiera son vecinos.

Cada eje temático es atendido por una persona para las 27 barrancas que cuentan con Decreto de AVA, aunque no cuente con PM. De esta manera, son sólo 8 servidores públicos quienes tienen a su cargo las barrancas que mueven el sistema hídrico del poniente, lo cual es totalmente insuficiente.

El trabajo de este equipo de la SEDEMA es complementado con el apoyo de las Alcaldías y de los empleos verdes generados por la Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo de la CDMX, con acciones de retiro y reciclaje de residuos sólidos, contención de la erosión del suelo, restauración forestal con especies nativas, control de fauna y saneamiento de descargas residuales.

Con relación al eje de vegetación, los programas de manejo tienen poca especificidad y la información que contienen no está actualizada, por lo que se requieren estudios más detallados sobre la vegetación nativa, especies invasoras que proliferan por el efecto de borde. Asimismo, es necesario contar con mayor detalle sobre ubicación de las especies/familias, temporalidad, problemas de plagas y referencia a los autores de los estudios técnicos citados en los propios programas. De hecho, es común en los programas que muchas de las actividades que se plantean consisten en la necesidad de realizar una gran diversidad de estudios, lo cual transfiere el trabajo y costo a la institución implementadora.

En muchos casos es complicada la realización de estudios y muestreo de flora y fauna en las barrancas, porque los vecinos de manera permanente cuestionan su presencia o, incluso, cuando están totalmente rodeadas de vivienda, éstos bloquean y no permiten su acceso. Adicionalmente, algunas barrancas son áreas poco seguras ya que en ellas se llevan a cabo actividades ilícitas o se reúnen delincuentes que tampoco permiten el acceso a las autoridades ambientales para sus tareas de conservación o rehabilitación, poniendo en riesgo incluso su integridad física.

Aun así, el equipo de la SEDEMA también realiza dictámenes para poda de árboles y de plagas y con la colaboración de personal de CORENA, del Cuerpo de Bomberos y de Protección Civil, conforman brigadas para la prevención de incendios, evaluación de polígonos siniestrados y la susceptibilidad de ser reforestada, ya que hay sitios que por su grado de afectación no pueden ser reforestados.

Las Alcaldías contribuyen aportando plántula y de las disponibles se toman las que puedan ser más adecuadas para la zona a reforestar, aunque los Programas de Manejo aportan poco a este tema, ya que contienen información muy básica y general.

Asimismo, es importante señalar que, si bien, en la definición misma de las AVA se define prioritaria la provisión de servicios ambientales, en los programas de manejo no se contempla una evaluación y monitoreo de estos; no se establecen metodologías o análisis o informes que permitan conocer el estado de los servicios ambientales que se busca conservar.

Con relación a las 3 barrancas seleccionadas en la intervención de este proyecto, Barranca Becerra-Tepecuache, Barranca Tarango y Barranca Magdalena Eslava, las dos primeras cuentan con PM publicado, mientras que la última no lo tiene. Sería muy importante la elaboración de este instrumento para dar marco normativo y técnico a las actividades de ecoturismo que aquí se sugieran. Cabe destacar que en el año 2018 la SEDEMA en convenio de colaboración con el Instituto de Geografía de la UNAM financió estudios para elaborar el PM de la Barranca Magdalena-Eslava.

Existen otros instrumentos normativos que regulan las actividades permitidas en las áreas verdes de la ciudad, incluyendo las barrancas. Entre ellos el Reglamento de Impacto Ambiental, las Normas de Ordenamiento General de Desarrollo Urbano (Normas 6,15, 16, 20 y 21 tienen relevancia directa para las AVA), y el Reglamento de Construcciones de la CDMX, este último sanciona la disposición de materiales de construcción en las barrancas, práctica muy común durante la demolición y edificación de inmuebles. Estos instrumentos complementan las regulaciones a estos espacios territoriales, aunque no siempre están bien articulados.

En el caso específico de las Normas Generales de Ordenamiento, derivadas de la legislación urbana de la CDMX, en la norma 6 se establece que *En la zonificación Áreas de Valor Ambiental (AV), el área total construida podrá ser de hasta el 5% de*

la superficie del predio y el área de desplante podrá ser de hasta el 2.5%, sin embargo, no hay regulación clara sobre las actividades permitidas para esa construcción, a la vez que por mínimo que sea el porcentaje de desplante, éste afectará la capacidad de infiltración del suelo.

Por su parte la norma 15 indica que *Las zonas federales y derechos de vía deberán mantenerse totalmente libres de construcción. En el caso de escurrimientos de agua e instalaciones especiales definidas por los organismos correspondientes, se consideran con zonificación (AV) Áreas de Valor Ambiental, las cuales quedarán sujetas a lo que se señala en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vías de Comunicación y demás ordenamientos en la materia*, siendo poco claro si en el caso de las barrancas, esta norma es aplicable. Asimismo, es importante señalar la poca presencia de la Comisión Nacional de Aguas en los escurrimientos de la CDMX.

Para el caso de la Norma 16, correspondiente a la fusión de predios con uso de suelo de AVA, se prioriza dicho uso de suelo, sin embargo, la norma es confusa y promueve los abusos por parte de actores privados y limita la capacidad de intervención o restricciones por parte de las autoridades.

Áreas Verdes

En el caso de las barrancas que no cuenten con alguna de las categorías anteriormente señaladas, tienen una doble regulación, por una parte, es una categoría de uso previstas en los programas de desarrollo urbano, cuyo sustento lo encontramos en la Ley de Desarrollo Urbano y, por otra parte, debe sujetarse a las previsiones de la Ley Ambiental y de Protección a la Tierra de la Ciudad de México.

En efecto, la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (hoy CDMX), establece en su artículo 51 que en la zonificación y usos del suelo en el denominado suelo urbano se considerarán las “áreas verdes” y que las acciones que en ellas se realicen se establecerán en el reglamento de la Ley y en los programas de desarrollo urbano. Además, se señala que la zonificación determinará los usos, destinos y reservas del

suelo para las diversas zonas en ellos incluidos. De esta forma, cuando una barranca no categorizada sea parte del suelo urbano, su uso y aprovechamiento dependerá de lo que establezcan fundamentalmente los programas de desarrollo urbano que resulten aplicables.

En relación con la regulación de las áreas verdes desde la normatividad ambiental, conviene señalar que, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 87 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra para la Ciudad de México, son considerados como áreas verdes los siguientes espacios: los parques y jardines, plazas jardinadas o arboladas, zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública, alamedas y arboledas, jardineras, barrancas, AVA y ANP que se encuentren dentro del territorio de la hoy CDMX.

La misma Ley, con la finalidad de proteger las áreas verdes de la Ciudad, prohíbe conductas como el cambio de uso de suelo, la construcción de cualquier obra, extracción de tierra o cubierta vegetal, cercado y el depósito de cascajo o cualquier material que pueda producir afectaciones a los recursos naturales, siendo muy clara al momento de establecer que las áreas verdes afectadas deberán ser compensadas con superficies iguales o mayores a la extensión modificada en el lugar más cercano.

Como parte de la regulación hacia una adecuada administración y protección de estos espacios, se otorgan diversas facultades a las Alcaldías, tales como la vigilancia, construcción, rehabilitación, administración, preservación, protección, restauración, forestación y reforestación; del mismo modo dichas actividades recaen en la Secretaría de Medio Ambiente de manera particular cuando las áreas verdes se traten de promontorios, cerros, colinas, elevaciones o depresiones orográficas, pastizales naturales y áreas rurales de producción forestal, agroindustrial o que presten servicios ecoturísticos, zonas de recarga de mantos acuíferos y AVA.

Adicionalmente, las Alcaldías están obligadas a procurar el incremento de áreas verdes de su competencia, manteniendo un equilibrio en los usos de suelo distintos a áreas verdes, espacios abiertos y jardinados o en suelo de conservación. Del mismo modo, la Secretaría y las Alcaldías podrán celebrar convenios de participación y trabajo conjunto con ciudadanos e instituciones privadas o públicas involucrándose en el mantenimiento, mejoramiento, restauración, fomento, conservación, forestación, reforestación, recreativas y culturales, promoviendo la vigilancia y cuidado de estos espacios.

Para dar cumplimiento a las facultades enunciadas en párrafos anteriores, las Alcaldías deberán etiquetar un porcentaje de su presupuesto anual que garantice el mantenimiento, la protección, la preservación, la vigilancia de las áreas verdes y barrancas de su demarcación y llevarán un inventario de áreas verdes de su competencia.

Como parte de los elementos de control que arroja el uso de dicho inventario, es el lograr que las Alcaldías mantengan una relación de por lo menos 9 metros cuadrados de área verde por habitante dentro de su territorio, obligación establecida en la fracción VIII del artículo 10 la Ley de referencia, mismo que prevé que las que no cuenten con este promedio de superficie de área verde por habitante, deberán incrementarlo buscando alcanzar este objetivo con alternativas para la creación de nuevas áreas verdes como son: azoteas verdes, barrancas, retiro de asfalto innecesario en explanadas, camellones, áreas verdes verticales y jardineras en calles secundarias.

IV.1.3 Regulación de barrancas en algunos ordenamientos jurídicos de la CDMX

A continuación, se describen previsiones de diversos ordenamientos jurídicos de la CDMX y como éstos contemplan el uso y o protección de las barrancas, áreas verdes o AVA, destacando las áreas de oportunidad para mejorar su regulación.

Cuadro 120. Instrumentos normativos para la protección de las barrancas

Instrumento: Constitución Política de la Ciudad de México (última reforma 02.06.2022)		
Sección	**Fragmento**	**Áreas de oportunidad**
Artículo 13, fracción A	***A. Derecho a un medio ambiente sano*** ***1.*** *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Las autoridades adoptarán las medidas necesarias, en el ámbito de sus competencias, para la protección del medio ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, con el objetivo de satisfacer las necesidades ambientales para el desarrollo de las generaciones presentes y futuras.* ***2.*** *El derecho a la preservación y protección de la naturaleza será garantizado por las autoridades de la Ciudad de México en el ámbito de su competencia, promoviendo siempre la participación ciudadana en la materia.* ***3.*** *Para el cumplimiento de esta disposición se expedirá una ley secundaria que tendrá por objeto reconocer y regular la protección más amplia de los derechos de la naturaleza conformada por todos sus ecosistemas y especies como un ente colectivo sujeto de derechos.*	La protección y garantías de este y otros derechos deben ser orientación del fortalecimiento de la normatividad en materia de ordenamiento territorial de la CDMX, incluyendo la regulación de las barrancas como AVA.
Artículo 16, fracción A, inciso 1	*Derivado del escenario geográfico, hidrológico y biofísico en que se localiza la Ciudad de México, se requerirán políticas especiales que sean eficaces en materia de gestión hidrológica, protección ambiental, adaptación a fenómenos climáticos, prevención y protección civil.* *La Ciudad de México integrará un sistema de áreas naturales protegidas. Su administración, vigilancia y manejo es responsabilidad directa de la o el Jefe de Gobierno a través de un organismo público específico con participación ciudadana sujeto a los principios, orientaciones, regulaciones y vigilancia que establezcan las leyes correspondientes, en coordinación con las alcaldías, la Federación, Estados y Municipios conurbados.* *Dicho sistema coexistirá con las áreas naturales protegidas reconocidas por la Federación.* *El sistema protegerá, al menos, el Desierto de los Leones, el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, el Parque Ecológico de la Ciudad de México del Ajusco Medio, los Dinamos de Contreras, el Cerro de la Estrella, la Sierra de Santa Catarina, la Sierra de Guadalupe y las zonas lacustres de Xochimilco y Tláhuac, el Parque Nacional de Fuentes Brotantes, los parques estratégicos de Chapultepec en sus tres secciones, el Bosque de Tlalpan y el Bosque de Aragón, así como las áreas de valor ambiental decretadas y que se decreten. Estas áreas serán de acceso público.*	Se prevé la integración de un sistema de ANP en la CDMX, dentro del cual deberán considerarse las AVA y otros espacios sujetos a protección.

Artículo 16, fracción C, inciso 2	*El Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México y el Programa General de Ordenamiento Territorial determinarán las áreas no urbanizables por razones de preservación ecológica, áreas de valor ambiental, recarga y captación de acuíferos, productividad rural, vulnerabilidad ante fenómenos naturales y protección del patrimonio natural, cultural y rural.*	El nuevo PGD y PGOT deberán contemplar las barrancas como áreas no urbanizables
Artículo 16, fracción C, inciso 5	*El territorio de la Ciudad de México se clasificará en suelo urbano, rural y de conservación. Las leyes y los instrumentos de planeación determinarán las políticas, instrumentos y aprovechamientos que se podrán llevar a cabo conforme a las siguientes disposiciones:* *Se establecerán principios e instrumentos asociados al desarrollo sustentable en el suelo de conservación, se promoverá la compensación o pagos por servicios ambientales y se evitará su ocupación irregular;* ***b)** Se promoverá el uso equitativo y eficiente del suelo urbano, privilegiando la vivienda, la densificación sujeta a las capacidades de equipamiento e infraestructura, de acuerdo a las características de la imagen urbana y la utilización de predios baldíos, con estricta observancia al Plan General de Desarrollo y el Programa General de Ordenamiento Territorial; y* ***c)** Se definirán las áreas estratégicas para garantizar la viabilidad de los servicios ambientales.*	Las barrancas pueden ser dichas áreas estratégicas y pueden ser consideradas como parte del suelo de conservación.
Artículo 16, fracción C, inciso 7b	*La regulación del uso del suelo considerará:* *La promoción de la regularización de los asentamientos precarios que no estén ubicados en zonas de alto riesgo, de preservación ecológica o en propiedad privada;*	Se pueden llegar a regularizar asentamientos en zonas de barrancas o AVA.

Instrumento: Ley Ambiental de Protección a la Tierra en la Ciudad de México		
Sección	**Fragmento**	**Áreas de oportunidad**
Artículo 3, fracción III	*Se consideran de utilidad pública: El establecimiento de zonas intermedias de salvaguarda; las áreas de producción agropecuaria, y la zona federal de las barrancas, humedales, vasos de presas, cuerpos y corrientes de aguas*	Se reconoce la importancia de las barrancas en la legislación ambiental.
Artículo 5	*Areas de valor ambiental: Las áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas, las cuales les permiten contribuir a mantener la calidad ambiental de la Ciudad.* *BARRANCAS: Depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos,*	La definición de las AVA debe ser más fuerte, aunque se encuentran en suelo urbano, constituyen ecosistemas importantes que es necesario conservar y proteger, sobre todo las barrancas.

	riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico;	
Artículo 8, fracción es I y IX	*Corresponde al Jefe de Gobierno del Distrito Federal, en materia ambiental, el ejercicio de las siguientes atribuciones:* *I. Formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, conforme al Plan Nacional de Desarrollo, el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal y los programas sectoriales correspondientes (…)* *IX. Expedir los decretos que establezcan áreas de valor ambiental, zonas de restauración ecológica, zonas intermedias de salvaguarda y áreas naturales protegidas de jurisdicción del Distrito Federal*	Decretar como AVA todas las barrancas que aún no cuentan con esta categoría de protección.
Artículo 9,fracciones III,XIV, XIV Bis, XIX Bis 2	*Corresponde a la Secretaría, además de las facultades que le confiere la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, el ejercicio de las siguientes atribuciones:* *III. Formular y ejecutar el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, y los programas que de él se deriven, así como vigilar su cumplimiento. La formulación y ejecución será en coordinación con las instancias de la Administración Pública del Distrito Federal y las Delegaciones con atribuciones y territorio en el Suelo de Conservación.* *La Secretaría evaluará las propuestas de adecuaciones al Programa General de Ordenamiento Ecológico que formulen la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades, las que se efectuarán en el ámbito de sus atribuciones* *XIV Proponer la creación de áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, y las áreas comunitarias de conservación ecológica, así como regularlas, vigilarlas y administrarlas en el ámbito de su competencia y en términos de esta Ley, a fin de lograr la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales presentes en dichas áreas; asimismo procurará crear programas de reforestación permanente en su*elo de conservación y en suelo urbano en coordinación con la *Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, para su preservación* *XIV Bis Celebrar convenios con las delegaciones para que éstas se encarguen de la administración, preservación y reforestación de las áreas de valor ambiental y de las áreas naturales protegidas de competencia de la Secretaría, así como para delegar facultades en estas materias que estén conferidas por esta Ley y demás ordenamientos aplicables a la Secretaría*	Las Alcaldías, a quienes la Secretaría puede delegar funciones, suelen tener personal y presupuesto limitado, lo que puede dificultar la correcta regulación vigilancia y administración de estas áreas.

	XIX. Bis 2. Con el auxilio de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal y en coordinación con las autoridades competentes, retirar a las personas y bienes que integren asentamientos humanos establecidos en contravención con los programas de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio; así como ejecutar las acciones necesarias para evitar el establecimiento de dichos asentamientos humanos irregulares, en áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas y en suelo de conservación, que sean competencia de la Secretaría	
Artículo 46, fracciones III, IVa, VI	*Las personas físicas o morales interesada (sic) en la realización de obras o actividades que impliquen o puedan implicar afectación del medio ambiente o generación de riesgos requieren autorización de impacto ambiental y, en su caso, de riesgo previo a la realización de las mismas. Las obras y actividades que requieren autorización por encontrarse en el supuesto anterior son las siguientes:* *III. Obras y actividades que pretendan realizarse en áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas de competencia del Distrito Federal* *IV. Obras y actividades dentro de suelo urbano en los siguientes casos:* *a) Las que colinden con áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, suelo de conservación o con vegetación acuática* *VI.Obras y actividades que afecten la vegetación y los suelos de escurrimientos superficiales, barrancas, cauces, canales y cuerpos de agua del Distrito Federal, y en general cualquier obra o actividad para la explotación de la capa vegetal; con excepción de los que sean de competencia federal*	La necesidad de la autorización de impacto ambiental permite una mayor y mejor regulación de las obras y actividades a realizarse. Sin embargo, se debe buscar que los procesos sean eficientes y oportunos.
Artículo 48	*En las áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental y suelo de conservación, se requerirá de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad específica, o general según corresponda para toda actividad, obra y operación pública o privada que se pretenda desarrollar, en términos de lo dispuesto en el Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo*	
Artículo 52	*Al realizar la evaluación del impacto ambiental, la autoridad se ajustará, entre otros aspectos, a los programas de ordenamiento ecológico del territorio; a los programas de desarrollo urbano; a las declaratorias de áreas de valor ambiental y de áreas naturales protegidas y sus programas de manejo, programas de rescate y recuperación; a las normas y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables*	Si bien existe una línea clara de la fundamentación jurídica para la evaluación de impacto ambiental, al no existir programas de manejo claros y actualizados puede resultar en un vacío de regulación
Artículo 58 Ter.	*Las personas físicas o morales que realicen obras de construcción de conjuntos habitacionales u oficinas deberán realizar el pago de aprovechamientos*	Deben de existir límites geográficos claros de las AVA y

	establecido en el Código Financiero del Distrito Federal, para la realización de acciones necesarias para prevenir, minimizar, mitigar, compensar y/o resarcir las afectaciones o alteraciones a los recursos naturales y el ambiente. *También deberán cubrir el pago de aprovechamientos las obras de construcción, operación y mantenimiento de conjuntos habitacionales o de oficinas en predios que colinden con barrancas, suelo de conservación, áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental o cuerpo de agua, los que además deberán cumplir con las condicionantes establecidas en la autorización de impacto ambiental correspondiente.*	barrancas para poder aplicar esta disposición.
Artículo 69, fracción IV	*Se crea el fondo ambiental público cuyos recursos se destinarán a:* *La restauración y conservación, así como la elaboración de los programas de manejo de las áreas de valor ambiental y de las áreas naturales protegidas de competencia del Distrito Federal*	Existe presupuesto destinado para la elaboración de los programas de manejo, sin embargo, en la actualidad no se cuenta con todos los PM. También se requieren recursos para acciones concretas en las AVA.
Artículo 72 Bis, fracción V	*Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme al Código Financiero del Distrito Federal, las actividades relacionadas con:* *El establecimiento, manejo y vigilancia de áreas naturales protegidas y áreas de valor ambiental*	A pesar de considerarse prioritario el establecimiento, manejo y vigilancia de las AVA, no se destina suficiente presupuesto para dichas actividades
Artículo 76	*La Secretaría desarrollará un Sistema de Información Ambiental del Distrito Federal, en coordinación con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental del Distrito Federal.* *En dicho Sistema se integrarán, entre otros aspectos, información de los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire, del agua y del suelo; de las áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas; del ordenamiento ecológico del territorio, así como la información relativa a emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales y residuos no peligrosos, y la correspondiente a los registros, programas y acciones que se realicen para la preservación del ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico.* *La Secretaría y las Delegaciones, emitirán un informe público anual sobre el estado que guardan el ambiente y los recursos naturales de su jurisdicción.*	La información recopilada por dicho Sistema deberá informar al proceso de elaboración de los PM de las AVA.
Artículo 87, fracción VIII Bis	*Para los efectos de esta Ley se consideran áreas verdes:* *VIII Bis. Áreas de Valor Ambiental*	Al ser consideradas áreas verdes, podrían permitirse

		actividades y usos no compatibles con las AVA.
Artículo 88 Bis 1	*En los parques y jardines, plazas jardinadas o arboladas, zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública, alamedas y arboledas, jardineras, barrancas, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas, queda prohibido:* *I. La construcción de edificaciones, y de cualesquier obra o actividad que tengan ese fin;* *II. El cambio de uso de suelo;* *III. La extracción de tierra y cubierta vegetal, así como el alambrado o cercado, siempre que ello no sea realizado por las autoridades competentes o por persona autorizada por las mismas, para el mantenimiento o mejoramiento del área respectiva; y* *IV. El depósito de cascajo y de cualquier otro material proveniente de edificaciones que afecte o pueda producir afectaciones a los recursos naturales de la zona.*	Deberá atenderse el cumplimiento de estas disposiciones, ya que en muchos casos no se cumplen.
Artículo 88 Bis 3	*La construcción de edificaciones en las áreas verdes previstas en las fracciones VI a la IX del artículo 87 de la presente Ley, podrá ser autorizada o realizada por la autoridad competente, para su protección, fomento y educación ambiental, para lo cual, se requerirá de la emisión de un dictamen técnico preliminar en el que se determinen las acciones y medidas que habrán de considerarse y en su caso ordenarse en la autorización correspondiente, a efecto de evitar que se generen afectaciones a los recursos naturales de la zona durante el desarrollo de la construcción*	Abre la posibilidad de construcción de edificaciones dentro de las AVA, bajo ciertos supuestos.
Artículo 90 Bis 3	*Las barrancas del Distrito Federal son áreas de valor ambiental. La Secretaría elaborará un diagnóstico ambiental para la formulación del programa de manejo observando las disposiciones contenidas en la presente Ley, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal y el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y los delegacionales aplicables.* *La Secretaría solicitará la opinión de las delegaciones correspondientes, previo a la expedición de la declaratoria de un área de valor ambiental*	A pesar de que todas las barrancas son consideradas como AVA, si no se publican los decretos, las disposiciones correspondientes a dicha categoría de protección no son aplicadas.
Artículo 90 Bis 4	*En el establecimiento, administración, manejo y vigilancia de las áreas de valor ambiental se aplicarán, en lo conducente, las disposiciones establecidas en el Capítulo de la presente Ley relativo a las áreas naturales protegidas.*	Se equipará a las AVA con las ANP en cuestiones de establecimiento, administración, manejo y vigilancia y prohibiciones. Sin embargo, esta disposición aumenta la poca claridad en cuanto a las barrancas y AVA
Artículo 90 Bis 6	*Las prohibiciones que establece la presente Ley en relación con las áreas naturales protegidas deberán observarse para las áreas de valor ambiental, además de la prohibición para el aprovechamiento o extracción de recursos naturales, salvo en aquellos casos que se*	

	determinen en el reglamento respectivo, observando las disposiciones de la presente Ley.	

Instrumento: Ley De Desarrollo Urbano Del Distrito Federal (última reforma el 20 de agosto de 2021)		
Sección	**Fragmento**	**Área de oportunidad**
Artículo 24 Quater	*La Comisión de Evaluación de Asentamientos Humanos Irregulares es competente para evaluar las causas, evolución y grado de consolidación de los asentamientos humanos irregulares ubicados en el Suelo de Conservación de la ciudad, las afectaciones urbanas y ambientales ocasionadas, las acciones específicas para revertir los daños urbanos y ambientales ocasionados, los medios para financiar la ejecución de tales acciones, y en su caso, un proyecto de Iniciativa de Decreto para reformar el Programa de Desarrollo Urbano correspondiente*	Sería importante revisar si esta Comisión sigue vigente y si puede ser un organismo para el establecimiento de asentamientos irregulares en barrancas… Todo lo que tenga que ver con el ordenamiento del territorio por el momento puede quedar confuso hasta que se apruebe el proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial el cual incorporará la parte urbana y el suelo de conservación. Así también, hasta que esto no ocurra, las alcaldías no podrán crear sus programas de ordenamiento para cada demarcación territorial. Esta ley dice claramente que no se puede construir en Suelo de Conservación, pero las AVA al estar en Suelo Urbano no están tan protegidas, y podrían aplicarse algún tipo de instrumento (p.e. polígonos de actuación) para justificar usos y construcciones contrarias a su naturaleza.
Artículo 51	*Para la zonificación del territorio del Distrito Federal se considerarán las siguientes zonas y usos del suelo:* ***I. En suelo urbano:*** *Habitacional; Comercial; De Servicios; Industrial; Espacio Abierto; Áreas Verdes, y los demás que se establezcan en el reglamento.* ***II. En suelo de conservación:*** *Turístico; Recreación; Forestal; Piscícola; Equipamiento rural, Agrícola; Pecuaria; Agroindustrial, áreas de valor ambiental,*	Llama la atención que las AVA están concebidas en el suelo de conservación, mientras que las áreas verdes se conciben en suelo urbano. Por lo tanto, las barrancas mientras no sean decretadas como AVA podrán considerarse como suelo urbano, ya que son áreas verdes.

	áreas naturales protegidas y los demás que establezca el reglamento;	
CAPÍTULO TERCERO **DE LA TRANSFERENCIA DE POTENCIALIDAD** Artículo 82.	*El Sistema de Transferencia de Potencialidades de Desarrollo Urbano, es un instrumento de planeación y ordenamiento del desarrollo urbano, cuyo objeto es lograr el máximo aprovechamiento de los bienes y servicios que ofrece la Ciudad, para generar recursos que sean destinados al mejoramiento, rescate y protección del patrimonio cultural urbano, principalmente del Centro Histórico, así como de áreas de actuación en suelo de conservación. En el caso del suelo de conservación, se estará a lo que determine la Secretaría, previa opinión de la Secretaría del Medio Ambiente.*	Claramente se expresa que, en zonas catalogadas dentro del suelo de conservación, quien tiene la última palabra es la SEDEMA, por lo tanto, esta debería prohibir construcciones en cualquier barranca que entre dentro de esta demarcación.
Artículo 110.	*Se le impondrán de tres meses a cinco años de prisión y de 500 a 2000 días multa, a quien, para instalar, modificar o ampliar la exposición visual de un anuncio, pode, desmoche o tale uno o más árboles sin autorización, permiso o* *licencia de la autoridad competente para otorgarla. Las penas previstas en este artículo se duplicarán cuando una o más de las conductas descritas en el párrafo anterior se desarrolle en una área natural protegida o área de valor ambiental, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables*	Si esto es la sanción por un cartel, por construir debería de ser mucho más. Las multas deben ser lo suficientemente altas para que las inmobiliarias no prefieran pagar antes de cumplir la ley.
SÉPTIMO transitorio.	*Los Programas de Desarrollo Urbano deberán integrar la zonificación que establece el Programa General de Ordenamiento Ecológico para el suelo de conservación y para las áreas de valor ambiental que se ubiquen en el suelo urbano.*	Esto es relevante porque quiere decir que se debe apegar al uso de suelo, en este caso de conservación. SEDEMA tiene la última palabra.

Instrumento: Ley de Aguas del Distrito Federal		
Sección	**Fragmento**	**Áreas de oportunidad**

Artículo 16	*Corresponde al Sistema de Aguas el ejercicio de las siguientes facultades:* *I. Elaborar, ejecutar, evaluar y vigilar el Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, como instrumento rector de la política hídrica; XIX. Construir presas de captación y almacenamiento de agua pluvial, así como colectores marginales a lo largo de las barrancas y cauces para la captación de agua;* *XX. Construir en las zonas de reserva ecológica, áreas verdes, represas, ollas de* *agua, lagunas de infiltración, pozos de absorción y otras obras necesarias para la captación de aguas pluviales, con el fin de incrementar los niveles de agua de los mantos freáticos, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua;* *XXI. Realizar las acciones necesarias que eviten el azolve de la red de alcantarillado y rescatar, sanear, proteger y construir las instalaciones para aprovechar las aguas de los manantiales y pluviales que circulan por barrancas y cauces naturales;*	La ley de aguas tiene una visión del recurso hídrico desde el suministro, sin contemplar las cuencas que dotan del servicio ecosistémicos. Todas las facultades del sistema de aguas están en función de asegurar una adecuada distribución del recurso, no se percibe una visión ambiental.
Artículo 34.- IV	*En las barrancas y cauces naturales de aguas pluviales o de manantial cercanos a zonas habitacionales, el Sistema de Aguas deberá construir a ambos lados del cauce, un sistema de drenaje para evitar que se contaminen con aguas residuales*	Esto es importante pero estos sistemas deben tener el mantenimiento adecuado para que no se rompan y contaminen el cuerpo de agua, y deben procurar no interferir con la dinámica hidrológica del escurrimiento.

Artículo 36	*Con el fin de incrementar los niveles de agua de los mantos freáticos, el Sistema de Aguas:* *I. Construirá en las zonas de reserva ecológica y áreas verdes del Distrito Federal, tinas ciegas, represas, ollas de agua, lagunas de infiltración, pozos de absorción y otras obras necesarias para la captación de aguas pluviales, en sitios propicios y preferentemente en zonas de alta permeabilidad, de acuerdo a su viabilidad técnica;* *II. Realizar las acciones necesarias para evitar el azolve de la red de drenaje por materiales arrastrados por el deslave de barrancas y cauces naturales. Asimismo, deberá rescatar, sanear, proteger y construir las instalaciones necesarias para aprovechar las aguas de los manantiales y las pluviales que circulan por barrancas y cauces naturales;*	Ya hay mucha literatura que argumenta que este tipo de obras de ingeniería no ayuda a aumentar la infiltración y muchas veces favorece la erosión del suelo. Es mejor incrementar la vegetación natural, y hacer obras de restauración de suelos.
ARTICULO 125 BIS 1	*Para el caso de las nuevas construcciones que se encuentren cercanas a áreas verdes, barrancas, zonas boscosas o cualquier otra cubierta vegetal o área natural, se deberá establecer el sistema de cosecha y de recarga de aguas pluviales al subsuelo señalado en el artículo anterior o un sistema en el cual se encause el agua de lluvia a estos lugares permitiendo su infiltración.*	Se plantea la cosecha de agua de lluvia como una estrategia para incrementar la capacidad de captación y de almacenamiento del recurso. Sin embargo, hay que procurar no construir en zonas de recarga. No queda claro cómo serán los sistemas de captación.
ARTICULO 125 BIS 2.-	*El porcentaje total de área libre de construcción de las nuevas edificaciones del Distrito Federal, serán áreas verdes y las zonas que se destinen a estacionamiento de vehículos se deberá cubrir con pasto o con material permeable que permita la infiltración del agua de lluvia, siempre y cuando los predios se encuentren en los suelos de lomas o de transición, Zona I y II del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.*	No es recomendable poner material permeable en estacionamientos, ya que los fluidos de los autos pueden contaminar los mantos freáticos.

Instrumento: Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal

Sección	Fragmento	Áreas de oportunidad
Artículo 31	*Quedan prohibidos la urbanización, los asentamientos humanos o el depósito de basura o residuos en las barrancas, cauces de ríos y arroyos sujetos a protección, preservación o restauración ecológica en los términos de la Ley.* *Para los efectos de este artículo se entiende por barranca, la hendidura formada en el terreno por el flujo natural del agua o por las condiciones topográficas o geológicas, cuya profundidad es mayor a cinco metros y a dos veces su anchura y su longitud es superior a cuarenta metros.*	La definición de barranca no es igual a la que se utiliza en la LAPTCDMX De manera general, a lo largo de todo el instrumento no se hace mención de las AVA
Artículo 32	*La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, en coordinación con la Delegación respectiva tratándose de suelo urbano o con la Comisión de Recursos Naturales en caso de suelo de conservación y áreas naturales protegidas, deberá sanear, preservar y restaurar ecológicamente las barrancas y cauces de ríos o arroyos, en los asuntos no reservados a la Federación conforme a la Ley de Aguas Nacionales y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	
Artículo 33	*El saneamiento, conservación y recuperación de las barrancas, cauces de ríos y arroyos localizados en áreas naturales protegidas se sujetará a lo dispuesto en esta materia por la Ley y el presente Reglamento.*	
Instrumento: Reglamento de impacto ambiental y riesgo		
Sección	**Fragmento**	**Áreas de oportunidad**
Artículo 8 Bis 2	*Los planes, programas y proyectos que serán objeto de la evaluación ambiental estratégica son:* *A. Planes y programas en los que todos o algunos de los proyectos de obras o actividades que los integren incidan directamente o colinden con el suelo de conservación, áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental, barrancas o cuerpos de agua competencia de la Ciudad de México, que, de manera enunciativa más no limitativa, se refieran a:* *I. Programas dirigidos a la conservación, protección o restauración en suelo de conservación, áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental, barrancas o cuerpos de agua.*	Es necesario contar con delimitaciones claras para poder determinar la incidencia o colindancia

Artículo 14	*En áreas naturales protegidas y áreas de valor ambiental, la conservación, rehabilitación y el mantenimiento de obras existentes en el predio, que no impliquen un incremento del área que ocupan las instalaciones existentes o signifiquen un cambio de giro, no estarán sujetas a la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, ni a la presentación del informe preventivo.* *En estos casos, el interesado deberá presentar un aviso de ejecución de obras a la Secretaría, previamente a la realización de las acciones pretendidas.*	Abre la posibilidad a que ciertos proyectos que puedan poner en riesgo estas zonas no sean evaluados con la rigurosidad que ameritan
Artículo 81	*Por su ubicación, dimensiones, características y alcances, la realización de las obras o actividades que se señalan a continuación no estará sujeta a la evaluación de impacto ambiental mediante una manifestación de impacto ambiental, por lo que sólo requerirá la autorización de un informe preventivo:* *E) OBRAS O ACTIVIDADES QUE PRETENDAN REALIZARSE EN ÁREAS DE VALOR AMBIENTAL SIEMPRE QUE SU EJECUCIÓN NO INTERFIERA CON SU PRESERVACIÓN Y RESTAURACIÓN.*	

Instrumento: Decreto de AVA		
Sección	**Fragmento**	**Áreas de oportunidad**
Artículo sexto	*En el Área de Valor Ambiental, bajo el nombre de "Barranca Becerra Tepecuache Sección La Loma", están prohibidos los siguientes usos de suelo:* *1. Vivienda (habitacional, no habitacional y mixto);* *2. Industria;* *3. Comercio; y* *4. Los demás que estén expresamente prohibidos en el Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental "Barranca X".*	Los decretos como tal únicamente delimitan la poligonal del AVA, pero la mayoría de las actividades permitidas y prohibiciones están referenciadas al PM, por lo que si este no existe, resulta en un vacío en la regulación
Artículo noveno	*La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental, tendrá a su cargo la administración, funcionamiento y manejo del Área de Valor Ambiental, bajo la categoría de Barranca, denominada "Barranca X", a*	Sería importante actualizar lo dispuesto en este artículo, en función de la nueva estructura orgánica de la Secretaría

	fin de lograr la conservación, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del área. *Corresponderá a la Dirección General de Bosque Urbanos y Educación Ambiental la elaboración y revisión del* *cumplimiento del Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental "Barranca X", así* *como coordinar los trabajos con otras Dependencias, Órganos y Entidades de la Administración Pública del Gobierno del* *Distrito Federal y demás involucrados en el cumplimiento del presente Decreto y del Programa de Manejo respectivo.*	
Transitorio segundo	*El Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental del Distrito Federal, "Barranca X", deberá publicarse dentro de los ciento ochenta días naturales siguientes a la entrada en vigor del* *presente Decreto.*	Esta disposición no se ha cumplido a cabalidad, por lo que es imperativo que se terminen de formular todos los PM de las AVA decretadas

Instrumento: Normas de Ordenamiento General de Desarrollo Urbano		
Norma	**Fragmento**	**Áreas de oportunidad**
NORMA 6: ÁREA CONSTRUIBLE EN ZONIFICACIÓN DENOMINADA ÁREAS DE VALOR AMBIENTAL (AV)	*En la zonificación Áreas de Valor Ambiental (AV), el área total construida podrá ser de hasta el 5% de la superficie del predio y el área de desplante podrá ser de hasta el 2.5%.*	Esto es riesgoso por el tipo de actividades que se permiten, ya que posteriormente el área construida puede aumentar y no se regula. Además, las construcciones no deben de impedir la infiltración de agua.
NORMA 15: ZONAS FEDERALES Y DERECHOS DE VÍA	*Las zonas federales y derechos de vía deberán mantenerse totalmente libres de construcción. En el caso de escurrimientos de agua e instalaciones especiales definidas por los organismos correspondientes, se consideran con zonificación (AV) Áreas de Valor Ambiental, las cuales quedarán sujetas a lo que se señala en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vías de Comunicación y demás ordenamientos en la materia.*	La definición de barranca es poco clara y, la Comisión Nacional de Aguas no tiene presencia en los escurrimientos de la CDMX. En el Proyecto del PGOT se ve como una debilidad que la capacidad de regulación del Gobierno de la CDMX es limitada ante las posibles innovaciones de los derechos de vía por parte de usos deportivos, habitacionales y/o incluso para equipamientos públicos.

NORMA 16: PREDIOS CON DOS O MÁS ZONIFICACIONES, CUANDO UNA DE ELLAS SEA ÁREA DE VALOR AMBIENTAL (AV) O ESPACIO ABIERTO (EA)	*Los predios con dos o más zonificaciones siendo una de ellas Área de Valor Ambiental (AV) o Espacio Abierto (EA) estarán sujetos a la normatividad correspondiente a cada una de las zonificaciones. Adicionalmente, estos predios se sujetarán a lo que establecen las Normas de Ordenación Generales números 2 y 3, para definir el coeficiente de ocupación del suelo y el coeficiente de utilización del suelo, así como la fracción donde se permite y prohíbe la construcción. La construcción se deberá localizar fuera del área zonificada como AV y EA.* *Para el cumplimiento del porcentaje de área libre establecida en los Programas de Desarrollo Urbano, no se contabilizará la superficie zonificada como AV y EA. Para definir la superficie aprovechable con predios que colinden con áreas verdes, espacios abiertos o áreas de valor ambiental, se requerirá de un procedimiento de delimitación de zonas*	En este sentido esta Norma respeta el uso de Suelo de área de valor ambiental. En el Proyecto de PGOT se menciona como una debilidad que la norma es confusa y promueve los abusos por parte de actores privados y público y la capacidad del Gobierno de la CDMX para cumplir con esta norma es limitada.
NORMA 20: SUELO DE CONSERVACIÓN	*Los usos permitidos en las áreas de actuación y las zonificaciones en el Suelo de Conservación se sujetarán a lo siguiente:* *Las instalaciones relacionadas con los usos permitidos por los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano, necesarias para desarrollar las actividades generales y específicas autorizadas por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, con el objeto de instrumentar las acciones de gestión ambiental para mantener los bienes y servicios ambientales y fomentar el desarrollo rural del suelo de conservación, se sujetarán a las siguientes disposiciones generales:* *Emplear en su construcción y funcionamiento ecotecnología apropiada a las políticas de conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Implementar un sistema alternativo de captación de agua pluvial, para su reuso y/o*	Estas disposiciones parecen ser adecuadas en ecosistemas naturales del suelo de conservación, sin embargo, bajo este argumento se podría construir en las AVA porque pueden tener vegetación introducida, Es importante considerar que la vegetación no nativa, mientras no sean plantas invasoras cumple importantes funciones ecosistémicas como regulación del microclima, infiltración de agua y servicios culturales.

	infiltración al subsuelo. Construir sobre superficie cubierta preferentemente en zonas sin vegetación natural.	

NORMA 21: BARRANCAS	*Se considera barranca a la depresión geográfica que, por sus condiciones topográficas y geológicas, se presenta como hendidura con dos laderas en la superficie terrestre, originada por erosión y/o por cualquier otro proceso geológico, y forma parte de un sistema hidrológico. Las barrancas sin perturbación antropogénica constituyen reservorios de la vida silvestre nativa y funcionan como sitios naturales de escurrimientos pluviales y fluviales, por lo que representan zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico y deben ser conservadas por los servicios ambientales que prestan a la ciudad.* *Las barrancas perturbadas son aquellas que presentan deterioros ambientales por el impacto urbano y los asentamientos humanos, y que requieren ser restauradas y preservadas.* *Las barrancas son susceptibles de aprovechamiento y regulación en términos de la Ley de Aguas Nacionales, sin perjuicio de lo que indique la Ley de Desarrollo Urbano y la Ley Ambiental del Distrito Federal, con sus disposiciones reglamentarias, así como la normatividad establecida en los Programas de Desarrollo Urbano.* *En las barrancas definidas en los términos de esta norma que se encuentren en el suelo urbano con zonificación AV (Área Verde de Valor Ambiental públicas y privadas), toda actividad y manejo que en ellas se proponga desarrollar requerirá cumplir con lo indicado en la Ley Ambiental del Distrito Federal vigente.* *Cuando así lo establezcan los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano, las áreas dentro de las barrancas que se encuentren ocupadas por asentamientos humanos, se sujetarán a la elaboración de estudios específicos, en los términos de la Ley de Desarrollo Urbano, mismos que deberán estar encaminados a minimizar los impactos*	Las barrancas se deben de restaurar y conservar ya sea las que están suelo de conservación como las urbanas, no importa que estén degradadas. En general la Norma 21 es adecuada, e indica seguir lo establecido en la Ley Ambiental vigente, también habla de que las barrancas deben seguir un PM por cuenca hidrológica, lo cual no se hace. Esta recomendación es muy pertinente, ya que para que haya un manejo integral del recurso hídrico se debe considerar a toda la cuenca hidrológica y no solo a la barranca.

	ambientales negativos y a reducir las condiciones de riesgo, restaurar y conservar las barrancas. *Para los predios que limitan con barrancas se requiere solicitar a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda la delimitación de las zonas, con el fin de determinar el área susceptible a desarrollar, para lo cual el propietario o interesado deberá presentar un plano topográfico con curvas de nivel a cada metro y la ubicación, tipo y tamaño de árboles, así como construcciones que se encuentren en el predio. La superficie de las barrancas se sujetará a un programa de manejo por cada cuenca hidrológica, desarrollado por la Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con la Delegación correspondiente, mismo que podrá contemplar, entre otros aspectos, la construcción de obras hidráulicas afines a las condiciones naturales de la depresión geográfica de que se trate, para retener, almacenar y regular el aprovechamiento del agua, cuyo fin principal sea la recarga de los mantos freáticos entre otros usos eficientes del agua, en los términos de la legislación correspondiente.*	

Fuente: Elaboración propia

IV.1.4 Autoridades que participan en la gestión de las AVA

En términos legales existirían muchas instituciones tanto a nivel federal, estatal y municipal que deberían de intervenir en una gestión sustentable de barrancas. Desde las instancias que conservan los cauces hidrológicos, los ecosistemas naturales, la regulación del uso de suelo urbano, o protegen de riesgos. La tabla 9 muestra las principales instituciones que tienen competencia en barrancas.

Cuadro 121. Principales instancias gubernamentales con competencia en las barrancas.

Dependencia o Entidad	Competencia	Atribuciones relacionadas a barrancas
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Federal	Al ser barrancas con cauce, le corresponde delimitar el Área Federal para evitar su ocupación y cambio de uso de suelo. Autoriza las obras hidráulicas y presupuestos para acciones que tengan que ver con la provisión de agua y la conservación de cauces.
SEDEMA	Local	Administra y vigila las AVA. Formulan y ejecutan los Programas de Manejo de las AVA. Aprueban acciones de saneamiento en el arbolado, además de evaluar riesgos e impactos ambientales.
Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI)	Local	Autoriza poligonal de las AVA propuesta por la SEDEMA. Responsable de emitir instrumentos de planeación urbana como programas de desarrollo urbano a nivel local, delegacional y parciales en caso necesario. Encargada de autorizar cambios de uso de suelo y regularlos. Aplicación de la Norma General de Ordenación No. 21 que indica en qué grado de inclinación se considera una barranca y superficie en la cual se prohíben construcciones.
Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT)	Local	Encargada de recibir y atender denuncias ciudadanas que pueden encontrarse dentro del SBCDMX. Emite resolutivos y dictámenes donde puede generar recomendaciones a las instancias involucradas ante algún hecho denunciado. Responsable de vigilar el cumplimiento de la normatividad en materia de ordenamiento territorial.
Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)	Local	Encargado de la dotación de agua potable y el manejo de aguas residuales mediante infraestructura hidráulica adecuada como drenaje y colectores marginales. Además, efectúan acciones de desazolve.
Secretaría de Protección Civil o Direcciones de Protección Civil de las Alcaldías	Federal y Local	Interviene en emitir dictámenes de viviendas en riesgo.

Dependencia o Entidad	Competencia	Atribuciones relacionadas a barrancas
Alcaldías	Local	Responsables del mantenimiento y vigilancia de áreas verdes (que pueden ser barrancas sin decreto como AVA), en caso de ser AVA necesitan coordinación con la sedema. Encargadas de aplicar políticas de diferentes materias dentro de su demarcación.

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que existen muchas instituciones que deberían intervenir en una gestión adecuada de barrancas, la realidad es que actualmente prácticamente toda la responsabilidad recae en la SEDEMA. Esta secretaría tiene una dirección general especializada para la administración de ANP y AVA y dentro de ella hay direcciones, subdirecciones y jefaturas de unidades departamentales encargadas en llevar a cabo acciones específicas

Conclusiones

Como se ha podido observar, uno de los retos que se tiene para fortalecer la gobernanza para la sustentabilidad en el manejo y gestión de las barrancas que se ubican en la región Sierra de las Cruces en la CDMX, consiste en actualizar la normatividad y, en algunos casos, los instrumentos que se utilizan para tales fines.

A manera de conclusiones derivadas de la revisión y análisis del marco jurídico e institucional aplicable a las AVA, principalmente en su vertiente de barrancas, podrían señalarse las siguientes:

- La regulación de las barrancas en la CDMX es fragmentada y desarticulada, en virtud de que en algunos casos son consideradas como ANP Federales, otras con la misma categoría pero reguladas en la normatividad de la propia entidad federativa, otras reguladas bajo la figura jurídica de las AVA y por último si no se incorporan a ninguna de esas categorías se regulan por los programas de desarrollo urbano aplicables en su calidad de áreas verdes.

- Lo anterior también implica la participación de diversas autoridades de distintos órdenes de gobierno, Federal, de la CDMX y de las Alcaldías, lo cual no constituye en sí mismo un obstáculo para una gestión adecuada, pero si requiere el fortalecimiento de la necesaria coordinación.
- Es necesario revisar y ajustar, en caso de que así se requiera, los polígonos que corresponden a las barrancas en la CDMX, de la información recabada hasta ahora y de lo que se pudo apreciar en las visitas realizadas, es necesario contar con certeza jurídica sobre los límites físicos de las barrancas y su respaldo en los decretos correspondientes.
- Se considera necesario fortalecer los mecanismos de participación ciudadana y de grupos interesados en la conservación, rescate y aprovechamiento sustentable de las barrancas.
    - Finalmente, como se pudo observar, no todas las barrancas cuentan con PM, por lo que es necesario revisar sus alcances y contenido para que las nuevas versiones fortalezcan las acciones de conservación, rehabilitación y aprovechamientos sustentable.

IV.1.5 Estrategia para fortalecer el marco jurídico e institucional en materia de AVA

Es indudable que las propuestas para fortalecer la gobernanza para la sustentabilidad en la gestión de las barrancas de la CDMX, ubicadas dentro del área que incluye la Sierra de las Cruces, deben estar orientadas en primer lugar por lo dispuesto en la Constitución Política de la Ciudad de México (CPCDMX), expedida en febrero del año 2017 y aún en proceso de reglamentación, y derivado de ello, se orientarán por los contenidos de dos instrumentos fundamentales para la planeación del desarrollo en las próximas décadas que hoy se encuentran en proceso de consulta para su expedición el siguiente año: el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México y el Programa General de Ordenamiento Territorial. En segundo lugar, la orientación de las propuestas antes señaladas se sustenta en las conclusiones del diagnóstico del marco jurídico e institucional que se ha hecho con anterioridad en el presente apartado, Veamos.

Existen múltiples aspectos previstos en la Constitución que podríamos considerar para la modernización del marco jurídico e institucional señalado, dentro de los cuales pueden destacarse, por ejemplo, el establecimiento de la CDMX como una "Ciudad de Derechos" en donde se reconocen y protegen el derecho a la ciudad, al medio ambiente sano, al agua, al desarrollo sustentable, a la vivienda, a la movilidad, entre otros que indudablemente se relacionan con la protección y aprovechamiento de las barrancas como espacios importantes dentro de la propia Entidad Federativa.

Para los propósitos del presente apartado, conviene señalar de manera específica la importancia de las previsiones constitucionales en materia de desarrollo sustentable de la CDMX y que sirven de sustento para la estrategia que aquí se propone. En efecto, en particular el artículo 16 del texto constitucional incorporado dentro del Título Tercero "Desarrollo Sustentable de la Ciudad", Capítulo Único "Desarrollo y Planeación Democrática", establece que se entenderá por ordenamiento del territorio: "la utilización racional del territorio y los recursos de la CDMX, y su propósito es crear y preservar un hábitat adecuado para las personas y todos los seres vivos."

Asimismo, en el propio Título Tercero, se incluyen previsiones que deberán ser incorporadas a la legislación secundaria que se debe emitir y que tendrá incidencia en los espacios a que se refiere este trabajo: las barrancas como AVA. Esas disposiciones tienen que ver con la protección del ambiente y los recursos naturales, el agua, la regulación del suelo, el desarrollo rural y la agricultura, la vivienda, la infraestructura, el espacio público, la movilidad, la mitigación de riesgos, vulnerabilidad y resiliencia, entre otros aspectos.[17] Más adelante haremos referencia a algunas disposiciones específicas previstas en este Título de la CPCDMX.

[17] Ver apartados A al I del artículo 16 de la CPCDMX.

Como se ha señalado, como aspectos orientadores de la estrategia deben tomarse en cuenta contenidos de los proyectos del Plan General de Desarrollo y el Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México 2020-2035.

Por lo que respecta al Plan General de Desarrollo, en su eje 3, el objetivo estratégico 13, relativo a la infraestructura verde, consiste en fortalecer y transformar la infraestructura verde de la ciudad. Dentro de sus líneas estratégicas está la restauración del sistema de barrancas del poniente de la CDMX y el aumento en el número de áreas decretadas como AVA.

Por su parte el Programa General de Ordenamiento Territorial propone una unificación en un solo instrumento de planeación urbana y ecológica, en el cual se destaca la problemática ambiental de la CDMX y la importancia de las zonas de conservación y valor ambiental, así como las áreas verdes urbanas, por lo que plantea *necesario modificar normas y leyes en la materia que permitan la existencia de una clase de suelo de conservación dentro del espacio urbano, y que sea compatible con los actuales usos*. Con esto se puede plantear la idea de un sistema integral de gestión de espacios sujetos a protección y de áreas verdes en el cual se recategoricen las ANP en función de su provisión de servicios ambientales y su localización urbana/rural, permitiendo dar mayor valor a zonas como el sistema de barrancas o los bosques urbanos de la CDMX.

A continuación, se describe el contenido más importante de los dos instrumentos de planeación, en función de cómo conciben la importancia de las áreas verdes para la sustentabilidad de la CDMX. Desde el suelo de conservación, las ANP, barrancas y AVA

Cuadro 122. Contenido de los Proyectos de PGD y el PGOT relacionado con espacios sujetos a protección y áreas verdes

Instrumento: Proyecto de Plan General de Desarrollo

Sección	Texto	Áreas de oportunidad
Eje 3 Ciudad sustentable,sana y resiliente. Diagnóstico: Espacio público	*Los espacios públicos generan nodos importantes dentro de la traza urbana, al crear verdaderas representaciones de la ciudad y de encuentro colectivo, cuyo elemento principal es la vegetación natural o inducida. Comprenden desde bosques urbanos, parques, jardines, glorietas, camellones, barrancas, espacios abiertos, áreas cubiertas de pasto como centros deportivos y predios con potencial para su reverdecimiento. Estos lugares tienen como objetivo ser elementos articuladores y cohesionadores del tejido urbano.*	Sustenta la importancia de estos espacios como articuladores del tejido social y por tanto la necesidad de que sean conservados adecuadamente.
Eje 3 Ciudad sustentable, sana y resiliente. Diagnóstico: Infraestructura verde multifuncional.	*Los mayores problemas que las áreas naturales protegidas y áreas de valor ambiental enfrentan son el cambio de uso de suelo por asentamientos humanos irregulares, sitios clandestinos de desechos sólidos y residuos de la construcción, contaminación por descarga de afluentes y vertido de líquidos a cuerpos de agua, incendios forestales, plagas y enfermedades fitosanitarias, pérdida de suelo por erosión, alteración de ecosistemas por flora y fauna exótica e inestabilidad de laderas.*	Este plan tiene claro las principales problemáticas que enfrentan las áreas verdes en general y las barrancas en particular, es una buena base para generar propuestas de restauración y conservación.
Eje 3 Ciudad sustentable, sana y resiliente Objetivo estratégico 13: Infraestructura verde	*Fortalecer y transformar la infraestructura verde de la ciudad.* *Dentro de sus líneas estratégicas está la restauración del sistema de barrancas del Poniente de la Ciudad de México y el aumento en el número de áreas decretadas como Áreas de Valor Ambiental.*	Este eje es la base para restaurar y conservar el sistema de barrancas de la CDMX.

Eje 4 Desarrollo urbano sustentable e incluyente. Objetivo Estratégico 17: Regulación y uso responsable del suelo. Líneas de acción	*Diseñar mecanismos de financiamiento y de participación privada para anular la competencia desigual entre los precios del suelo urbano y el de conservación, así como integrar en el Programa General de Ordenamiento Territorial la zonificación que permita el mejor uso, aprovechamiento, ocupación y gestión del territorio, lo cual implica evitar asentamientos en zonas de riesgo como son: barrancas, cañadas, lechos de ríos, áreas naturales protegidas, pastizales naturales, suelo de conservación con vocación forestal y agrícola.*	Es la base para generar instrumentos de planeación que protejan barrancas.

Instrumento: Proyecto de Programa General de Ordenamiento Territorial		
Sección	**Texto**	**Áreas de oportunidad**
Áreas Verdes Urbanas y ANP	*Las categorías de áreas de valor ambiental (AVA) son competencia de la CDMX, se refiere a los bosques urbanos y barrancas; son espacios verdes que físicamente tienen mayores dimensiones y que presentan vegetación más conservada o nativa de la zona y que por estar sujetas a presiones, requieren de una categoría de manejo establecida mediante decreto para especificar limitaciones, modalidades al uso del suelo y destinos, así como, en su caso, los lineamientos para el manejo de los recursos naturales del área establecidos en su programa de manejo.*	Esta definición es distinta a la de la legislación ambiental. No se distingue la diferencia entre barrancas, bosques urbanos y áreas verdes en suelo urbano.
Diagnóstico: Componentes básicos del ordenamiento territorial. Problemática del Agua. *La problemática*	*1. Pérdida de áreas de conservación y prestación de servicios ambientales hidrológicos en la Ciudad de México.* *2. Falta de control del uso del suelo en zonas de recarga y zonas de vulnerabilidad Acuífera.* *3. Pérdida de áreas verdes e impermeabilización creciente de la Ciudad*	Dentro de estos puntos el 2 y el 3 son fundamentales para subrayar la importancia de cuidar las barrancas en la CDMX. En temas de dinámica hidrológica no debería de importar el tipo de vegetación que existe, simplemente se debe preservar la zona.

Instrumento: Proyecto de Programa General de Ordenamiento Territorial		
territorial que tiene incidencia o relación con el agua: *puntos:*	*4. Deterioro de las áreas de captación y recarga de aguas en las cuencas y acuíferos externos a la Ciudad que le proveen de agua.* *5. Modificaciones en la distribución y densidad de población por autorizaciones* *de desarrollo urbano.*	
Diagnóstico/ Cobertura espacial del equipamiento	*Las áreas verdes urbanas –de importancia para la Ciudad, pues contribuyen a la provisión de agua para la recarga de acuíferos, la mitigación de inundaciones, la remoción de la contaminación del aire y la generación de oxígeno–, se enlistan como áreas de valor ambiental (AVA) y se localizan principalmente en la zona poniente de la Ciudad en alcaldías como: Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras.*	En esta sección vuelve a enfatizar la importancia de las áreas verdes en general para la sustentabilidad de la CDMX, sin embargo, las barrancas consideradas áreas de valor ambiental se incluyen sólo como áreas verdes.
Políticas territoriales: zonificación primaria y líneas estratégicas. Las funciones del ordenamiento territorial	*Se quiere potenciar la función socioambiental del suelo donde se dé cabida a actividades que retribuyan al ser humano, pero que sean perfectamente compatibles con el papel que juega el suelo no urbano. Para ello, es necesario invertir las prioridades del territorio y pensar primero en voltear a ver al sur y proteger los espacios naturales, para que pueda posibilitar la continuidad del desarrollo urbano en el futuro. La esencia de esta función es la integración del territorio a partir de los sistemas naturales; que el paisaje natural cumpla con su ciclo hídrico ambiental natural; que la producción agrícola sea respetuosa y valorice el suelo rural, y que el suelo urbano se entienda como responsable también de asumir funciones medioambientales, las cuales tradicionalmente han sido relegadas al suelo de conservación.*	Es una buena base para pensar que las áreas verdes deben integrarse a un todo. Hay una visión socioecosistémica de la Ciudad, y con un enfoque de cuenca. Con ello puede contribuir a la protección de las AVA, solamente hay que procurar que las actividades permitidas no afecten la capacidad de estas zonas de brindarnos servicios ecosistémicos.

Instrumento: Proyecto de Programa General de Ordenamiento Territorial		
	Esta dimensión cubre e integra todo el territorio y es un reflejo de la cuenca como sistema socioecológico.	
Gestión sustentable del agua Políticas transversales:	*El suelo de conservación como la "gran esponja" de la Ciudad, donde se busca preservar la infiltración y gestionar el escurrimiento y arrastre de sedimentos, reducir desigualdades territoriales en el cumplimiento del derecho humano al agua y saneamiento.* *Mitigar el riesgo de inundaciones* *Recuperar cuerpos de agua.*	Aquí se muestra claramente cuál es el problema de la pérdida de áreas de infiltración, por lo mismo deben de justificarse su protección. No solamente los bosques prístinos se deben de proteger, las áreas verdes cumplen importantes funciones reguladoras.
Aproximación al territorio: Propuestas para recuperar cuerpos de agua (rescates de ríos urbanos).	*En la Constitución se identifica como materia estratégica la vulnerabilidad, resiliencia, prevención y mitigación de riesgos para garantizar la seguridad de las personas. Por ello, en el marco del PGOT de la Ciudad de México, se reconoce la necesidad de fortalecer la resiliencia e incrementar las capacidades de la Ciudad para la reducción de la vulnerabilidad y el mantenimiento de la funcionalidad de ésta a diversos eventos perturbadores, bajo condiciones de incertidumbre y cambio.* *En este sentido, se busca impulsar una planeación territorial bajo una perspectiva de resiliencia y reducción integral de riesgos.*	Esto justifica la importancia de recuperar barrancas para asegurar la resiliencia de la CDMX. Entre las políticas territoriales que plantea el PGOT está la creación de espacios verdes urbanos para incrementar la cubierta vegetal, brindando sombra y contribuyendo a un microclima menos cálido Esto puede ser un argumento para decretar todas las barrancas de la CDMX como áreas de valor ambiental, mientras tengan vegetación y un cauce. No importa si las zonas no están bien conservadas, es indispensable evitar el desarrollo urbano en ellas.
Políticas territoriales: Zonificación primaria y líneas estratégicas	*Cabe resaltar que las áreas destinadas a la conservación en el ámbito urbano, como instrumentos ya establecidos (áreas de valor ambiental), se identifican como potenciales transiciones a zona de conservación en la propuesta actual de zonificación primaria*	Esto es la base para argumentar que las AVA deben de concebirse dentro del suelo de conservación.

Instrumento: Proyecto de Programa General de Ordenamiento Territorial		
Políticas territoriales: Hacia una zonificación primaria 2035.	*La finalidad de esta propuesta de zonificación primaria es reconocer que existen espacios urbanos que necesitan ser reacondicionados y reconocidos como ejes conectores del sistema verde de todo el conjunto del territorio, con miras a convertir parte del suelo urbano en suelo que cumpla funciones ambientales, más allá de la función social prevista en el presente Programa. Para lograrlo, es necesario modificar normas y leyes en la materia que permitan la existencia de una clase de suelo de conservación dentro del espacio urbano, y que sea compatible con los actuales usos.*	Esto es un buen argumento para que las AVA tengan mayor peso. Otra propuesta a mediano plazo sería una recategorización de áreas verdes, en función del tipo de servicios ambientales que brindan. No todas las áreas deben ser ambientes prístinos, es importante recuperar espacios que sirvan como conectores de biodiversidad, espacios recreativos o sitios de recarga al acuífero. Este argumento debe de enfatizarse para que las AVA sean consideradas suelo de conservación.
Vinculación con el Plan General de Desarrollo para la Ciudad de México.	*Dentro de la visión de la Ciudad a 2040, el Plan General contempla la recuperación de la diversidad biológica mediante la recuperación de la vegetación nativa en jardines públicos y privados, restauración de humedales y áreas naturales protegidas (ANP), la restauración del sistema de barrancas y el aumento de Áreas de Valor Ambiental.*	Esto puede justificar la idea de un sistema integral de gestión de áreas verdes, reclasificando todas las categorías de conservación y pensando en categorías nuevas. Ejemplo: Áreas de bosques conservados, con biodiversidad original, que proveen gran cantidad de servicios ecosistémicos y que los dueños sean ejidos y comunidades sin asentamientos, áreas verdes en zonas urbanas indispensables para la recarga del acuífero, áreas verdes urbanas que al tener vegetación exótica pueden funcionar como zonas recreativas, áreas verdes muy perturbadas a restaurar, etc.

Fuente: Elaboración propia

El conjunto de disposiciones constitucionales antes referidos, el contenido de los proyectos antes citado, relacionados con los resultados del diagnóstico a que se refiere el presente apartado, constituyen el sustento de los aspectos que a continuación se señalan como estrategias para fortalecer el marco jurídico e institucional del manejo de barrancas en su calidad de AVA, conforme a la legislación vigente en la CDMX.

Redefinir la regulación de las barrancas como AVA, en el establecimiento del sistema de ANP señaladas por el artículo 16 de la CPCDMX

Los ajustes en la regulación de las barrancas como AVA, implica redefinir la regulación de otros espacios protegidos o áreas verdes. En efecto el punto de partida, el sustento, es lo dispuesto en el apartado A, numeral 1, del artículo 16 de la CPCDMX referido al medio ambiente, en donde se establece que:

> *"Derivado del escenario geográfico, hidrológico y biofísico en que se localiza la Ciudad de México, se requerirán políticas especiales que sean eficaces en materia de gestión hidrológica, protección ambiental, adaptación a fenómenos climáticos, prevención y protección civil.*
>
> ***La Ciudad de México integrará un sistema de áreas naturales protegidas.*** *Su administración, vigilancia y manejo es responsabilidad directa de la o el Jefe de Gobierno a través de un organismo público específico con participación ciudadana sujeto a los principios, orientaciones, regulaciones y vigilancia que establezcan las leyes correspondientes, en coordinación con las alcaldías, la Federación, Estados y Municipios conurbados.*
>
> *Dicho sistema coexistirá con las áreas naturales protegidas reconocidas por la Federación.*
>
> ***El sistema protegerá, al menos,*** *el Desierto de los Leones, el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, el Parque Ecológico de la Ciudad de México del Ajusco Medio, los Dinamos de Contreras, el Cerro de la Estrella, la Sierra de Santa Catarina, la Sierra de Guadalupe y las zonas lacustres de Xochimilco y Tláhuac, el Parque Nacional de Fuentes Brotantes, los parques estratégicos de Chapultepec en sus tres secciones, el Bosque de Tlalpan y*

el Bosque de Aragón, ***así como las áreas de valor ambiental decretadas y que se decreten.*** *Estas áreas serán de acceso público.”*[18]

Como se ha podido apreciar, el artículo 16 de la CPCDMX establece que en la CDMX deberá integrarse un sistema de ANP, dentro del cual se deben incorporar las AVA que hasta la fecha se han declarado, así como las que en un futuro sean decretadas como tales.

Desde nuestro punto de vista, lo anterior permite redefinir la regulación de las AVA, en cualquiera de sus dos modalidades, barrancas o bosques urbanos y diferenciarlas entre sí y de otros espacios protegidos como las ANP y las áreas verdes (como se recordará, la legislación vigente, tanto ambiental como urbana, prevé a las AVA como una de las modalidades de las áreas verdes).

De acuerdo con lo anterior, propuesta es que se reconozcan como parte del sistema referido en la Constitución, con la debida caracterización y especificidad, las siguientes categorías de espacios sujetos a protección:

- **Áreas Naturales Protegidas**, Federales y de la CDMX, para ésta última se mantendrían las siguientes variantes (conforme a la legislación vigente o aquéllas que redefinieran conforme a los criterios actuales de conservación de este tipo de áreas:
    - Zonas de Conservación Ecológica,
    - Zonas de Protección Hidrológica y Ecológica,
    - Zonas Ecológicas y Culturales,
    - Refugios de vida silvestre,
    - Zonas de Protección Especial, y
    - Reservas Ecológicas Comunitarias.
- **Áreas de Valor Ambiental**, que serían únicamente referidas a las barrancas y que por sus especificidades ecosistémicas requieren un régimen especial.

[18] Negritas nuestras.

- **Bosques Urbanos,** dejarían de ser considerados en la misma categoría que las barrancas, y por sus características también deberían estar sujetos a previsiones específicas.
- **Áreas Verdes,** consideradas como tales las que a continuación se señalan y sus homólogas:
    - Parques y jardines,
    - Plazas jardinadas o arboladas,
    - Jardineras
    - Zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública,
    - Área o estructura con cualquier cubierta vegetal o tecnología ecológica instalada en azoteas de edificaciones,
    - Alamedas y arboledas,
    - Promontorios, cerros, colinas, elevaciones y depresiones orográficas, pastizales naturales y áreas rurales de producción forestal, agroindustrial o que presten servicios ecoturísticos;

Lo anterior permitirá lograr un mejor manejo y gestión de los diferentes espacios verdes ubicados en nuestra ciudad, diferenciando sus características y función social y ambiental y la normatividad para su conservación uso y aprovechamiento. Evidentemente, la regulación deberá dar integralidad a la regulación de las distintas categorías señaladas, por ello formarán parte de un sistema único e integral.

A partir de ello, la modificación más importante se daría a la legislación ambiental en donde debería incluirse un título especial para el sistema, que incluyera por supuesto disposiciones generales y un capítulo para cada una de las categorías señaladas: ANP, AVA (barrancas), bosques urbanos y áreas verdes.

IV.1.6 Alcances para la regulación de las barrancas como AVA

*a). **Definición.*** Como se ha señalado, en la normatividad vigente la regulación de las barrancas en la CDMX es insuficiente, en virtud de que en algunos casos son consideradas como parte de ANP federales, otras con la misma categoría pero

reguladas en la normatividad de la propia entidad federativa, otras reguladas bajo la figura jurídica de las AVA, equiparadas con los bosques urbanos y por último si no se incorporan a ninguna de esas categorías, se regulan por los programas de desarrollo urbano aplicables en su calidad de áreas verdes.

En nuestra propuesta, es muy importante que quede muy bien definido en la ley el concepto de área de valor ambiental asociado a la protección y aprovechamiento sustentable de las barrancas y su vinculación con la regulación de otros espacios de protección, como las ANP, los bosques urbanos o las áreas verdes. Lo anterior permitirá redefinir o recategorizar los diferentes espacios sujetos a protección, así como los instrumentos de gestión respectivos. Por ejemplo, casos como el del ava "Volta y Kotch" podrían revisarse, ya que es un relicto, con importancia, por supuesto, pero no como el de otros espacios como Tarango, Becerra, o Echánove, por ejemplo.

La definición actual de las AVA no reconoce el valor de las barrancas desde el conjunto de servicios ambientales o ecosistémicos que aporta para la ciudad, pareciera que son zonas de menor valor ambiental, degradadas, sólo por encontrarse en suelo urbano, desconociendo o restando peso a su relevancia para el bienestar de la población.

De acuerdo con ello, las nuevas AVA serán definidas a partir de la consideración técnica de una barranca, por ejemplo:

> *Barranca: Depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico;*

Área de Valor Ambiental: Las barrancas ubicadas en espacios donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas o existe esa posibilidad, que requieren ser conservadas o restauradas, en función de que mantienen características ecosistémicas que permiten la aportación de servicios ambientales y contribuir a mantener la calidad ambiental de la Ciudad en favor de la población de la propia entidad federativa.

b). Zonificación. Sin lugar a dudas uno de los aspectos que se debe cuidar y considerar de manera importante en la actualización de la normatividad en materia de AVA es el tema de la zonificación. Aunque planteado de manera muy tibia en la legislación vigente, la conservación, así como el uso y aprovechamiento sustentable de las barrancas debe tener un régimen de uso del suelo que no deje lugar a dudas.

Por ello, en primer lugar, debe quedar perfectamente claro que en la zonificación primaria las barrancas como AVA, independientemente de su ubicación, son parte del suelo de conservación, su caracterización y función ambiental en la planeación del territorio justifican perfectamente ello y, justamente hacia ahí se dirigen los contenidos de los proyectos de Programa General de Desarrollo y de Programa General de Ordenamiento Territorial que han sido comentados, aunque se requieren algunos ajustes para no dejar lugar a dudas.

En segundo lugar, la zonificación secundaria deberá prever el conjunto de usos que podrán considerarse en las barrancas como AVA, siempre considerando su caracterización y función ambiental; es aquí donde se van a identificar el conjunto de actividades prohibidas y permitidas.

Sobre todo, para definir la posibilidad en los hechos de las actividades que se pueden llevar a cabo en las barrancas, es muy importante considerar la necesidad de aplicar las metodologías adecuadas para determinar la caracterización de los

espacios respectivos, las aptitudes territoriales y los modelos de ordenamiento adecuados.

Finalmente, respecto de la zonificación, la normatividad deberá prever criterios a considerar en las zonas aledañas a los polígonos considerados como AVA.

Es muy importante que tanto la normatividad ambiental y urbana, armonizada bajo el tema del ordenamiento territorial, así como los instrumentos de planeación que de ella deriven, tomen en cuenta lo anterior.

c). Fortalecer la coordinación de autoridades y los mecanismos de participación social. Sin duda este es uno de los aspectos importantes para el manejo y la gestión adecuada de las barrancas de la CDMX como AVA. Aunque son dos aspectos que se han plasmado en la normatividad, consideramos que deben ajustarse las previsiones para lograr mejores resultados.

En el caso de la coordinación institucional es necesario fortalecer los mecanismos respectivos, definiendo con claridad la participación de diversas autoridades en la gestión de las barrancas. Aspectos como la disposición de residuos sólidos, la descarga de aguas residuales, la atención de situaciones de riesgo, otorgamiento de permisos o autorizaciones, entre otros, requieren la participación de diversas autoridades; el hecho de que se trate de un espacio sujeto a legislación ambiental no implica que sólo las autoridades de ese sector deben ser las que asuman la responsabilidad absoluta.

En el caso de la participación social, es claro que se requieren no solo cambios normativos, sino esquemas de involucramiento de vecinos y grupos y organizaciones sociales, privadas o académicas interesadas en la protección o adecuado aprovechamiento de las barrancas.

En este caso, se propone la conformación de un Consejo Rector para las Barrancas de la CDMX, conformado por representantes de la sociedad civil y autoridades que promuevan acciones en favor de esos espacios.

Asimismo, podrían reactivarse otros espacios para una participación amplia entre autoridades y sociedad civil, como los consejos de cuenca previstos en la normatividad en materia de gestión del agua.

d). Fortalecer el contenido de los instrumentos de gestión de las barrancas como AVA (decretos, programas de manejo). Como se ha mencionado con anterioridad, no todas las barrancas cuentan con PM, y las que tienen no siempre están actualizados o son acordes con las características de cada barranca. Por ello, es necesario revisar sus alcances y contenido para que las nuevas versiones fortalezcan las acciones de conservación, rehabilitación y aprovechamiento sustentable.

Se deben hacer y decretar programas de manejo para todas las AVA. Los programas de manejo que existen deben ser más específicos. Actualmente la mayoría son copias exactas unos de otros. Para ello es necesario hacer trabajo de campo y cartografía a escala 1:4000. También es necesario que los polígonos tengan límites muy bien definidos. Lo que se revisó en este análisis mostró que son muy generales y repetitivos. Por ejemplo, para los subprogramas de restauración falta especificidad. Además, los propios vecinos no los conocen. Deben de agregar un subprograma de gobernanza como en el caso de la barranca Volta y Kotch. La SEDEMA o el órgano rector debe procurar que se actualicen o se hagan los programas a la brevedad.

En estos programas de manejo se debe contemplar metodologías para la evaluación y monitoreo de servicios ambientales. También deben contener zonificaciones secundarias dentro de cada barranca para tener claro las actividades permitidas.

e). Aumentar el presupuesto para el manejo y gestión de las barrancas. De manera puntual la LAPTCDMX establece que la SEDEMA diseñará, desarrollará y aplicará instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, mediante los cuales, se buscará fomentar el ejercicio presupuestal de las autoridades ambientales, así como la combinación de recursos con otros actores en favor de la conservación de los recursos naturales (artículos 70 Bis y 71 Bis).

En este sentido, las interacciones presupuestales inherentes a la planeación del desarrollo sustentable, ligado a la conservación ecológica de las AVA, suponen una relación con diversos instrumentos económicos previstos en la ley, que también se formalizan o complementan con la intervención de actores de la sociedad civil a través de fondos privados, debiendo transparentar el ejercicio de recursos y su articulación como mecanismos de financiamiento.

A pesar de las atribuciones legales de la SEDEMA, esta institución cuenta con una limitada capacidad operativa y presupuestal de tal forma que no puede garantizar la conservación de servicios y valores ambientales de las AVA por lo que resulta imperativo que se le destine más presupuesto a la conservación de las barrancas, ya que sin ello las instituciones no podrán ejercer sus funciones.

Los programas y actividades dirigidas al cuidado, la administración y vigilancia de los recursos naturales, incluyendo a las barrancas son parte de las atribuciones de la SEDEMA (Artículo 86) y conforme a lo previsto en la misma ley, serán las Alcaldías quienes procederán en los casos de invasión de las barrancas, previa celebración del convenio respectivo. Como parte de la regulación hacia una adecuada administración y protección de estos espacios, se otorgan diversas facultades a las Alcaldías, tales como la vigilancia, construcción, rehabilitación, administración, preservación, protección, restauración, forestación y reforestación; Sin embargo, las Alcaldías al no tener la capacidad de generar recursos propios dependen del presupuesto que les dé el gobierno de la CDMX, y difícilmente destinarán su propio

presupuesto que ya es muy limitado para la protección de barrancas, argumentando que le corresponde a la SEDEMA esa función.

Por otra parte, las Alcaldías están obligadas a procurar el incremento de áreas verdes de su competencia, manteniendo un equilibrio en los usos de suelo distintos a áreas verdes, espacios abiertos y jardinados o en suelo de conservación. Del mismo modo, la Secretaría y las Alcaldías podrán celebrar convenios de participación y trabajo conjunto con ciudadanos e instituciones privadas o públicas involucrándose en el mantenimiento, mejoramiento, restauración, fomento, conservación, forestación, reforestación, recreativas y culturales, promoviendo la vigilancia y cuidado de estos espacios; Al no haber un organismo que se encargue de regular las funciones de cada institución de manera transversal y hasta que no haya un presupuesto específico para la conservación de barrancas, estos convenios difícilmente se llevarán a cabo.

f). Fortalecer los esquemas de vigilancia y aplicación en las barrancas. Uno de los aspectos que derivaron del diagnóstico realizado al marco jurídico e institucional, fue la necesidad de fortalecer los esquemas de vigilancia, aplicación y cumplimiento de la normatividad aplicable en las barrancas de la CDMX.

Como propuesta estratégica en este aspecto se recomienda conformar grupos interinstitucionales de vigilancia y atención de la problemática que sea detectada en las diferentes barrancas, dependiendo de ubicación, características y tipo de problemas que se presenten en particular.

Además, deberán utilizarse sistemas de información geográfica para determinar grado de cumplimiento de la normatividad aplicable y situación existente en cada barranca, información que deberá ser compartida entre todas las autoridades involucradas y deberá ser pública para promover la participación social en dicha actividad.

Un aspecto importante para considerar en este tema tiene que ver con mecanismos de solución de conflictos, de forma tal que se ahorren recursos y tiempos largos en la atención y resolución de estos.

g). Emisión de un Reglamento en materia de AVA. Para avanzar en el fortalecimiento de la gestión de las barrancas, como AVA, se propone la emisión de un reglamento de las leyes ambiental, urbana o del ordenamiento territorial que corresponda.

REFERENCIAS

Alaimo, V., M. Bosch, D.S. Kaplan, C. Pages, L. Ripani (2015), Jobs for growth, InterAmerican Development bank, Washington, D.C:, htts://doi.org/10.18235/0000139.

Alatorre, J.E, Caballero, K., Ferrer, J. y Galindo, L.M. (2019). El costo social del carbono: una vision agregada desde América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Santiago, pp. 50.

Almeida, L. Ramos, E y González, M. (2016) Las barrancas generadoras de servicios ecosistémicos: el caso de la barranca del río San Borja, pp. 239–244. In: CONABIO/SEDEMA (Eds). La biodiversidad de la Ciudad de México, Vol. III. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA), México.

Anthoff, D., Rose, S., Tol, R. y Waldhoff, S. (2011). The time evolution of the social cost of carbon: an application of FUND. Economics ejournal, 44, 1-21

Aparicio Mijares Francisco J. (2016). Fundamentos de hidrología de superficie. México: Limusa

Bacon, W. R. (1979). The visual management system of the Forest Service, USDA. In In: Elsner, Gary H., and Richard C. Smardon, technical coordinators. 1979. Proceedings of our national landscape: a conference on applied techniques for analysis and management of the visual resource [Incline Village, Nev., April 23-25, 1979]. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-35. Berkeley, CA. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn., Forest Service, US Department of Agriculture: p. 660-665 (Vol. 35).

Bateman, I. J., Harwood, A. R., Mace, G. M., Watson, R. T., Abson, D. J., Andrews, B., ... & Termansen, M. (2013). Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. science, 341(6141), 45-50

BenDor, T. et al (2015), Estimating the size and impact of the ecological restoration economy, PLOSONE, vol. 10/6, http;dx.doi.org/10.1371/.

BenDor, T. K., Livengood, A., Lester, T. W., Davis, A., & Yonavjak, L. (2015). Defining and evaluating the ecological restoration economy. Restoration Ecology, 23(3), 209-219.

Berglihn, E. C., & Gómez-Baggethun, E. (2021). Ecosystem services from urban forests: The case of Oslomarka, Norway. Ecosystem Services, 51, 101358.

BID - Banco Interamericano de Desarrollo (2019). Potencial de Energías Renovables de la Ciudad de México. [En línea: https://publications.iadb.org/es/potencial-de-energias-renovables-de-la-ciudad-de-mexico

Blignaut J, Aronson J, Wit M (2014) The economics of restoration: lookingback and leaping forward. Annals of the New York Academy of Sciences1322:35– 47

Boroushaki, S., & Malczewski, J. (2008). Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. Computers & geosciences, 34(4), 399-410.

Brown, G. (2012). Public participation GIS (PPGIS) for regional and environmental planning: Reflections on a decade of empirical research. Journal Of The Urban & Regional Information Systems Association, 24(2).

Bryan, B. A., Nolan, M., Harwood, T. D., Connor, J. D., Navarro-Garcia, J., King, D., & Hatfield-Dodds, S. (2014). Supply of carbon sequestration and biodiversity services from Australia's agricultural land under global change. Global Environmental Change, 28, 166-181.

Burkhard, B., Crossman, N., Nedkov, S., Petz, K., & Alkemade, R. (2013). Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice. Ecosystem Services, (4), 1-3.

Calvin Js, Ja Dearinger & Me Curtin (1972) An attempt at assessing preferences for natural landscapes. Environment and Behaviour 4: 447-470.

Camagni, R. (2022). Economía urbana. Antoni Bosch editor.

Canadell JG, Raupach MR (2008) Managing forests for climate change mitigation. Science 320:1456–1457

Capoor K, Ambrosi P (2008) State and trends of the carbon market 2008. World Bank Institute, Washington, D.C.

Cardoso, M. (2018). El tamaño de las ciudades. Revista El Economista, noviembre, 21.

Carrasco, Patricia (2022) Vecinos de Barranca de Tacubaya defienden su patrimonio ante construcción del tren México-Toluca. La prensa. Recuperado de https://www.la-prensa.com.mx/metropoli/vecinos-de-barranca-de-tacubaya-defienden-su-patrimonio-ante-construccion-del-tren-mexico-toluca-7994762.html

CDMX (2021). Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal. Gobierno de la Ciudad de México. México. Consultado en: https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2021/LEY_AMB_PROT_TIERRA_23_04_2021.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres (2013). Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República

Mexicana en el año 2013. Serie: Impacto socioeconómico de los desastres en México, Diciembre 2013.

Champ P, Boyle K, Brown T (eds) (2017) A primer on nonmarket valuation. Springer, Dordrecht

Comisión Nacional del Agua. Manual para el control de inundaciones. México: CONAGUA. Pp. 57-85 Disponible en: https://www.snieg.mx/DocumentacionPortal/iin/Acuerdo_10_IX/manual-para-el-control-de-inundaciones.pdf

CONAFOR. (2018). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe de Resultados 2009 -2014. Disponible en: https://snigf.cnf.gob.mx/resultados -2009-2014/

Conde, C., Pabón, D. y Sánchez, R. (2013). La importancia de la información climática para la planificación del crecimiento y el desarrollo urbano. Pp. 25-39. En: Sánchez R. (ed). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. Santiago de Chile: CEPAL.

CONEVAL (2022) Información de pobreza y evaluación en las entidades federativas y municipios. México. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Paginas/inicioent.aspx

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutoon, P. and van den Belt, M. (1997) 'The value of the world's ecosystem services and natural capital', Nature, vol 387, pp253–260

Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. Ecosystem Services, 28, 1-16.

De Groot, R. et al., (2013), Benefitis of investing in ecosystem restoration/conservation/conservation bilogy, vol 27/6.

De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological economics, 41(3), 393-408.

Di Castro, M, R. (2017). La base natural en Cuernavaca y Medellín, ciudades de la "eterna primavera". En: Vargas Mata, M. I. Las mujeres en la arquitectura y el urbanismo en Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos: Facultad de Arquitectura

Diario Oficial de la Federación. (2022). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en el DOF el 11 de abril de

2022. Consultado en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Diario Oficial de la Federación. Consultado en: https://www.dof.gob.mx/

Díaz, V. J. y Curiel, A. (2012). Bosques Urbanos para enfriar las ciudades. Ciencia-Academia Mexicana de Ciencia.63(4). p. 36-41.

ECLAC, ILO (2018), Environmental sustainability and employment in Latin America and the Caribbean, (No. 19), Employment situation in Latin America and the Caribbean, Santiago.

Edens, B. M., Vissers, C., Su, J., Arumugam, S., Xu, Z., Shi, H., ... & Ma, Y. C. (2019). FMRP modulates neural differentiation through m6A-dependent mRNA nuclear export. Cell reports, 28(4), 845-854.

Eggleston, S., Buendia, L., & Miwa, K. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero [recurso electrónico]: orientación general y generación de informes.

Estrada, O. A. (2022). La usabilidad de los parques urbanos en la periferia de la Ciudad de México y su relación con los servicios ambientales culturales. Universidad Nacional Autónoma de México: Biología.

Forman KDT., Gordon (1986) Landscape ecology. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 619 pp.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México (2018). Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo. Última reforma publicada en la GOCDMX el 29 octubre 2018. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/leyes/reglamentos/360-reglamentodeimpactoambientalyriesgo#reglamento-de-impacto-ambiental-y-riesgo

Gaceta Oficial de la Ciudad de México https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/gaceta

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2011). Decreto por el que se declara como área de valor ambiental del distrito federal, con la categoría de barranca, a la denominada “Barranca Tecamachalco”

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2012) Acuerdo por el que se expide el programa de manejo del área de valor ambiental del distrito federal, con la categoría de barranca, a la denominada “Barranca Rio Becerra Tepecuache”.

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2012a) Decreto por el que se declara como área de valor ambiental del distrito federal, con la categoría de barranca, a la denominada “Barranca San Borja”

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2012b) Acuerdo por el que se expide el programa de manejo del área de valor ambiental “Barranca de Tarango”

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2012c) Decreto por el que se declara como área de valor ambiental del distrito federal, con la categoría de barranca, a la denominada “Barranca Magdalena Eslava”

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2012d) Acuerdo por el que se expide el programa de manejo del área de valor ambiental del distrito federal, con la categoría de barranca, a la denominada “Barranca Echánove”

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2012e) Decreto por el que se declara como área de valor ambiental del distrito federal, con la categoría de barranca, a la denominada “Barranca Tacubaya”

Galindo, L. M. y S. Basurto (2021). Valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas en México. Documento de trabajo. México, INEGI. Resultados Del Proyecto Natural Capital Accounting And Valuation Of Ecosystem Services Cuentas De Los Ecosistemas De México

Galindo, L.M., F. Lorenzo y JP Jiménez (2021), “Propuesta de Reforma para la Introducción de Criterios Ambientales en los Impuestos Selectivos al Consumo en Costa Rica”. Estudio desarrollado para el Ministerio de Hacienda de Costa Rica, financiado por GIZ (Alemania).

Gallai, N. y B. Vaissière (2009a). Guidelines for the economic valuation of pollination services at

Gallai, N. y Vaissière, B. (2009). Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale. FAO hal-02822628

Gallai, N., Salles, J.-M., Settele,J., Vaissière, B.E., 2009. Economic valuationof the vulnerabil-ity of world agriculture confronted with pollinator declin e. Ecol. Econ. 68, 810–821.https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.

Galván-Benítez, L (2022). Servicios ambientales del sistema de barrancas de la ciudad de México: análisis, perspectiva y propuesta a partir de los programas de manejo y la denuncia ciudadana. Reporte Técnico Maestría en Ciencias de la Sostenibilidad. Universidad Nacional Autónoma de México.

Girvan, et al., (2018), Biodiversity risk-integrating business and biodiversity in the tertiary sector, http://jncc.defra.gov.uk/default.aspx?page=6675.

Glass, G. V., McGaw, B., & Smith, M. L. (1981). Meta-analysis in social research. Sage Publications, Incorporated.

Gobierno de la CDMX y Secretaría de Medio Ambiente (2022), Programa Especial de Infraestructura Verde de la CDMX, preliminar.

Gobierno de la Ciudad de México (2019). Programa de Gobierno 2019-2024. Consultado en: https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/1/Plan_Gob_2019-2024.pdf

Gobierno de la Ciudad de México (2021), Resultados de la medición de la pobreza 2016-2021. Evalúa. Recuperado de https://www.evalua.cdmx.gob.mx/

Gobierno de la Ciudad de México (2022), Proyecto del Plan general de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2024, Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva.

Gobierno de la Ciudad de México (2022a), Proyecto del Plan Programa general de ordenamiento territorial de la Ciudad de México.

Gobierno de la Ciudad de México y Secretaría de medio ambiente (2018), Inventario de Emisiones de la Ciudad de México.

Gobierno del Distrito Federal (2012). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 96 pp.

Grammatikopoulou, I., & Vačkářová, D. (2021). The value of forest ecosystem services: A meta-analysis at the European scale and application to national ecosystem accounting. Ecosystem Services, 48, 101262.

Griscom, B., et al (2017), Natural climate solutions, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol 111/44, pp. 11645-11650.

Guimaraes. R. Et al (2020). Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values.research. funding and policy actions. Food Security. mayo. Pp. 1-19.

Haines-Young, R., & Potschin-Young, M. (2018). Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. One Ecosystem, 3, e27108.

Haines-Young, Roy, and Marion B. Potschin. "Common international classification of ecosystem services (CICES) V5. 1 and guidance on the application of the revised structure." (2018).

Hall, L.S., P.R. Krausman, and M.L. Morrison. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. Wildl. Soc. Bull. 25:173-182.

Hamilton K, Sjardin M, Marcello T, Xu G (2008) Forging a frontier: state of the voluntary carbon markets 2008. Ecosystem marketplace and new carbon finance, Washington, D.C.

Hanley, N., Breeze, T. D., Ellis, C., & Goulson, D. (2015). Measuring the economic value of pollination services: Principles, evidence and knowledge gaps. Ecosystem services, 14, 124-132. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.09.013

Hein MY, Vardi T, Shaver EC, Pioch S, Boström-Einarsson L, Ahmed M, Grimsditch G, McLeod IM. 2021. Perspectives on the use of coral reef restoration as a strategy to support and improve reef ecosystem services. Frontiers in Marine Science 8:299. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.618303

Herd-Hoare, S., & Shackleton, C. M. (2020). Ecosystem disservices matter when valuing ecosystem benefits from small-scale arable agriculture. Ecosystem Services, 46, 101201.

Hope, C. y Newbery, D. (2006). Calculating the social cost of carbon. University of Cambridge, 1-28.

Horlings LG. (2019) Sustainable place-shaping: what, why and how. Findings of the SUSPLACE program; Deliverable D7.6 Synthesis report. Wageningen University and Research, Wageningen. https://www.sustainableplaceshaping.net

http://dx.doi.org10.1073/pnas.1710465114.

IBERO (S/F). Programa de manejo socio-ambiental para la Barranca Tacubaya. Fase i. Zonificación del área de estudio. Recuperado de https://ort.cua.uam.mx/wpcontent/uploads/2020/11/fase1_tacubaya_final-1.pdf

ILO (2018), World employment and social Outlook 2018: greening with jobs, International Labor Organization,

INEGI (2021). Cuentas de los Ecosistemas de México. Resultados del Proyecto Natural Capital Accounting and Valuation of Ecosystem Services (NCAVES). México, INEGI, 258 pp.

INEGI (2022). Banco de información Económica. INEGI. México Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0

INEGI (2022ª). Marco Geoestadístico. Disponible en https://www.inegi.org.mx/temas/mg/

International Energy Agency. (2014). World energy outlook 2013 – Executive summary. Paris: IEA. Retrieved from http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2013SUM.pdf

IRENA (2021), Renewable Power Generation Costs in 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Kennedy. C.M. et al(2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. Ecology Letters. (2013) 1685). marzo. pp. 584–599

Kjellstrom, T., N. Maitre, C. Saget, M otto y T. Karinova (2019), Working on a warmer planet: the effect of heat stress on productivity and decent work.

Klein, A. M.; Vaissiere, B.E.; Cane, J. H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S.A.;Kremen, C. and Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators inchanging landscapes for world crops. Proceedings of the RoyalSociety, 274:303-313

Lal, R. (2002). Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. Environmental pollution, 116(3), 353-362.

Landa, R., Magaña, V. y Neri C. (2008). Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. México: SEMARNAT, Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Disponible en: http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/agua_y_clima/agua_y_clima. pdf (consultado el 24 de noviembre de 2016).

Łaszkiewicz, E., Heyman, A., Chen, X., Cimburova, Z., Nowell, M., & Barton, D. N. (2022). Valuing access to urban greenspace using non-linear distance decay in hedonic property pricing. Ecosystem Services, 53, 101394.

Laterra, P.; Nahuelhual, L.; Vallejos, M.; Berrouet, L.; Arroyo, E.; Enrico, L.; Villegas-Palacio, C. (2019). Linking inequalities and ecosystem services in Latin America. Ecosystem Services 36: 100875.

Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). Practical meta-analysis. SAGE publications, Inc.

Lonsdorf. E.. et al(2009). Modelling pollination services across agricultural landscapes. Ann. Bot.. 103. 1589–1600

López-Calva, L., Rodríguez-Castelá, C. (2016). Pro-growth equity: A policy framework for the twin goals. Policy Research Working Paper No. 7897. World Bank.
https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25700/WPS7897.pdf?sequ ence = 1&isAllowed = y

Łowicki, D., & Fagiewicz, K. (2021). A new model of pollination services potential using a landscape approach: A case study of post-mining area in Poland. Ecosystem Services, 52, 101370.

Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liquete, C., Vihervaara, P., Schägner, J. P., ... & Bidoglio, G. (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. Ecosystem services, 1(1), 31-39.

Marcos-Martinez, R., Bryan, B. A., Schwabe, K. A., Connor, J. D., Law, E. A., Nolan, M., & Sánchez, J. J. (2019). Projected social costs of CO2 emissions from forest losses far exceed the sequestration benefits of forest gains under global change. Ecosystem services, 37, 100935.

Marshall, Fiona; Dolley, Jonathan; Bisht, Ramila; Priya, Ritu; Waldman, Linda; Amerasinghe, Priyanie y Randhawa, Pritpal (2018), “Ecosystem services and poverty alleviation in urbanising contexts”, en Kate Schreckenberg, Geogina Mace y Mahesh Poudyal (eds), Ecosystem services and poverty alleviation, Nueva York, Estados Unidos de América, Routledge, pp. 137-151.

McKinsey & Company (2009). Pathways to a Low-Carbon Economy: Version 2 of the GlobalGreenhouse Gas Abatement Cost Curve. http://www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pathways_low_carbon_economy.asp.

Messina, Julián and Joana Silva (2018), Wage Inequality in Latin America: Understanding the Past to Prepare for the Future. The World Bank. Molina, L., & Molina, M. J. (Eds.). (2002). Air Quality in the Mexico Megacity:: An Integrated Assessment (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

Ministerio del Medio Ambiente y Agua. Sistemas de cosecha de agua de lluvia. Bolivia: Helvetas Bolibia. Disponible en: https://agua.org.mx/biblioteca/cartilla-3-sistemas-de-cosecha-de-agua-de-lluvia/

Monsalve Sáenz German. (1998). Hidrología en la ingeniería. México D.F.: Alfaomega.

MOPT (1993) Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas, Madrid, España. 809 pp.

Moreno Unda, A. A., & Perevochtchikova, M. (2021). Diagnóstico de inversiones en programas de conservación ambiental en la Ciudad de México, 2000-2018. Madera y bosques, 27(3).

Muñoz-Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista chilena de historia natural, 77(1), 139-156.

NGFS (Network for Greening the Financial System) (2021). NGFS climate scenarios for central banks and supervisors. Network for Greening the Financial System

Ninan, K.N. & Inoue, Makoto, 2013. "Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't," Ecological Economics, Elsevier, vol. 93(C), pages 137-149.

OCDE (2019), OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work, Publicaciones de la OCDE, París, https://dx.doi.org/10.1787/9ee00155 en.

OECD (2019), Biodiversity: Finance and the economic and business case for action, report prepared for the G7 Environment Ministers Meeting, 5-6 may 2019, OECD, Paris.

Ojea, Elena & Loureiro, Maria L. & Alló, Maria & Barrio, Melina, 2016. "Ecosystem Services and REDD: Estimating the Benefits of Non-Carbon Services in Worldwide Forests," World Development, Elsevier, vol. 78(C), pages 246-261.

Olaya Victor (2020). Sistemas de Información Geográfica. Pp 299-335 Disponible en: https://volaya.github.io/libro-sig/index.html

Paez, Alberto (2018) Anulan venta de barranca en Tacubaya, vecinos lo celebran. El Big Data. Recuperado de https://elbigdata.mx/bignews/anulan-venta-de-barranca-en-tacubaya-vecinos-lo-celebran/71872

Pagiola S (2008) Payments for environmental services in Costa Rica. Ecol Econ 65(4):712–724

Palacio Prieto José L., López Blanco Jorge, & Ortiz Pérez Mario A. (1992). Zonificación de magnitudes de tormentas máximas probables (en 24 horas) para periodos de retorno de 2 a 1 000 año, usando sistemas de información geográfica: el caso de la República Mexicana. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de geografía, 25, Pp 65-79.

PAOT (2010) Ocupación irregular y riesgo socioambiental en Barrancas de la Delegación Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal. Procuraduría Ambiental y Arrendamiento Territorial del DF

PAOT (2012) Informe Anual de Actividades enero 2011 - febrero 2012. Recuperado de http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/storage/app/media/docpub/paot/paot-primer-informe-gobierno2011.pdf

PAOT (2018) Análisis para determinar la zonificación del área de valor ambiental “barranca Tarango” con base en los instrumentos de planeación aplicables. Subprocuraduría Ambiental De Protección y Bienestar a los Animales. Ciudad de México

Parry, I. W., & Small, K. A. (2005). Does Britain or the United States have the right gasoline tax?. American Economic Review, 95(4), 1276-1289.

Paz Pellat, F., Argumedo Espinoza, J., Cruz Gaistardo, C. O., Etchevers, J. D., & de Jong, B. (2016). Distribución espacial y temporal del carbono orgánico del suelo en los ecosistemas terrestres de México. Terra Latinoamericana, 34(3), 289-310.

Pelletier, M. C., M. Tocock, D. Hatton MacDonald, J. M. Rose, and C. A. Sullivan. 2021. “Does Information Matter in the Value of a Wetland?” Journal of

Environmental Planning and Management 65(7). doi:10.1080/09640568.2021.1995339

Perevochtchikova, M. (2016). Estudio de los efectos del Programa de Pago por Servicios Ambientales. Experiencia en Ajusco México. CDMX, México: El Colegio de México.

Perevochtchikova, M., De la Mora-De la Mora, G., Hernández Flores, J., Marín, W., Langle Flores, A., Ramos Bueno, A., & Rojo Negrete, I. (2019). Systematic review of integrated studies on functional and thematic ecosystem services in Latin America, 1992–2017. Ecosystem Service, Elsevier, 1-13

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT). (2012). Normateca Interna.Consultado en: https://paot.org.mx/leyes/scripts/vista_programas.php?pagina=8&criterio=

Procuraduría Ambiental y Territorial de la CDMX (PAOT) (s.f.). Estadísticas y datos generales de las áreas verdes. Consultado en: https://paot.org.mx/micrositios/FORO_CONS_RN/pdf/mesa_4/Zenia.pdf

Ramos A. (1979) Planificación física y ecológica: modelos y métodos. Editorial Emesa, Madrid, España. 216 pp.

Ramos, Alya; Jujnovsky, Julieta, y Almeida-Leñero, Lucía (2018). The Relevance of Stakeholders' Perceptions of Ecosystem Services in a Rural-Urban Watershed in Mexico City. Ecosystem Services, 34, pp. 85- 95. doi: 0.1016/j.ecoser.2018.10.003

Reid, W. V. (2005). Millennium ecosystem assessment.

Rogan, M.; Miller, J.; Lindsey, P.; Nutt, W. 2018. Socioeconomic drivers of illegal bushmeat hunting in a Southern African Savanna. Biological Conservation 226: 24-31.

Roger M. Harbord & Julian P.T. Higgins, 2008. "Meta-regression in Stata," Stata Journal, StataCorp LP, vol. 8(4), pages 493-519, December.

Saaty, T. L., & Mu, E. (1997). The Peruvian hostage crisis of 1996–1997: What should the government do?. Socio-Economic Planning Sciences, 31(3), 165-172.

Saget, Catherine, Vogt-Schilb, Adrien and Luu, Trang (2020). Jobs in a Net-Zero Emissions Future in Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank and International Labor Organization, Washington D.C. and Geneva.

Salas Salinas Marco A. (2014). Metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas, Fenómenos Hidrometeorológicos. México: CENAPRED Serie Atlas Nacional de Riesgos. Pp. 21-23

Salido, G. (2019). Proposición con Punto de Acuerdo por el que se exhorta a diversas autoridades información respecto a la problemática en la Barranca de Tecamachalco y la Presa de Tecamachalco. Recuperado de https://gabysalido.mx/legislativo/pda/proposicion-con-punto-de-acuerdo-por-el-que-se-exhorta-a-diversas-autoridades-informacion-respecto-a-la-problematica-en-la-barranca-de-tecamachalco-y-la-presa-de-tecamachalco/

Sánchez San Román J. Cálculo de la Precipitación mediante el método del S.C.S. España: universidad de Salamanca. Disponible en: https://hidrologia.usal.es/practicas/Pneta_SCS/Pneta_SCS_fundam.pdf

Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX (SEDEMA). (2012). BARRANCAS URBANAS DEL SURPONIENTE DEL DISTRITO FEDERAL, ÁREAS DE VALOR AMBIENTAL. Consultado en: http://martha.org.mx/una-politica-con-causa/wp-content/uploads/2013/09/05-Barrancas-Urbanas.pdf

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (SEDEMA). (2018). Inventario de emisiones de la Ciudad de México 2018.

SEDEMA (2010) Registro de emisión de gases de efecto invernadero 2010. Distrito Federal. Recuperado de http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/carbonn-registro-gei2010/#p=1

SEDEMA (2012) Registro de emisión de gases de efecto invernadero 2010. Distrito Federal. Recuperado de http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/carbonn-registro-gei2012/#p=1

SEDEMA (2014) Inventario de emisiones de la CDMX 2014.Contaminantes criterio, tóxicos y efecto invernadero. Recuperado de http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-cdmx2014-2/mobile/index.html#p=1

SEDEMA (2016) Inventario de emisiones de la CDMX 2016.Contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero. Recuperado de http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/

SEDEMA (2018) Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2018. Recuperado de http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-cdmx-2018/Inventario-de-emisiones-cdmx-2018.pdf

Sedema. (2020). Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México 2019. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

Selivanov, E., & Hlaváčková, P. (2021). Methods for monetary valuation of ecosystem services: A scoping review. Journal of Forest Science, 67(11), 499-511.

SIE (2022) Sistema de información Energética. SENER. Recuperado de https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=DIIE_C32_ESP

Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) (2020). Plantas de tratamiento de agua residual (estatal). http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=plantasTratamiento&n=estatal

Smith P., Ashmore M., Black H., Burgess P., Evans C., Hails R., Potts S.G., Quine T., Thomson A. Regulating Services. UNEP-WCMC; Cambridge: 2011. UK National Ecosystem Assessment

Stern N (2007) The economics of climate change: the Stern review. Cambridge University Press, Cambridge and New York

Stern, N. (2006). Stern review: The economics of climate change (Vol. 30). London: HM treasury.

Stiglitz, Joseph y Nicholas Stern: Report of the High-Level Commission on Carbon Prices, Washington, D.C.:Grupo del Banco Mundial, Carbon Pricing Leadership Coalition, 2017

TEEB, R. O. (2010). Mainstreaming the Economics of Nature.

Tol, R. S. (2005). The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties. Energy policy, 33(16), 2064-2074.

Tremlett, C. J., Peh, K. S. H., Zamora-Gutierrez, V., & Schaafsma, M. (2021). Value and benefit distribution of pollination services provided by bats in the production of cactus fruits in central Mexico. Ecosystem Services, 47, 101197.

United Nations (2014). “System of Environmental-Economic Accounting. 2012-Experimental Ecosystem Accounting -SEEA EEA-. United Nations. New York

United Nations, European Commission, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Organisation for Economic Co-operation and Development, The World Bank (2014) System of Environmental-Economic Accounting 2012 – Experimental Ecosystem Accounting. United Nations, New York

Vaissière, B E; Freitas, B M; Gemmill-Herren, B (2011) Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use. Food and Agriculture Organization of the United Nations

Vallecillo, S., La Notte, A., Zulian, G., Ferrini, S., Maes, J., 2019. Ecosystem services accounts: Valuing the actual flow of nature-based recreation from ecosystems to people. Ecological Modelling 392: 196-211.

Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. Ecosystem Services, 52, 101367

World Bank, Ecofys, Vivid Economics (2017) State and Trends of Carbon Pricing 2017 (November), Washington, DC: World Bank. Available at: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28510/wb_report_171027.pdf?sequence=5&isAllowed=y