UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

Análisis de los cambios de uso de suelo en el APFF "Corredor Biológico Chichinautzin" de los años 1990, 2000, 2010 y 2020

TESIS

Que para obtener el título de

Licenciada en Ciencias Ambientales

P R E S E N T A

Stefany Gil Reyes

DIRECTORES DE TESIS

M. en D. M. Sergio Rivera Morales

M. en M. T. José Manuel Romero Cuero

Toluca, Estado de México 2022

ÍNDICE

Introducción 7
Planteamiento del problema 9
Pregunta de investigación 10
Hipótesis 10
Delimitación espacial y temporal de la zona de estudio 11
Objetivo general 11
Objetivos específicos 11
Justificación 12
Antecedentes 13
Metodología 17
Capítulo 1. Estrategias de conservación 21
1.1. Conservación, aprovechamiento y medio ambiente 21
1.2. Fragmentación en los ecosistemas 25
1.2.1. Las Áreas Naturales protegidas como estrategia de conservación 27
1.3 Marco jurídico 35
1.3.1. Administración de las Áreas Naturales Protegidas 40
1.3.2. Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas 43
1.4. Corredores biológicos como propuesta ante la fragmentación 48
1.4.1. Ejemplos de corredores biológicos a nivel mundial 53
1.4.1.1 Corredor Biológico Mesoamericano 54
Capítulo 2. Interpretación de los factores que conforman el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" 58
2.1 Antecedentes del Corredor Biológico Chichinautzin 59
2.2. Instrumentación del Corredor Biológico Chichinautzin 61
2.3. Descripción del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" 62
2.3.1 Flora y fauna 65
2.3.2 Ecosistemas 69
2.3.3 Edafología 73
2.3.4 Hidrografía 76
2.4 Diagnóstico socioeconómico 81
2.4.1 Distribución de la población 82
2.4.2. Distribución económica 90
Capítulo 3. Análisis geoespacial en la dinámica de la distribución del uso de suelo y vegetación en el Corredor Biológico Chichinautzin 96
3.1 Análisis del cambio de uso suelo mediante factores determinantes para el año 1990 102
3.1.1. Uso forestal para el año 1990 104

3.1.2. Uso agrícola para el año 1990 105
3.1.3. Uso pecuario para el año 1990 106
3.1.4. Uso pastizal para el año 1990 106
3.1.5. Uso urbano para el año 1990 106
3.1.6. Cuerpos de agua para el año 1990 110
3.2 Análisis del cambio de uso de suelo mediante factores determinantes para el año 2000 112
3.2.1. Uso forestal para el año 2000 114
3.2.2. Uso agrícola para el año 2000 115
3.2.3. Uso pecuario para el año 2000 116
3.2.4. Uso pastizal para el año 2000 116
3.2.5. Uso urbano para el año 2000 117
3.2.6. Cuerpos de agua para el año 2000 120
3.3 Tasa de cambio de uso de suelo 1990-2000 120
3.4 Análisis del cambio de uso suelo mediante factores determinantes para el año 2010 127
3.4.1. Uso forestal para el año 2010 129
3.4.2. Uso agrícola para el año 2010 130
3.4.3. Uso pecuario para el año 2010 130
3.4.4. Uso pastizal para el año 2010 131
3.4.5. Uso urbano para el año 2010 131
3.4.6. Cuerpos de agua para el año 2010 133
3.4.7. Zona de confinamiento para el año 2010 133
3.5 Tasa de cambio de uso de suelo 2000-2010 134
3.6 Análisis del cambio de uso de suelo mediante factores determinantes para el año 2020 140
3.6.1. Uso forestal para el año 2020 143
3.6.2. Uso agrícola para el año 2020 145
3.6.3. Uso pecuario para el año 2020 147
3.6.4. Uso pastizal para el año 2020 148
3.6.5. Uso urbano para el año 2020 149
3.6.6. Cuerpos de agua para el año 2020 151
3.6.7. Zona de confinamiento para el año 2020 152
3.7 Tasa de cambio de uso de suelo 1990-2020 152
3.8 Reflexiones 164

Capítulo 4. Un análisis a los objetivos que decretaron el Chichinautzin 171

4.1. Un acercamiento al cumplimiento de los objetivos del ANP 173
4.1.1. Centro de endemismo y biodiversidad 173
4.1.2. Contención de la urbanización 175
4.1.3. Recarga de mantos acuíferos 178
4.2. Programa de Manejo como sustento del COBIO 180
4.3 Zonificación en la actualidad 182
4.4. Uso de suelo urbano como el de mayor incremento 185

Capítulo 5. La revalorización del territorio como una alternativa integral en los usos de suelo 190

6. Conclusiones generales 205

Bibliografía 210

Índice tablas

Tabla 1. *Matriz de zonificación.* 31

Tabla 2. *Reglas Administrativas de los Programas de Manejo de las ANP.* 38

Tabla 3. *Áreas Naturales Protegidas de carácter federal con Programa de Manejo vigente* 42

Tabla 4. *Especies en el Corredor Biológico Chichinautzin descritas en la NOM-059-SEMARNAT-2010* 67

Tabla 5. *Principales elevaciones del relieve del COBIO* 80

Tabla 6. *Dinámica poblacional del COBIO de 1990, 2000, 2010 y 2020* 82

Tabla 7. *Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin en 1990* 102

Tabla 8. *Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin del 2000* 112

Tabla 9. *Tasa de cambio de uso de suelo de 1990 a 2000* 121

Tabla 10. *Usos de suelo en el año 2010* 127

Tabla 11. *Tasa de cambio de uso de suelo 2000-2010* 134

Tabla 12. *Usos de suelo y vegetación del COBIO para el año 2020* 143

Tabla 13. *Tasa de cambio de uso de suelo 1990-2020* 153

Tabla 14. *Diferencia en superficie Fracción I 1990-2020* 164

Tabla 15. *Diferencia en superficie Fracción II 1990-2020* 167

Índice figuras

Figura 1. Metodología de la investigación. 17

Figura 2. Interpretación de la Tasa de cambio de uso de suelo. 19

Figura 3. Esferas en las cuales el ser humano interactúa con la biodiversidad. 22

Figura 4. Categorías en los servicios ecosistémicos. 23

Figura 5. Opciones para las especies para mantenerse bajo un paisaje fragmentado. 26

Figura 6. Objetivos de las Áreas Naturales Protegidas. 28

Figura 7. Categorías de las Áreas Naturales Protegidas a nivel federal. 29

Figura 8. Subzonas de las zonas núcleo. 32

Figura 9. Subzonas de la zona de amortiguamiento. 33

Figura 10. Áreas de Protección de Flora y Fauna a nivel federal. 34

Figura 11. Ejes centrales en la ampliación y fortalecimiento para la operación de las ANP. 41

Figura 12. Ejes del Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. 44

Figura 13. Subprogramas de los Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. 45

Figura 14. El POA consta de seis apartados que atienda los siguientes criterios. 47

Figura 15. Beneficios que presentan los corredores biológicos en la conectividad ecológica del paisaje. 50

Figura 16. Objetivos que plantean los corredores biológicos. 51

Figura 17. Criterios para diseñar corredores biológicos. 52

Figura 18. Esquema de un Corredor Biológico. 53

Figura 19. Corredor Biológico Mesoamericano. 55

Figura 20. Áreas de acción en el Corredor Biológico Tenorio Miravalles. 57

Figura 21. Corredores Biológicos de Costa Rica. 57

Figura 22. Características del Corredor Biológico Chichinautzin. 60

Figura 23. Flora del Corredor Biológico Chichinautzin. 65

Figura 24. Ecosistemas de México. 69

Figura 25. Modelo conceptual de la recarga en la Sierra de Chichinautzin. 77

Figura 26. Elementos para análisis de cambio de uso de suelo. 97

Figura 28. Venta de terrenos a pie de carretera en la Fracción I. 156

Figura 29. Objetivos en el Decreto del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin". 173

Figura 30. A) Monocultivo de pinos; B) Árbol con plaga. 174

Figura 31. PPSA en la localidad de Coajomulco, Fracción I. 184

Figura 32. A) Venta de terrenos en la Fracción I; B) Venta de terrenos en la Fracción; C) Construcción de bienes inmuebles en Fracción I; D) Asentamientos humanos a las inmediaciones de la ZN "Las Mariposas". 188

Figura 33. A) Tiradero a cielo abierto COBIO Chichinautzin; B) Tiradero a cielo abierto COBIO Chichinautzin. 188

Figura 34. Índice de efectividad del APFF Corredor Biológico Chichinautzin. 191

Índice gráficas

Gráfica 1. Teoría Malthusiana. 24

Gráfica 2. Número de especies del Corredor Biológico en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 68

Gráfica 3. Dinámica demográfica en el Corredor Biológico Chichinautzin 1990-2020. 82

Gráfica 4. Población por Fracciones año 2020. 86

Gráfica 5. Pirámide poblacional total del COBIO 2020. 88

Gráfica 6. Comparativa de servicios básicos en la Fracción I en el periodo 1990-2020. 89

Gráfica 7. Comparativa de servicios básicos en la Fracción II en el periodo 1990-2020. 90

Gráfica 8. PEA Fracción I del año 2020. 91

Gráfica 9. Actividades económicas Fracción I COBIO, 2020 92

Gráfica 10. PEA por municipios en la Fracción II del año 2020. 93

Gráfica 11. Actividades económicas Fracción II COBIO, 2020. 93

Gráfica 12. Usos de suelo por periodos de tiempo en porcentaje. 99

Gráfica 13. Distribución de las actividades económicas en la Fracción I del COBIO de 1990. 109

Gráfica 14. Distribución de las actividades económicas en la Fracción II del COBIO de 1990. 110

Gráfica 15. Actividades económicas en la Fracción I del año 2000. 118

Gráfica 17. Actividades económicas en la Fracción I de 1990 al 2000. 125

Gráfica 18. Actividades económicas en la Fracción II de 1990 al 2000. 126

Gráfica 19. Cambio de uso de suelo forestal en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. 135

Gráfica 20. Cambio de uso de suelo agrícola en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. 136

Gráfica 21. Cambio de uso de suelo pastizal en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. 137

Gráfica 22. Cambio de uso de suelo urbano en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. 138

Gráfica 23. Cambio de uso de suelo cuerpo de agua en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. 139

Gráfica 24. Cambio de uso de suelo pecuario en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. 140

Gráfica 25. Número de incendios y superficie afectada en Morelos 1990-2020. 149

Gráfica 26. Promedio de variación de la tasa de cambio de uso de suelo de 1990 al 2020. 154

Gráfica 27. Superficie forestal en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 155

Gráfica 28. Superficie agrícola en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 157

Gráfica 29. Superficie pecuaria en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 159

Gráfica 30. Superficie de cuerpo de agua en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 160

Gráfica 31. Superficie urbana en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 161

Gráfica 32. Superficie de pastizal en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 162

Gráfica 33. Superficie de zona de confinamiento en el COBIO durante el periodo 1990-2020. 163

Índice mapas

Mapa 1. Ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. 63

Mapa 2. Ecosistemas presentes en el Corredor Biológico Chichinautzin. 70

Mapa 3. Edafología en el Corredor Biológico Chichinautzin. 74

Mapa 4. Relieve e hidrografía del COBIO Chichinautzin. 79

Mapa 5. Distribución de las localidades en el COBIO Chichinautzin, 2020. 85

Mapa 6. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 1990. 103

Mapa 7. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 2000. 113

Mapa 8. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 2010. 128

Mapa 9. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin 2020. 142

Mapa 10. Zonas de mayor aptitud de Manejo Forestal Comunitario maderable y no maderable en el Chichinautzin. 194

Mapa 11. Zonas aptas para plantaciones de árboles de navidad en el Chichinautzin. 196

Mapa 12. Zonas aptas para el programa de PSA en el Chichinautzin. 198

Mapa 13. Zonas prioritarias para el combate de incendios forestales en el Chichinautzin. 200

Mapa 14. Zonas aptas para tratamientos fitosanitarios en el Chichinautzin. 202

Mapa 15. Tasa de transformación en el Corredor Biológico Chichinautzin de 1990 a 2020. 209

Resumen

El Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" ubicado al norte del Estado de Morelos fue decretado en el año de 1988 bajo tres principales objetivos: ser una zona de recarga de mantos acuíferos, de contención de la urbanización y por ser uno de los principales centros de endemismo, además de formar parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas debido a su relevancia ecosistémica y que por su carácter como Corredor Biológico pretende hacer frente a la fragmentación del paisaje; no obstante, la falta de integración social aunado a la carencia de un Programa de Manejo han incidido directamente en la ocupación de suelo mediante las actividades productivas que se llevan a cabo sin regulación alguna. Esto se ve reflejado en los diversos conflictos socio-ambientales actuales, muestra de ello es la tala ilegal, la presencia de un tiradero a cielo abierto y el crecimiento urbano descontrolado; estos responden a las necesidades de la población condicionadas por las características del medio físico.

El propósito del presente estudio es analizar los cambios de uso de suelo como áreas de gran interés dentro del campo de la conservación y de la integración del paisaje a lo largo de 30 años (1990, 2000, 2010 y 2020), partiendo de un diagnóstico que considera los factores sociales, económicos, demográficos y espaciales delimitados a la zona de estudio, para el análisis cuantitativo donde se realizó el procesamiento de imágenes satelitales para su posterior digitalización con el fin de identificar cada uso de suelo y su dinámica correspondiente a los años de estudio.

Asimismo, se calculan las tasas de cambio de uso de suelo entre los periodos de tiempo antes mencionados, arrojando datos concisos entre los que se destaca la disminución forestal de 42.53 km^2 mientras que el uso de suelo urbano incrementó en 25.53 km^2. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes en el territorio del corredor biológico. Es importante destacar que para la presente investigación se realizó un análisis integral donde se contrastan los resultados obtenidos basados en el cumplimiento de los objetivos que le dieron razón de ser al Chichinautzin, respecto a la instrumentación referente a usos de suelo y el trabajo de campo, sin olvidar a los actores clave de cada actividad productiva mostrando su interacción en la ocupación del suelo.

Es de destacar que uno de los hallazgos más importantes encontrados en esta investigación es la ausencia de voluntad de las autoridades ambientales demostrado en la carencia de instrumentos de gestión y políticas ambientales para la administración y el manejo del Área Natural Protegida, por otro lado, está el desconocimiento parcial de la población entorno a la concepción del territorio como "Corredor Biológico Chichinautzin" trayendo como consecuencia el desarrollo de actividades productivas que no están permitidas dentro de su decreto, además de que la retribución económica por parte de los programas gubernamentales entorno a la conservación y protección es mínima respecto a distintas actividades de remuneración.

Por último, es importante destacar que el análisis de los usos de suelo en el Chichinautzin permite generar una línea base para el establecimiento y fortalecimiento de las estrategias, instrumentos y políticas públicas entorno a la conectividad ecológica y la revalorización del territorio como una alternativa integral en los usos de suelo.

Palabras clave: cambio de uso de suelo, corredor biológico, Área Natural Protegida, tasa de cambio, conectividad ecológica.

Introducción

La presente investigación se centra en desarrollar un entendimiento de la dinámica en la cobertura de uso suelo en el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin", decretada por ser una zona de recarga de mantos acuíferos, de contención de urbanización entre la Ciudad de México y Cuernavaca y por ser un centro de endemismo además de abarcar 373.02 km^2 del territorio nacional y representar el 7.50% del Estado de Morelos abarcando una gran diversidad de ecosistemas que proveen múltiples servicios ecosistémicos**.** No obstante, las actividades antrópicas detectadas como la tala ilegal, la sobre posición de dominios en la venta de predios para la construcción de bienes inmuebles que a su vez fomentan la urbanización, los constantes incendios forestales provocados, la deficiencia en la sinergia institucional reflejado en los programas gubernamentales y en las políticas públicas. Finalmente, la falta de un Programa de Manejo del ANP como el instrumento que determine las estrategias de conservación, han ocasionado carencias sociales, administrativas y económicas impactando el Área Natural Protegida respecto a los objetivos de conservación que lo decretaron y que las actividades productivas que se llevan

a cabo inciden directamente en los usos de suelo. La presente investigación pretende explicar el grado de deterioro del COBIO mediante el análisis de cambio de uso de suelo.

Para ello se realizó un análisis de cambio de uso de suelo a cuatro escalas durante el periodo 1990-2020 partiendo de los usos: forestal, urbano, agrícola, pastizal, pecuario, cuerpo de agua y zona de confinamiento. Con el fin de conocer cuantitativa y espacialmente sus dinámicas en conjunto con los patrones sociales, económicos, demográficos y ambientales que han determinado las condiciones actuales en la zona de estudio.

Como se explica más adelante, los resultados cartográficos arrojaron una disminución forestal de 42.53 km^2 mientras que el uso de suelo urbano incrementó 25.53 km^2 a lo largo de 30 años. Ambos valores se encuentran inmersos en el territorio concebido como Área Natural Protegida denominada como corredor biológico por lo que es de interés el conocer los factores socioeconómicos que han intervenido en la configuración de estos. Por ello, los instrumentos normativos referentes a los usos de suelo vigentes que rigen la zona y la identificación de actores, se consideran elementos clave para proponer soluciones encaminadas a la vinculación entre los programas gubernamentales, las aptitudes del territorio y las condiciones socioeconómicas actuales, que en conjunto permitan una reconfiguración del territorio, mismo que por ser un corredor biológico debe encaminarse.

Planteamiento del problema

El cambio de uso de suelo es una de las principales problemáticas latentes en el Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO), encontrando discrepancias entre los objetivos de conservación con las actividades que rigen el área. Es necesario considerar una serie de limitaciones importantes de este estudio: en primer lugar, el Corredor Biológico no cuenta con un Programa de Manejo. Por otro lado, no se cuenta con datos precisos sobre las coberturas de los usos del suelo históricos y presentes a través de un análisis enfocado en los cambios que ha sufrido en las últimas décadas, desconociendo el nivel de fragmentación en el COBIO. De otra forma, su zonificación es general: la zona núcleo (ZN) y la zona de amortiguamiento sin considerar su subzonificación, por tanto, las actividades

que se realizan dentro del COBIO no son reguladas viéndose reflejadas en los conflictos sociales, económicos, demográficos y ambientales que actualmente aquejan la zona.

El COBIO se localiza en el Eje Neovolcánico, la región más densamente poblada de México por ello destaca entre sus objetivos ser un área de contención de la urbanización entre el sur de la Ciudad de México y el norte del Estado de Morelos, no obstante, los procesos de urbanización se han incrementado sin planificación a consecuencia de la venta de predios destinados a la construcción de viviendas y desarrollos habitacionales. Los ejidatarios y los comuneros han cambiado a esta actividad debido la falta de oportunidades económicas y de una instrumentación en el Área Natural Protegida (ANP) ya que, estrictamente, no se impide a los pobladores a realizar dicha actividad. La incompatibilidad de las actividades realizadas con la aptitud del área ha provocado, por ejemplo, que el objetivo de recarga de mantos acuíferos mismos que abastecen de agua potable a las grandes urbes se encuentre en peligro.

Finalmente, el deterioro socioambiental, como el abandono paulatino por parte de la sociedad, las instituciones y la propiedad privada en la concepción del área como un Corredor Biológico ha sido cada vez más latente como resultado de la carente instrumentación de políticas de manejo.

Pregunta de investigación

Ante esta realidad surge la pregunta: ¿En qué medida han impactado en el territorio del Corredor Biológico Chichinautzin los problemas socioeconómicos que le han aquejado desde su decreto?

Hipótesis

El Corredor Biológico Chichinautzin ha presentado continuos cambios en los usos de suelo, que aunado a la falta de un Programa de Manejo y a la deficiente integración social, pone en duda la efectiva aplicación de los objetivos que le dieron razón.

Delimitación espacial y temporal de la zona de estudio

La zona de estudio es el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin"; fue elegida por su denominación como corredor biológico que forma parte de un nuevo paradigma de conservación que hiciera frente a la fragmentación de los ecosistemas, ya que debe fungir como territorio de conectividad espacial y de los componentes sociales y económicos que integran el territorio. No obstante, dentro de las categorías de Áreas Naturales Protegidas no se considera el corredor biológico como una, por lo que, se analizará desde su categoría como Área de Protección de Flora y Fauna considerando cuatro escalas de tiempo: 1990, como base para conocer las condiciones iniciales del territorio como ANP; el año 2000 ya que durante la década anterior el ANP quedó solamente en decreto, siendo desentendida por parte de las autoridades gubernamentales; el año 2010 para conocer los usos de suelo que precedieron a la inscripción del COBIO en el programa de Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP II) y los apoyos económicos de instituciones internacionales que reactivaron su operación; finalmente, el año 2020 para conocer las condiciones actuales del COBIO mediante la identificación de actores y así proponer acciones encaminadas a una compatibilidad de suelo con las actividades económicas y sociales del territorio.

Objetivo general

Analizar el cambio de uso de suelo del COBIO desde el año 1990 al 2020, bajo una perspectiva integral, abordando aspectos sociales, económicos y ambientales durante el periodo de estudio, con la finalidad de comprender la dinámica socioeconómica en los municipios con mayores tendencias de cambios del suelo.

Objetivos específicos

- Comprender diversas nociones teóricas, conceptuales y metodológicas referentes a las estrategias de conservación, conservación, aprovechamiento y medio ambiente, fragmentación en los ecosistemas y Áreas Naturales Protegidas como estrategia de conservación.

- Identificar el marco jurídico de las Áreas Naturales Protegidas y la importancia de los Programas de Manejo como instrumento de gestión.
- Interpretar los aspectos biofísicos, demográficos, económicos y socioculturales que caracterizan el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin".
- Analizar la dinámica de la distribución del uso de suelo y vegetación en el área de estudio para los años 1990, 2000, 2010 y 2020.
- Comprender la situación actual del ANP Chichinautzin a partir de los factores ambientales, sociales y económicos que han incidido en la transformación de los usos de suelo.
- Reflexionar sobre la revalorización del territorio como una alternativa integral en los usos de suelo en el área de protección de flora y fauna Corredor Biológico Chichinautzin.

Justificación

A nivel nacional, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se encuentran amenazadas principalmente por la deforestación, incidiendo como primer punto en el cambio de uso de suelo, ya que se destina a actividades económicas como la agrícola, ganadera o la urbanización; el tipo de perturbación y su magnitud dependen de factores como la efectividad en el manejo y la administración del Área Natural Protegida además del contexto socioeconómico y político en el que se encuentra inmerso. Los factores mencionados anteriormente inciden en la efectividad de las ANP para cumplir con los objetivos de conservación.

Entre las principales actividades antrópicas de perturbación ambiental se encuentra el cambio de uso de suelo, definido como la transformación de la cubierta vegetal original para convertirla a otros usos como lo es la agricultura, ganadería, ampliación de infraestructuras que posteriormente se convierten en asentamientos urbanos y que modifican la densidad y composición de los ecosistemas. Sin embargo, no todo cambio de uso de suelo es de impacto negativo a la cobertura inicial, se muestran incluso casos

de actividades favorables como lo son: la reforestación, los agroecosistemas, prácticas agrícolas como lo es la rotación de cultivo, el uso de fertilizantes en momentos y dosis adecuadas, cosecha de agua, etc. Estas acciones permiten un mejor aprovechamiento del recurso edafológico. De manera general los cambios de uso de suelo están sujetos a las acciones antrópicas que se desenvuelvan en el territorio.

Otra alternativa de conservación del suelo es la de los corredores biológicos, estos deben representar un instrumento de política pública para hacer frente a las tendencias de cambio de uso de suelo a través de una zonificación que permite el ordenamiento territorial, el cual planifica y gestiona las entidades encaminadas a un desarrollo sustentable desde una perspectiva integral; por otro lado, el Plan de Manejo es un instrumento que determina las estrategias de conservación y manejo de las ANP; ambos instrumentos se relacionan a través del manejo sostenible de los recursos naturales en un mismo esfuerzo para decidir el quehacer local.

A pesar de la importancia que representa la biodiversidad para el desarrollo del ser humano tanto individual como social y económicamente, no existe un sistema a nivel nacional que aborde un análisis en los cambios de uso de suelo, además que deben considerarse variables físicas, políticas, sociales, culturales y climáticas. La finalidad de estos estudios es generar una mayor planificación para la aplicación de las políticas ambientales como la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable los recursos naturales.

Finalmente, es importante mencionar que la investigación pretende entender al cambio de uso de suelo desde una perspectiva integral a través de los ejes: social, económico y ambiental determinados. De esta manera se entenderá la dinámica socioeconómica a la que se encuentran los municipios con mayor tendencia de degradación y disminución de su cobertura forestal.

Antecedentes

El concepto de ecosistema hace referencial conjunto de factores bióticos y abióticos que interactúan mediante procesos biológicos y que se establecen en un área determinada con características homogéneas. La zona de estudio comprende ocho

ecosistemas que han sufrido de algún tipo de fragmentación, por lo que, la delimitación se centrará en este concepto.

Gallopin (2003) señala que estabilidad ecológica de los ecosistemas se encuentra amenazada por numerosas actividades de origen antrópico, como lo son la transformación del paisaje destinado a la agricultura, ganadería, turismo, habitacional, etc. Que alteran la línea base, determinando su dinámica funcional para la provisión de bienes y servicios ambientales, los cuales, determinan una estructura de elementos naturales que proporcionan la satisfacción de necesidades básicas y motivan el bienestar del ser humano y el desarrollo de las sociedades.

Por ello, las Áreas Naturales Protegidas Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP] (2021) son la principal estrategia de conservación a nivel internacional; denotadas como espacios continentales y/o marinos reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado, ya que éstas albergan una gran diversidad biológica, cultural y paisajística con alta importancia de conservación.

Sin embargo, entre las principales amenazas en las Áreas Naturales Protegidas se destaca el cambio de uso de suelo, definido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2002) como la transformación de la cubierta vegetal para convertirla a otros usos de productividad económica, degradando la calidad de cubierta vegetal a través de los cambios de densidad y composición de las especies.

Los procesos de transformación del paisaje como respuesta a diversos factores socioeconómicos, como el acelerado crecimiento urbano o el abandono de zonas agrícolas han impactado en la cobertura del suelo, por lo que es de relevancia realizar investigaciones a distintas escalas para conocer las causas, los factores y las consecuencias de este fenómeno, las diversas investigaciones a nivel nacional realizadas en torno a las transformaciones de uso de suelo que han tenido ciertas Áreas Naturales Protegidas permiten conocer las tasas de transformación y las causas de estas; por un lado, a manera de estudio se retoman las investigaciones referentes a las tasas de cambio de uso de suelo a nivel regional, además se considera el índice de efectividad de

las Áreas Naturales Protegidas, finalmente el impacto de las actividades agrícolas en las Ciénegas de Lerma, Estado de México.

En primera instancia está la investigación elaborada por Sahagún et. Al. (2018) denominado *Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México* brinda un acercamiento al moldeado de escenarios de cambio potencial de usos de suelo mediante variables biofísicas y socioeconómicas en conjunto con las tasas de cambio, arrojando que dichos procesos ponen en riesgo la funcionalidad de los ecosistemas con una predominancia del pastoreo y una disminución paulatina de los ecosistemas de las Áreas Naturales Protegidas; mediante este análisis el autor proporciona un análisis en la profundidad de la prontitud de estos acelerados cambios de coberturas forestales hacia usos de demostrando su importancia para el rediseño de las estrategias de conservación y sobre un monitoreo a corto y mediano plazo.

Mientras que la investigación *Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico* elaborada por Figueroa y Sánchez (2008) genera una evaluación en la efectividad de 69 Áreas Naturales Protegidas mismas que tienen una extensión mayor a 1,000 hectáreas, entre ellas el Chichinautzin, así como un área de influencia considerando la tasa de transformación que hubo en los años 1993-2002 y una y así generar un índice de efectividad mediante el porcentaje como la extensión de las áreas transformadas, la tasa de cambio de uso de suelo entre ambos periodos de tiempo, una comparativa entre la tasa de cambio desde la zona de influencia y otra de solamente el Área Natural Protegida, arrojando valores distintos en cada Área Natural Protegida, esto es de suma relevancia para comprender que cada región difiere en su contexto social, económico y político impacta de manera distinta sobre el territorio; una limitante a considerar es que para generar un análisis de cambio de uso de suelo es necesario considerar contexto socioeconómico ya que una diversificación en la ocupación del suelo en búsqueda de mejorar la calidad de vida con menores perturbaciones permite una mejor funcionalidad y aprovechamiento del suelo, por ello el contexto en el que se encuentra inmerso el territorio permite considerar otra variable.

Por último y retomando la investigación de Zepeda et. Al. (2012) con la investigación *Análisis del cambio del uso del suelo en las Ciénegas de Lerma (1973-2008)* y su impacto en la vegetación acuática, demuestra cómo es que a raíz de actividades industriales, agrícolas y de urbanización se ha puesto en riesgo y en constante decremento la superficie de la vegetación original considerando la distribución y prevalencia de cada especie mediante un análisis de correspondencia entre cada humedal y que esta reducción ha conllevado a inundaciones en las localidades y zonas cultivo; este último estudio es de relevancia porque las variables que considera respecto al tipo y nivel de perturbación difiere de cada territorio.

Para el caso de la presente investigación en el Corredor Biológico Chichinautzin se retoman dos investigaciones relacionadas a los usos de suelo, por un lado, la CONANP en conjunto con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza realizaron en 2003 un reporte como parte del Sistema de Monitoreo y Evaluación del COBIO donde se analiza la transformación del hábitat entre dos periodos de tiempo, 1973 y 2000 considerando los ecosistemas presentes, los resultados de éste, arrojan un acercamiento en las variables que transforman el territorio obteniendo una disminución en los bosques de pino-encino y de la selva baja caducifolia siendo sustituidos por el uso agrícola; por otro lado, la investigación de Rodríguez (2016) determina las tendencias de cambio de uso de suelo y su impacto sobre el Bosque de Agua, teniendo en cuenta el servicio ambiental de recarga de mantos acuíferos, dicha investigación manifiesta un proceso de degradación gradual donde el incremento del pastizal, agricultura y la urbanización han incidido sobre los usos forestales de mayor captación pluvial.

La presente investigación tiene como objetivo el determinar los factores que han incidido en la modificación del paisaje dentro del único Corredor Biológico sustentado legalmente y que de esta manera sirva como referente en la generación y aplicación de políticas públicas y líneas de investigación encaminadas a la conectividad ecológica que comienza a ser un tema en la agenda pública para la preservación y funcionamiento de los ecosistemas.

Metodología

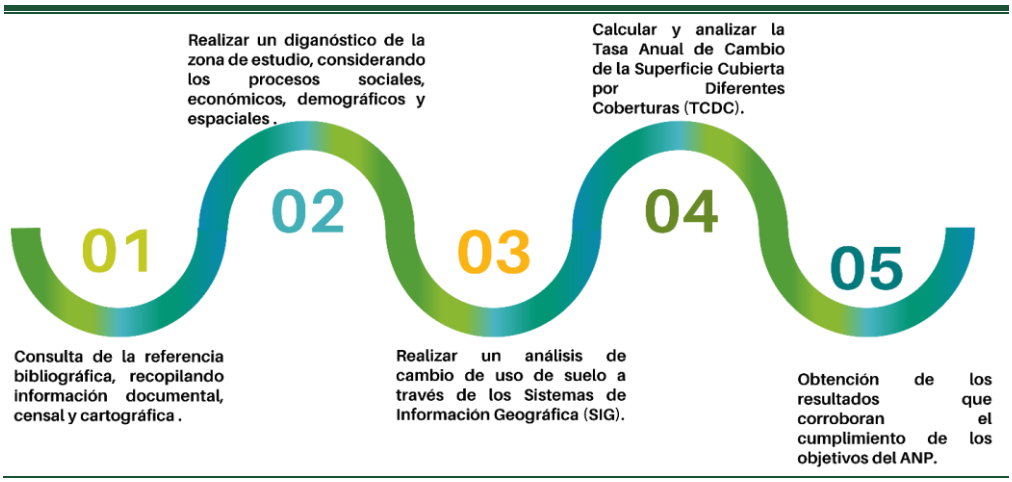


Figura 1. Metodología de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

La presente investigación consta de 5 etapas, representadas en la Figura 1. Durante la primera etapa de la investigación se consulta a distintos autores e investigaciones realizadas en el COBIO para identificar los conceptos clave, como lo son las Áreas Naturales Protegidas, Corredor Biológico, el cambio de uso de suelo, los procesos de urbanización y los instrumentos normativos que rigen el área, mismos que servirán como base en el desarrollo.

En la segunda etapa se caracteriza la zona de estudio como Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) desde la parte normativa, así como los antecedentes del territorio y la descripción del medio físico que la componen. Asimismo, se desarrolla un diagnóstico socioeconómico que considera las dinámicas demográficas, económicas y sociales de los habitantes del ANP, con la finalidad de ampliar el panorama de los procesos de uso de suelo que han ocurrido dentro del área de investigación.

Para la tercer etapa se obtuvo en dato vectorial los dos polígonos que conforman el Corredor Biológico Chichinautzin desde la plataforma de la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) asimismo se consulta del marco geo estadístico los límites políticos, administrativos y municipales de la zona de estudio, posteriormente se obtuvieron las imágenes satelitales de 1990, el año 2000, 2010 y 2020 mismas que fueron digitalizadas para determinar su uso de suelo a una escala de 1:10,000 mediante la herramienta de "Cut polygon" en el software de ArcMap 10.8 brindándole una asignación

en la tabla de atributos, ya que se obtuvieron estos, la escala de salida resultó de 1;165,000 para abarcar la totalidad del Chichinautzin.

Por otro lado, se realizó el mapa de tasa de transformación del territorio que corresponde a una comparativa entre el año inicial con 6 usos de suelo (1990) respecto al año final con 8 usos de suelo (2020) con el objetivo de representar las zonas que presentaron variación en los usos independientemente del tipo de cambio que trató, para ello, a las capas de uso de suelo y vegetación se les añade una columna que numéricamente represente los tipos de uso de suelo, se exportan como raster en formato IMAGINE Image de tal manera que se procese en el software TerrSet, por el tipo de formato, los archivos se importan en ERDAS, posteriormente se emplea el método de tabla cruzada que dará como resultado una imagen raster si el cruce de valores resulta ser de mismo valor quiere decir que no existió cambio, mientras que el cruce de valores distintos representa una sustitución de suelo, posteriormente se exporta el raster para que en ArcMap 10.8 se convierta a polígono y dentro de la tabla de atributos se añada una columna que interprete la resultante del proceso.

Para una mayor precisión en los datos demográficos se obtuvieron y analizaron los principales resultados por localidad (ITER) de los Censos de Población y Vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) correspondientes a cada año 1900, 2000, 2010 y 2020, estos archivos fueron procesados en formato de Excel para que a partir de sus coordenadas geográficas se pudiesen delimitar espacialmente dentro de los polígonos del Chichinautzin, de tal manera que la base de datos cuenta con población total, servicios básicos, servicios económicos, población económicamente activa y en lo que refiere a la población quinquenal, ésta se conjuntó en grupos de 3 para que la variable permitiera conocer la fluctuación entre la distribución de los sectores económicos y los años respecto a los grupos de edad.

Ello permite un análisis, tanto cuantitativo para la obtención de las tasas de cambio de uso de suelo, como cualitativo mediante la relación con las condiciones socioeconómicas que ocurrían en la zona en cada temporal y que en conjunto permitan un análisis integral.

La metodología empleada en la cuarta etapa es la cuantitativa: la Tasa anual de cambio de la superficie cubierta por diferentes coberturas (TCDC), propuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2013) en Colombia. Esta se entiende como la variación anual en la superficie que ocupa cada uno de los usos de suelo en una

determinada unidad espacial de referencia entre dos instantes de tiempo; por un lado, el indicador refleja algunos aspectos de la forma de relacionarse entre la esfera socioeconómica respecto a la ambiental, partiendo desde la premisa de que, si la cobertura forestal pierde superficie, se presionan los ecosistemas asociada a dichas coberturas naturales.

Este indicador genera una variación anual en la superficie que ocupa cada uso de suelo en cierta escala a una determinada unidad espacial entre dos instantes de tiempo:

$$TCDC_{ijt\ 1-2} = \left(\frac{\left(\frac{SCT_{ijt2} - SCT_{ijt1}}{SCT_{ijt1}} \right)}{(t_2 - t_1)} \right)$$

Dónde:
TCDC$_{ijt\ 1\text{-}2}$: Es el promedio anual de variación en la superficie que ocupa el uso de suelo (i) en la unidad espacial de referencia (j) entre dos instantes de tiempo (t, 1 y 2).
SCT$_{ijt1}$ *y SCT*$_{ijt2}$ Son las superficies que ocupa el uso de suelo (i), en la unidad espacial de referencia (j) en los instantes de tiempo inicial (1) y final (2), respectivamente.
t_1 *y* t_2 son los años correspondientes al instante de tiempo inicial 1 y final 2, respectivamente.

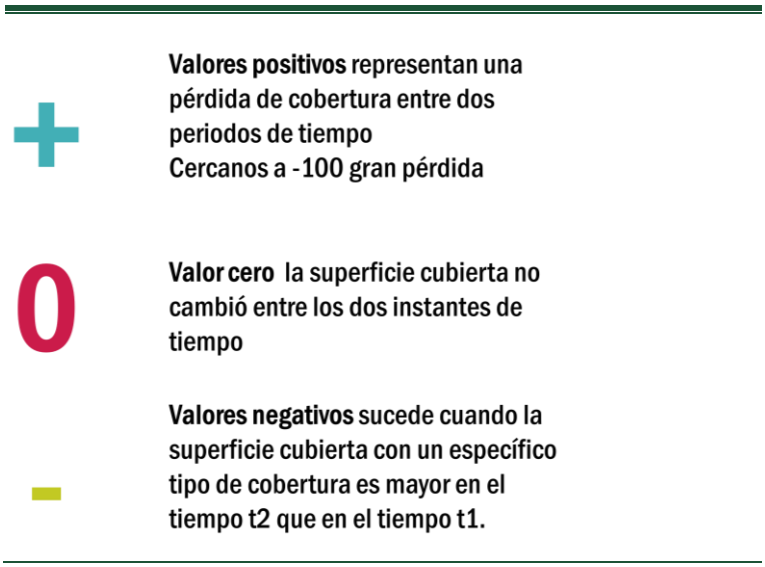


Figura 2. Interpretación de la Tasa de cambio de uso de suelo. Fuente: Elaboración propia con base en Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2013.

La figura 2 muestra cómo es que el menor valor que puede tomar el indicador es -100 unidades, ello quiere representar una pérdida total del uso de suelo, los valores cercanos a -100 representan pérdidas importantes de cobertura entre los dos momentos de tiempo. Finalmente, los valores negativos relativamente bajos representan pérdidas de cobertura

de baja importancia. Por otro lado, el valor igual a cero refleja que no hubo cambio de superficie en el uso entre los dos instantes de tiempo. Finalmente, los valores positivos demuestran una ganancia en la superficie a lo largo de ambos periodos de tiempo.

En la quinta y última etapa se presentan los resultados y conclusiones observadas durante la recopilación de datos, el análisis cartográfico, los cálculos cuantitativos en la superficie de cada uso de suelo, demografía y cobertura de servicios públicos, etc. Los cuales se contrastarán con los instrumentos normativos que rigen el ANP, como el Decreto en 1988 y el proyecto de Programa de Manejo del COBIO. Esto con el fin de analizar los objetivos planteados en dichos documentos y corroborar si se han cumplido o no.

Capítulo 1. Estrategias de conservación

Las estrategias son todas aquellas acciones que nos encaminan a una meta. Las estrategias de conservación en este caso se refieren las de protección, preservación, manejo y restauración de ecosistemas mediante la administración de las actividades humanas en la zona y la sinergia de los diversos actores que conforman el territorio. Para ello se cuenta con los instrumentos normativos acompañados de políticas públicas con la finalidad de restaurar los ecosistemas dañados y preservar los servicios ecosistémicos. Por lo tanto, el presente capitulo aborda los ecosistemas como punto de partida considerando la fragmentación como resultado de las actividades antrópicas con carencia de planificación en el uso de suelo.

1.1. Conservación, aprovechamiento y medio ambiente

El ser humano como cualquier ser vivo, forma parte de la naturaleza, por ende, el desarrollo de las civilizaciones ha ido de la mano de la utilización de los recursos naturales, no obstante, el crecimiento económico y demográfico suscitado a lo largo de estos tres últimos siglos ha desequilibrado la relación entre ambos, generando una concepción de los recursos como ilimitados lo cual a su vez ha acarreado diversas problemáticas, como la fragmentación de ecosistemas y la pérdida de especies, por ello recientemente diversas naciones han establecido instrumentos y políticas encaminadas a la conservación de estos espacios para una racionalización en su aprovechamiento considerando las generaciones futuras.

Es importante señalar que la biodiversidad es parte de nuestras vidas y constituye el recurso del que dependen familias, comunidades, naciones y las futuras generaciones, ya que, de ésta se comprende el sistema de soporte de la vida como lo es: la proporción de servicios ambientales, agua potable, suelo fértil, aire puro, además a la polinización de las flores, a descomponer los residuos orgánicos, proporcionar alimentos y por desempeñar un papel en la regulación de procesos naturales como el ciclo de crecimiento de la flora, las épocas de reproducción de la fauna así como también los sistemas climáticos. Además, no sólo aporta al medio físico, sino que también ha ido de la mano de la cultura, encontrando las 66 lenguas con variantes, la domesticación de flora y fauna

las cuales han contribuido a la riqueza natural, desde la subsistencia, así como la transmisión de las tradiciones locales.

Y es que México es considerado un país megadiverso ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor diversidad de flora y fauna considerando que el país posee el casi el 70% de la diversidad mundial de especies (anfibios, reptiles, aves y mamíferos y plantas vasculares), esto se debe a factores como una extensión territorial de 1,972,550 km^2; su posición geográfica, y la compleja orografía del territorio nacional que le da una diversidad de ecosistemas, suelos y climas. Esto obliga al Estado mexicano a crear e implementar herramientas jurídicas con la finalidad de lograr una conservación de los recursos naturales en el país.



Figura 3. Esferas en las cuales el ser humano interactúa con la biodiversidad. Elaboración propia con base en Morton y Hill, 2014.

La *Figura 3* muestra cómo supervivencia del ser humano se encuentra en estrecha relación con el medio ambiente, ya que hace uso de este en diversos rubros, desde lo económico para la obtención de bienes y servicios, de soporte vital reflejado en los servicios ecosistémicos, de recreación para la salud mental en el sector turístico, la cultura que se encuentra de manera intrínseca en cada sociedad y refleja la relación entre el individuo con la naturaleza y finalmente la esfera científica a través de la comprensión del entorno mediante el conocimiento.

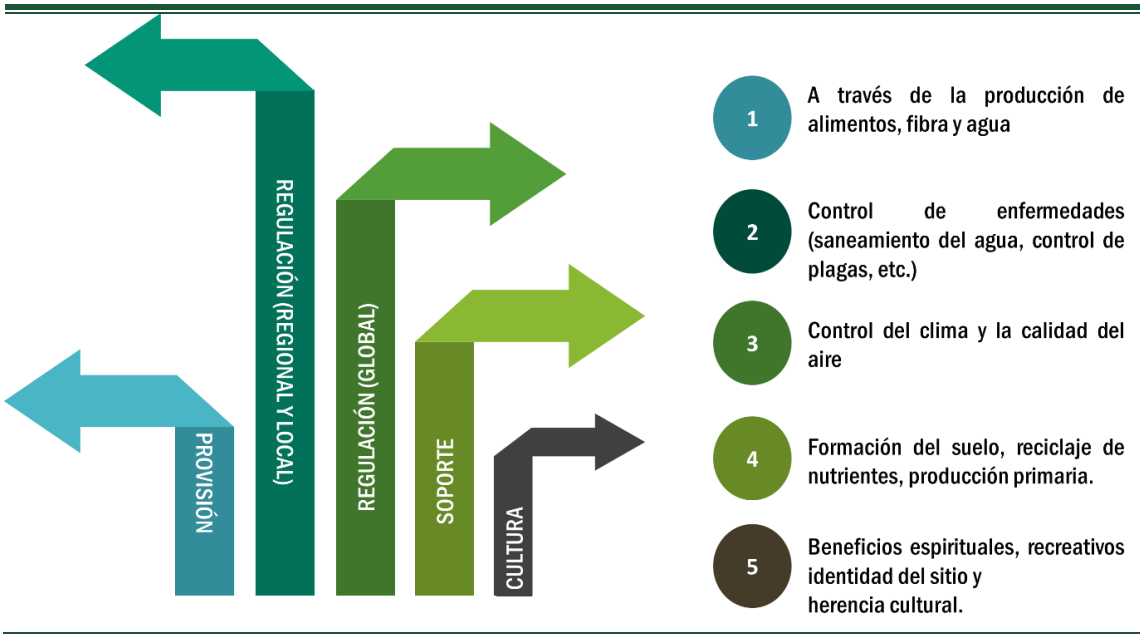
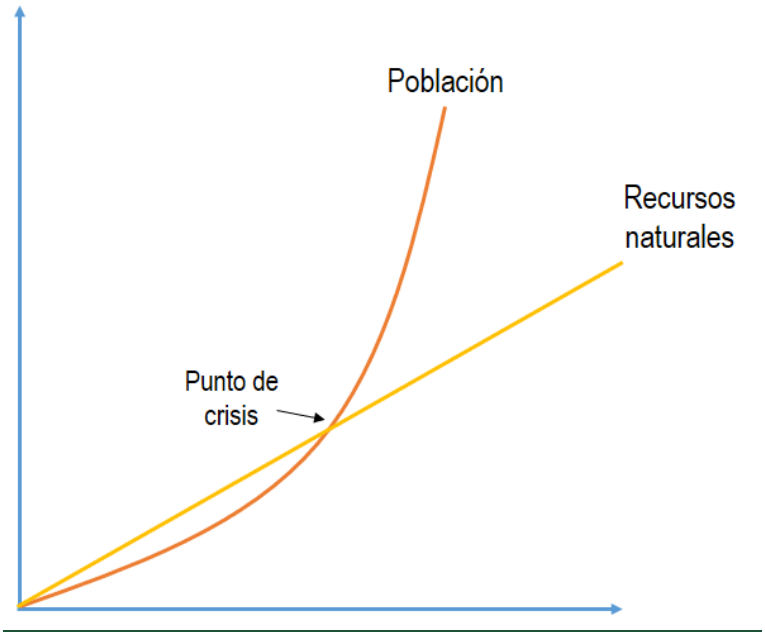


Figura 4. Categorías en los servicios ecosistémicos. Elaboración propia con base en Morton y Hill, 2014.

Los servicios ecosistémicos son considerados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2021) como el motor del medio ambiente, mismos recursos deben utilizarse de forma responsable para las presentes y futuras generaciones logrando la sostenibilidad, estos se dividen en servicios de provisión, regulación a escala global, regional y global, de soporte y finalmente de cultura; no obstante la fragmentación de los ecosistemas como resultado de las actividades antrópicas ha disminuido la provisión de estos servicios, entendiendo por ende la relación intrínseca entre la salud del medio ambiente respecto a la de los seres vivos como lo muestra la *Figura* .

Suárez y Molina (2014) resaltan que una importante problemática generada a raíz de la Revolución Industrial, fue el rápido y desmesurado crecimiento demográfico en ciudades carentes de un instrumento de planeación que garantizaran los recursos e infraestructura necesaria para la satisfacción de las necesidades básicas de la población, como las necesidades de viviendas, fuentes de abasto, sistemas de tratamiento de agua, la disposición de sus residuos y demás elementos que garanticen las acciones básicas de saneamiento ambiental que a su vez se conjunta con las de salubridad, además a que las redes viales brinden respuesta a una movilidad en crecimiento, las nuevas

transformaciones en el uso del suelo, el incremento en la demanda de nuevas infraestructuras y los equipamientos de los servicios de alimentación, educación y salud, correspondiéndole al Estado, las funciones públicas, las cuales proveen leyes, administración y justicia públicas.



Gráfica 1. Teoría Malthusiana. Fuente: Elaboración propia con base en Schoijet, 2005.

Como lo señala Malthus en la *Gráfica 1* con su teoría conocida como la teoría Malthusiana, las principales causas del deterioro ambiental radica en las actividades relacionadas a las actividades extractivas, la expansión de la frontera agrícola, el desarrollo urbano, la adecuación de obras civiles, la destrucción de hábitat natural, los procesos de fragmentación y la contaminación, entre otras; son consideradas condiciones que configuran el territorio y transforman el paisaje a diferentes escalas e intensidades, generando la perdida de funciones ecológicas esenciales de provisión, regulación y soporte de los ecosistemas.

Como ya lo señalaba la SEMARNAT (2002), cerca de la mitad del territorio ha sido modificado, observando que el 41% de la selva remanente cuenta con la vegetación inicial, siendo el más afectado por el cambio de uso de suelo, mientras que los matorrales con

vegetación primaria cuentan con el 55% de la cobertura inicial. Sin embargo, es importante resaltar que, en términos de extensión absoluta, es el ecosistema con mayor predominancia en el territorio convirtiéndolo en el más afectado.

Teniendo en cuenta a Sahagún y Reyes (2018), los cambios en el uso de suelo y vegetación, derivados de la expansión y extensión de actividades antrópicas, generan impactos negativos en la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, y contribuyen significativamente en los procesos de cambio climático a nivel regional.

1.2. Fragmentación en los ecosistemas

La pérdida y fragmentación de los hábitats es considerada la principal causa de la pérdida de los ecosistemas en todos los niveles, ésta es principalmente atribuida a las actividades antropogénicas, a través de los cambios en el uso del suelo irracionales para la agricultura, ganadería y urbanización.

Gómez (2010) aborda que la fragmentación a gran escala de los ecosistemas puede alterar radicalmente el ambiente físico y el clima (local y regional), pero también puede provocar la extinción de muchas especies, la cual es el resultado de dos fenómenos: primero al reducirse la cobertura boscosa, se reduce no solo la diversidad de hábitats, si no el área total de hábitat disponible; y el segundo, la fragmentación deja aisladas a las poblaciones remanentes en parches aislados lo cual disminuye su supervivencia en el medio.

El reemplazo de las áreas boscosas debido al proceso de pérdida de hábitat natural determina la conectividad a nivel del paisaje por su separación en fragmentos más pequeños y aislados, Acuña (2017) propone tres opciones para mantenerse bajo los siguientes paisajes irrumpidos como lo muestra la figura 5.

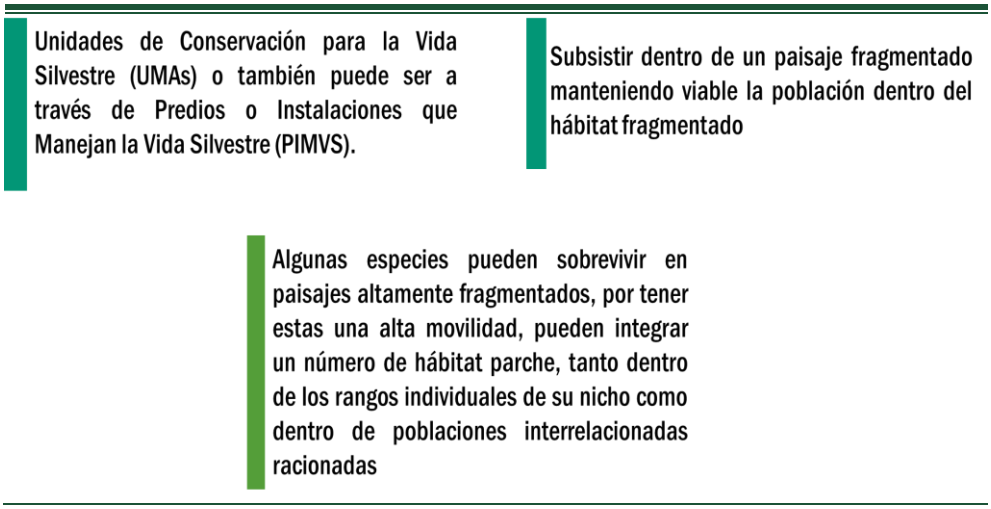


Figura 5. Opciones para las especies para mantenerse bajo un paisaje fragmentado. Fuente: Elaboración propia con base en Acuña, et. al. 2017.

Es por ello que la fragmentación de los ecosistemas produce cambios sustanciales en la estructura de las poblaciones y del entorno natural, esto lo convierte en una de las principales amenazas ya que afecta directamente el funcionamiento del sistema ecológico, propiciándose por el cambio de uso de suelo por causas antrópicas con la finalidad de ampliar las tierras de cultivo, generar pastizales para el ganado o de desarrollo urbano, como lo son las presas y las carreteras; esta fragmentación genera parches aislados que, a pesar de su cobertura vegetal se mantiene intacta, se presenta un cambio en la estructura del paisaje.

Para el caso de México, una de las principales estrategias de conservación frente a la fragmentación de los ecosistemas son las Áreas Naturales Protegidas (ANP) como instrumentos normativos se definen como aquellas porciones del territorio nacional con ciertas características, como la riqueza biológica, menor perturbación antrópica, ser zonas de servicios ecosistémicos o ser centros de endemismo de especies, etc.

Tienen sus antecedentes en 1876 año en el que se declaró al Desierto de los Leones como la primer ANP, siendo el inicio de la política de conservación de los recursos naturales en el país. El objetivo principal en el decreto de esta ANP se centraba en la protección de los manantiales y el aprovechamiento de este recurso a la Ciudad de

México. Posterior a la Revolución Mexicana, en 1917 el Desierto de los Leones es convertido en el primer Parque Nacional del país.

Es importante remarcar que las Áreas Naturales Protegidas son un instrumento de política pública que cumplen varios objetivos y proporcionan una multitud de beneficios tanto para la población presente en el área como a nivel macro, no obstante, en la práctica no han demostrado ser del todo objetivas en la conservación de los ecosistemas más representativos del país, ya que diversas investigaciones han evidenciado un deterioro en la provisión de servicios ambientales, ocasionados por actividades antrópicas como lo es la urbanización. Finalmente, la toma de decisiones en concesiones y tipo de actividades permitidas por parte del Estado en torno a estas áreas de protección. En la actualidad existen 36,441 hectáreas (1.7%) de área urbana en el interior de las ANP federales continentales (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2020).

1.2.1. Las Áreas Naturales protegidas como estrategia de conservación

De acuerdo con la legislación nacional, las Áreas Naturales Protegidas son consideradas como 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 (Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA], 2022).

Esta misma Ley establece que los ecosistemas proveen servicios ambientales a través de la generación de fuentes de energía y de materias primas los recursos o procesos que se producen sirviendo, así como bienes y/o servicios a la humanidad. La creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) ha sido una estrategia de gran importancia para propiciar la conservación de la biodiversidad en nuestro país demostrado en la figura 6.

La CONANP es la institución a nivel nacional que tiene por objeto la preservación, manejo, administración y restauración de los recursos naturales y que actualmente administra un total de 185 ANP y 363 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) lo cual representa 91,427,830.34 hectáreas del territorio nacional.

Existen las Áreas Naturales Protegidas terrestres y marítimas. Por un lado, las terrestres abarcan 21,372,350 hectáreas representando el 10.88% de la superficie terrestre nacional, mientras que las marítimas abarcan 69,458,613 hectáreas lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina nacional.

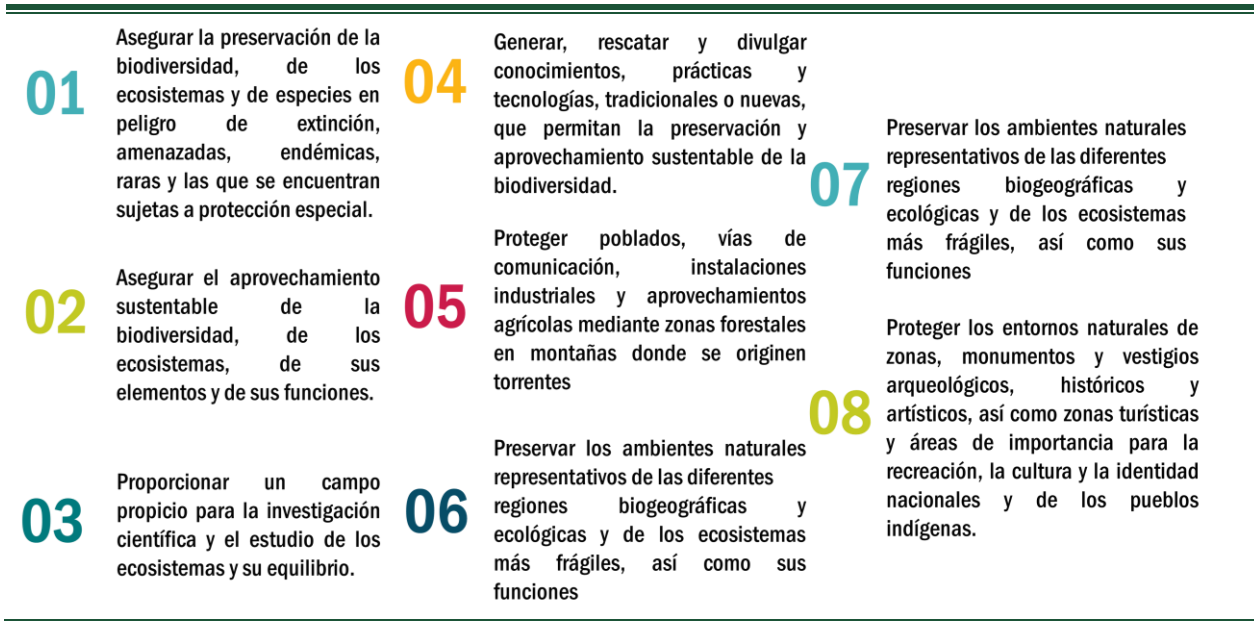


Figura 6. Objetivos de las Áreas Naturales Protegidas.Fuente: Elaboración propia con base en el Artículo 45 LGEEPA, 2022.

Por otro lado, la figura 6 las 185 Áreas Naturales Protegidas a nivel federal, 67 son Parques Nacionales con un 17.86% del territorio decretado como ANP, seguido de 44 Reservas de la Biósfera correspondiendo un 69.3% siendo el de mayor extensión, continuando con 42 que son Áreas de Protección de Flora y Fauna (a la cual se le brindará un mayor análisis ya que es la categoría correspondiente a la zona de estudio) con 7.69%, 18 Santuarios con 0.17%, seguido de 9 Áreas de Protección de Recursos Naturales abarcando 4.96%, finalmente 5 Monumentos Naturales con menor extensión territorial, siendo de 0.02%.

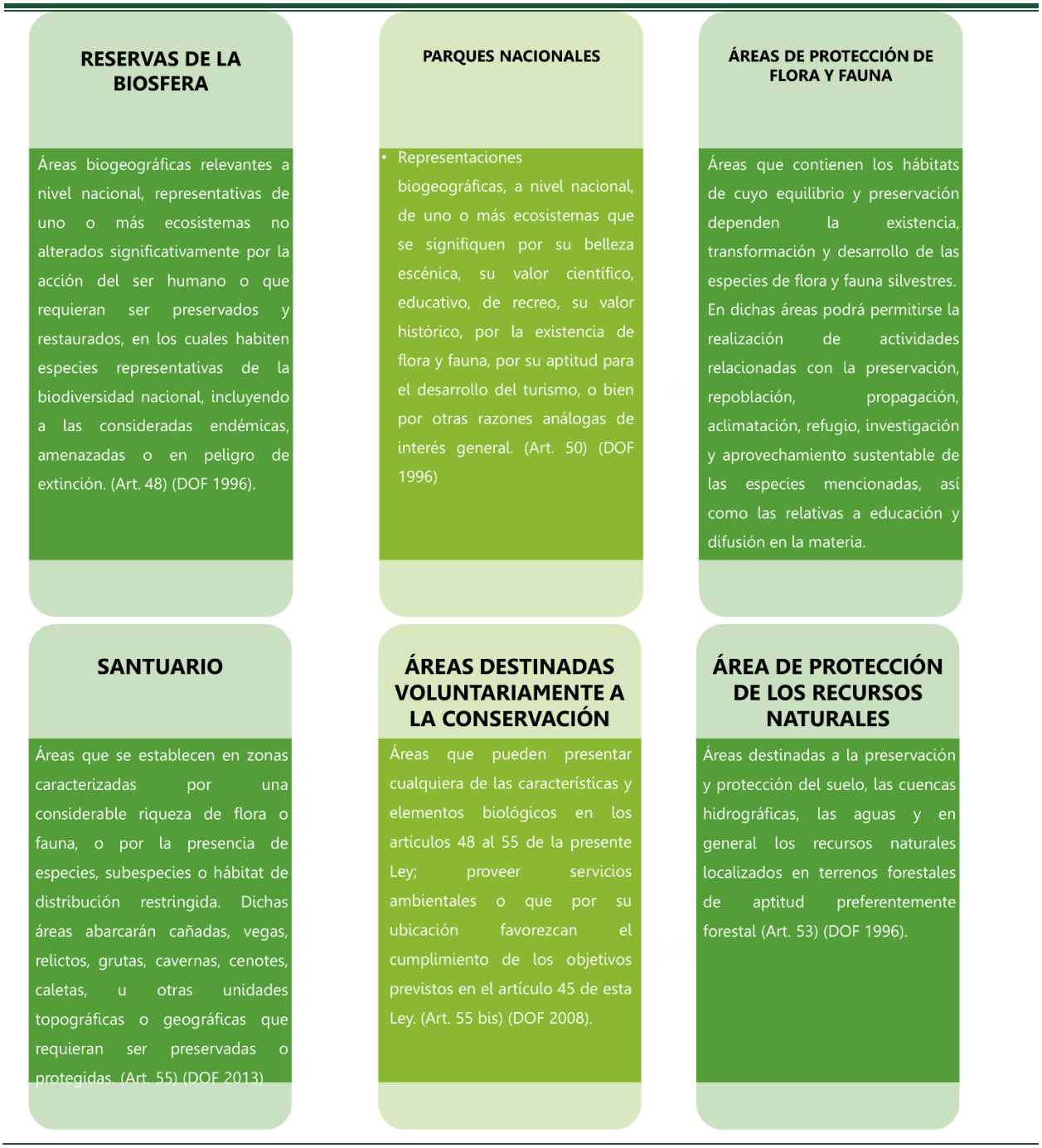


Figura 7. Categorías de las Áreas Naturales Protegidas a nivel federal. Fuente: Elaboración propia con base en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 2022.

Además, para el buen manejo de las Áreas Naturales Protegidas, se establece un esquema de zonificaciones, en el cual cada tipo de zona y subzona tiene objetivos de manejo distintos, lo que permite que dentro de un área decretada se puedan realizar

diferentes actividades compatibles con los factores físicos, biológicos, sociales y económicos de la zona.

Esta zonificación se generará a partir de la evaluación del uso del territorio con tres subprocesos clave:

- **Evaluación de la aptitud del territorio:** Se define como el mejor uso que se le puede dar al suelo tomando en cuenta sus atributos naturales y socioeconómicos.
- **Evaluación de los conflictos de uso y sus tendencias y determinación de unidades prioritarias de acción (unidades de gestión):** Con el objetivo de prevenir, controlar, corregir y, en su caso, revertir los desequilibrios del desarrollo local se realizará una valoración del desarrollo local a partir de la evaluación del grado de desarrollo socioeconómico local, municipal y regional actual y sus tendencias.
- **Evaluación del desarrollo socioeconómico a nivel municipal y regional:** La representatividad que tiene el proyecto de ANP en las comunidades asentadas previamente y el impacto que genera.

Las zonas se categorizan en dos tipos principales, las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento; en cada ANP las zonas se definen en la declaratoria de su creación. Las subzonas se determinan en su programa de manejo. Si en la declaratoria no se estableció una zonificación, podrán establecerse subzonas correspondientes a la zona de amortiguamiento, atendiendo a lo que permite la categoría de manejo, LGEEPA (2022).

Las subzonificaciones se definen utilizando como base los criterios de carácter ecológico, de uso, operativos y socioeconómicos aplicables a la categoría del área protegida del área, para ello se tomará en cuenta lo señalado en la LGEEPA (2022) en donde se establecerán, describirán e instrumentarán las zonificaciones y subzonificaciones que estén presentes en el área.

Deben contener los datos generales sobre los ecosistemas, fenómenos, problemática y actividades productivas presentes en la zona, descripción analítica, topográfica y coordenadas, superficie, localidades o parajes más conocidos, así como el objetivo del establecimiento de esta. Esta información previamente recopilada y analizada será integrada en un esquema como el que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. *Matriz de zonificación.*

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
Son aquellas actividades establecidas dentro del marco normativo	Se indicarán en las reglas administrativas del PM, mientras que se deberán señalar los casos específicos cuando existan diferencias en la aplicación de estos criterios.

Fuente: CONANP. (s.f.).

Las actividades que serán prohibidas en toda el área se indicarán en las reglas administrativas del programa, mientras que se deberán señalar los casos específicos cuando existan diferencias en la aplicación de estos criterios.

Por un lado, las zonas núcleo tienen como principal objetivo la preservación de los ecosistemas y su funcionalidad a mediano y largo plazo en donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación y de colecta científica, educación ambiental, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas. Las zonas núcleo además incluyen dos tipos de subzonas que establecen actividades de carácter limitado que se pueden realizar descritas en la figura 8.



Figura 8. Subzonas de las zonas núcleo. Fuente: Elaboración propia con base en LGEEPA, 2022.

Otro tipo de zonas, son las de amortiguamiento, en éstas se regula la realización de actividades de aprovechamiento orientadas hacia el desarrollo sustentable, sin que las áreas sean degradadas, estas categorías existen ocho subzonas con la finalidad de diversificar las actividades permitidas a partir de la evaluación del uso del territorio mencionadas en la figura 9:

De preservación	Materia prima para producción y consumo, siendo un medio de vida directo para agricultores, pescadores, madereros.
De uso tradicional	Provee ecosistemas en funcionamiento para el suministro de oxígeno, purificación del aire y agua limpios, control de plagas, tratamiento de aguas residuales, por mencionar algunos de los diversos servicios ecosistémicos.
De aprovechamiento sustentable	Dentro de los esquemas de sustentabilidad que permitan su viabilidad a largo plazo; el beneficio debe ser principalmente para los pobladores locales
De aprovechamiento sustentable de los ecosistemas	Usos agrícolas y pecuarios de baja intensidad
De aprovechamiento especial	Áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal (Art. 53) (DOF 1996).
De uso público	Atractivos naturales para la recreación y el esparcimiento; el número de visitantes debe ser calculado y autorizado en función de la capacidad de carga respectiva
De asentamientos humanos:	Zonas donde había centros de población previos al establecimiento del área protegida, en las ANP decretadas no se autoriza la creación de nuevos centros de población
De recuperación	Zonas que han sido severamente afectadas por las actividades humanas, por lo cual serán objeto de programas de recuperación o rehabilitación.

Figura 9. Subzonas de la zona de amortiguamiento. Fuente: Elaboración propia con base en LGEEPA, 2022.

Las Áreas de Protección de Flora y Fauna son definidas como aquellas Áreas que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres, en dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia. La figura 10 muestra la distribución de las Áreas de Protección de Flora y Fauna a lo largo del territorio mexicano.



Figura 10. Áreas de Protección de Flora y Fauna a nivel federal. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la LGEEPA.

SEMARNAT (2018) menciona que el objetivo de las APFF es que se permita la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies de flora y fauna que se encuentren en el área, así como las relativas a educación y difusión en la materia. Asimismo, las comunidades pueden aprovechar los recursos naturales de acuerdo con las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que estén establecidos en la declaratoria del Área.

La presente investigación toma la zona de estudio a partir del instrumento de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) de carácter federal, por lo que el análisis deberá concebir el territorio desde esta estrategia.

1.3 Marco jurídico

Las Áreas Naturales Protegidas deben ser regidas por instituciones federales y estatales debido a que se encuentran legalmente reconocidas. Por orden jerárquico se menciona la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) la cual fue promulgada en 1917 siendo la norma fundamental que rige jurídicamente al país a través de acuerdos de reglas denominadas "artículos" de convivencia integrando, estableciendo, organizando, y constituyendo las normas que rigen a la sociedad de la nación.

En lo que refieren los temas medioambientales se señala una serie de artículos que dan una pauta a la mejora, aprovechamiento y restauración del sistema ecológico nacional, muestra de ello son:

En el Artículo 4° de la CPEUM se menciona que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley; siendo este artículo la base de lo que concierna el medio ambiente y la salud de la población.

Mientras que, el Artículo 25 de la CPEUM se centra en el desarrollo sustentable enunciando *"Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo*."

Es importantes señalar que Áreas Naturales Protegidas se encuentran legalmente establecidas, para ello, tendrán que sustentarse en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) promulgada en 1988 ésta es el eje rector de la ley de derecho ambiental mexicano que regula el cuarto y veinticinco artículos, presentes en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Respecto a las Áreas Naturales Protegidas, y es que dentro de ésta, se establecen dentro del Capítulo I, Artículo 44 citando: "Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables."

De la figura 6 se comprende que los objetivos de las ANP pretenden conservar los ecosistemas más representativos del país; como lo es su biodiversidad apegándose al marco normativo vigente, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se encuentren dentro de las fracciones de territorio, considerando las poblaciones asentadas previamente con la finalidad de promover un desarrollo sostenible mediante un diálogo participativo, el intercambio de conocimiento por parte de los actores incidentes y la mejora en la calidad de vida mediante la diversificación en el aprovechamiento de los bienes naturales.

Asimismo, el organismo administrativo de mayor importancia a nivel nacional encargado de la preservación del medio ambiente es la SEMARNAT dependencia de gobierno que tiene como propósito la constitución de una política de Estado que asegure la protección ambiental revirtiendo el deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país a través de una visión que busca que exista un país en el que todos abriguen una profunda y sincera preocupación por cuidar y conservar todo cuanto la naturaleza ha dado a nuestra patria, conciliando el genio humano con el frágil equilibrio de los demás seres vivos y su medio ambiente para alcanzar el desarrollo sustentable CONABIO (s.f.). El Ordenamiento Ecológico es uno de los principales instrumentos de política ambiental instituido por la SEMARNAT, su objetivo es regular el uso de suelo y las actividades productivas para encontrar la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales partiendo desde la premisa de las tendencias de deterioro y potencialidades de aprovechamiento.

Por su parte, la CONANP es un órgano descentralizado de la SEMARNAT que tiene como objetivo mantener la representatividad de los ecosistemas de México y su biodiversidad, asegurando la provisión de sus servicios ambientales mediante su conservación y manejo

sustentable, fomentando el desarrollo de actividades productivas, con criterios de inclusión y equidad, que contribuyan a la generación de empleo y a la reducción de la pobreza en las comunidades que viven dentro de las Áreas Naturales Protegidas. Entre los instrumentos que maneja la CONANP se encuentran los Planes de Manejo, Planes Estratégicos o Planes Parciales los cuales son instrumentos normativos que deben regir la administración, operación, financiamiento y estrategias de las Áreas Naturales Protegidas.

Entre las principales atribuciones que tiene la CONANP, se encuentra:

I. Fomentar y desarrollar actividades tendentes a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las áreas naturales protegidas, en sus zonas de influencia, en las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otras especies que por sus características la Comisión determine como prioritarias para la conservación;

II. Formular, ejecutar y evaluar los programas de subsidios para fomentar el desarrollo de actividades prioritarias de interés general que permitan proteger, manejar y restaurar los ecosistemas y su biodiversidad a través de las comunidades rurales e indígenas ubicadas en zonas marginadas dentro de las áreas naturales protegidas, en sus zonas de influencia y otras regiones que por sus características la Comisión determine como prioritarias para la conservación;

III. Formular, promover, ejecutar y evaluar proyectos para la conservación, recuperación de especies y poblaciones consideradas como prioritarias, con la participación, en su caso, de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados, así como de otras unidades administrativas de la Secretaría, dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de las entidades federativas y municipios;

En lo que refiere los planes de manejo, se cuenta con el "Términos de Referencia para la Elaboración de Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas Federales" trabajado por la CONANP el cual desglosa el marco normativo que debe seguir el documento:

Tabla 2. *Reglas Administrativas de los Programas de Manejo de las ANP.*

CAPÍTULOS	CONTENIDO	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
I. Disposiciones legales	Las Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria	Tomar como antecedentes las definiciones que aparecen en el Artículo 3	Tomar como antecedentes las definiciones que aparecen en el Artículo 3
II. De las Autorizaciones Concesiones y Avisos	Deberán diferenciarse los tipos de actividades y obras que se desarrollen o pretendan hacerlo dentro del ANP y requieran de una autorización, permiso o concesión por parte de la SEMARNAT	Artículo 64	Artículos 80-104
III. De los prestadores de servicios turísticos	Las actividades turísticas estarán acordes a la zonificación. Se deberá cumplir con lo establecido en las NOM en materia de turismo que resulten. Se mencionará que el prestador de servicios turísticos deberá contar con un seguro de responsabilidad civil de daños a terceros		Artículos 88-91
IV. De los visitantes	Se mencionarán las disposiciones que los visitantes tendrán que observar en su estancia en el ANP.		Artículo 87
V. De la investigación científica	Se refiere a las formas para realizar la investigación científica. Esta se llevará a cabo por Instituciones de Educación Superior o Centros de Investigación,	Artículo 41	Artículos 88 Fracción II y 105, Fracción V

	Organizaciones No Gubernamentales o especialistas en la materia		
VI. De los aprovechamientos	Los aprovechamientos deben darse conforme a la zonificación y lo establecido en el Decreto de creación del Área Protegida. Establecer de manera indubitable como se realizarán estos aprovechamientos, mismos que deben ser congruentes con los realizados actualmente en el área protegida.		Artículo 80-87
VII. De la zonificación	Mencionar sus límites extensión, así como las actividades permitidas y las prohibidas. En las actividades permitidas y prohibidas de la zonificación, éstas deberán hacerse conforme a las establecidas en el Reglamento de ANP.	Artículo 47 Bis y 47 Bis I	
VIII. De las prohibiciones	Debe ser con base en las contenidas en el Decreto de creación del área protegida, ya que, de no estipularse así, las actividades que no estén permitidas no podrán incluirse.		Artículo 87
IX. De la inspección y vigilancia	PROFEPA Art. 137-140	Art. 161-169	Art. 137-140
X. De las Sanciones y Recursos		Art. 213-219	Art. 142-143
XI. Transitorios	Señalará la fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación		

	señalando cuando surte efectos.

Fuente: Elaboración propia con base en CONANP. (s.f.).

La tabla 2 realza la importancia de garantizar la implementación de las políticas ambientales para la administración y manejo de las Áreas Naturales Protegidas. De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en el Artículo 67 se resalta que los responsables en la administración deben sujetarse a las previsiones contenidas en la presente Ley; los reglamentos, normas oficiales mexicanas que se expidan en la materia, así como a cumplir los decretos por los que se establezcan dichas áreas y los programas de manejo respectivos. La tabla es una guía normativa en la elaboración del Plan de Manejo que enfatiza los artículos aplicables de acuerdo con cada capítulo partiendo de manera puntual lo aplicable a cada uno de estos, además que deberán adecuarse al contexto social, económico y ambiental presente en la zona de estudio.

A nivel estatal, también existen instrumentos normativos que son generadores de instrumentos locales, muestra de ello es la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos considera de orden público la restauración, reconstrucción, protección y preservación de las ANP que son competencia de la federación y son parte de la entidad estatal. En superficie estatal de Morelos se destaca el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin".

1.3.1. Administración de las Áreas Naturales Protegidas

La administración de estas áreas debe realizarse mediante las labores de planeación, organización, dirección y control, para hacer estas acciones efectivas, deben guiarse hacia lineamientos, mecanismos institucionales, programas, políticas y acciones que tengan como objetivo el conservar, aprovechar y restaurar las porciones de territorio bajo esta instrumentación. Por ende, la conservación de estas porciones de terreno no es más que la administración de las actividades humanas en la zona, las cuales por ser un instrumento normativo se encuentran bajo la administración de las autoridades gubernamentales mediante las Direcciones Regionales de la CONANP en cooperación con la población local, las distintas instituciones académicas, científicas o privadas.

Aquellas porciones de carácter federal son administradas por la CONANP el cual inició operaciones en el año 2000, previo a ello y a las ANP se encontraban regulada por la SEMARNAT, el objetivo principal de la CONANP se basa en la ampliación y fortalecimiento de operación de las ANP a través de:

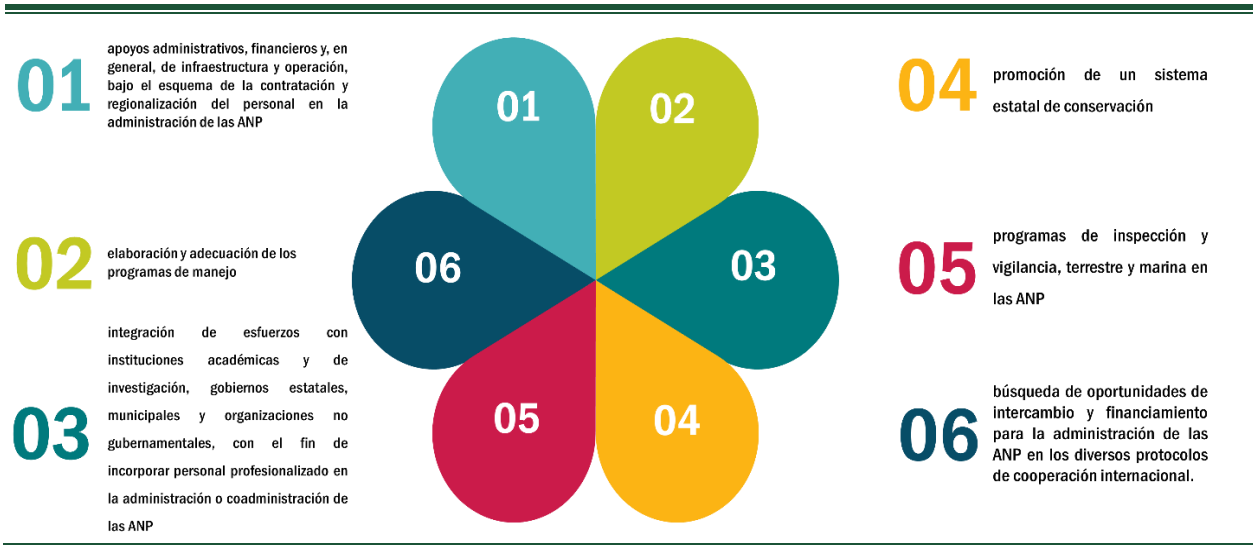


Figura 11. Ejes centrales en la ampliación y fortalecimiento para la operación de las ANP. Fuente: Elaboración propia con base en Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2006.

Los ejes descritos en la figura 11 son herramientas de consolidación en la administración del ANP, ya que a través de estos se pretende generar un desarrollo regional en las áreas decretadas a través de la sinergia entre personal, las comunidades, las organizaciones no gubernamentales y las autoridades en sus distintos niveles.

La operación y administración del área está encaminada a establecer un sistema que permita alcanzar los objetivos de conservación de los recursos naturales y su biodiversidad manteniendo presencia institucional permanente en el Área Natural Protegida y dando solución a su problemática apoyados en la protección, manejo y uso, restauración, conocimiento, cultura y gestión.

Por otro lado, de las 185 áreas protegidas, 58 son parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) donde se reúnen aquellas con biodiversidad y características ecológicas de especial relevancia para el país para desarrollar iniciativas de conservación de la biodiversidad, a manera de ejemplo, se puede mencionar que el Corredor Biológico Chichinautzin se encuentra inscrito al SINANP desde el año 2000 por ser un área de riqueza

de especies con presencia de endemismos, especies en riesgo, diversidad de ecosistemas presentes y la importancia de los servicios ambientales que genera; por lo que su administración es financiada por instituciones internacionales para la continua revisión y evaluación para sus posteriores estrategias de conservación.

No obstante, de las 185 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que se han establecido bajo la Declaratoria Oficial de la Federación, 120 cuenta con un Programa de Manejo el cual puede consultarse tanto en su versión extendida como la de resumen, en la tabla 3 se contrastará de acuerdo con cada categoría.

Tabla 3.

Áreas Naturales Protegidas de carácter federal con Programa de Manejo vigente.

ÁREA NATURAL PROTEGIDA	CUENTA CON PLAN DE MANEJO VIGENTE	NO CUENTA CON PLAN DE MANEJO	TOTAL
Reserva de la Biosfera	40	4	44
Parque Nacional	38	29	67
Área de Protección de Flora y Fauna	33	9	42
Monumento Nacional	5	0	5
Santuario	2	16	18
Área de Protección de Recursos Naturales	2	7	9
	120	65	185

Fuente: Elaboración propia con base en CONANP, 2022.

Como se puede observar en la tabla 3, 65 de las 185 ANP no cuentan con un Programa de Manejo, ya sea que no esté elaborado o publicado, lo cual se convierte en una amenaza para la conservación y preservación de los ecosistemas entorno al manejo que se le dé a las áreas ya que no cuenta con un instrumento que sustente las zonificaciones, acciones y estrategias de conservación del territorio como un ANP. Es importante señalar que la zona de estudio no cuenta con un Plan de Manejo publicado y que, de acuerdo con la Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico de la CONANP, actualmente se encuentra en elaboración. No obstante, el

contar solamente con un Decreto debilita la zona como ANP respecto a los distintos usos y dinámicas socioeconómicas que convergen en la zona.

1.3.2. Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Se define a los programas de manejo (PM) como un instrumento de planeación de las Áreas Naturales Protegidas. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente lo aborda como un instrumento rector de planeación además de regulación que establece actividades, acciones y lineamientos básicos para la operación y administración del ANP. Este debe contener la especificación de las densidades, intensidades, condicionantes, así como modalidades a que se ajustarán las obras también a las actividades que se vienen realizando en las mismas, en términos de lo establecido en el Decreto de creación, su categoría, disposiciones legales, finalmente reglamentarias aplicables.

El objetivo principal de los programas de manejo es lograr la conservación de los recursos naturales en las Áreas Naturales Protegidas; además establece fortalece además de renovar la sinergia institucional con la CONANP ya que los PM generan canales de participación en los distintos actores políticos de conservación. Se resalta que constituye un instrumento dinámico, flexible y congruente para el cumplimiento de los objetivos de los decretos de las áreas naturales protegidas.

El programa de manejo consta de seis ejes, los cuales generan un análisis ordenado para la toma de decisiones para la conservación, desarrollo de sistemas productivos sostenibles, el uso actual de suelo y consolidar las formas que sean compatibles con las cualidades además de sus aptitudes, buscando alternativas para aquellas que sean inadecuadas:

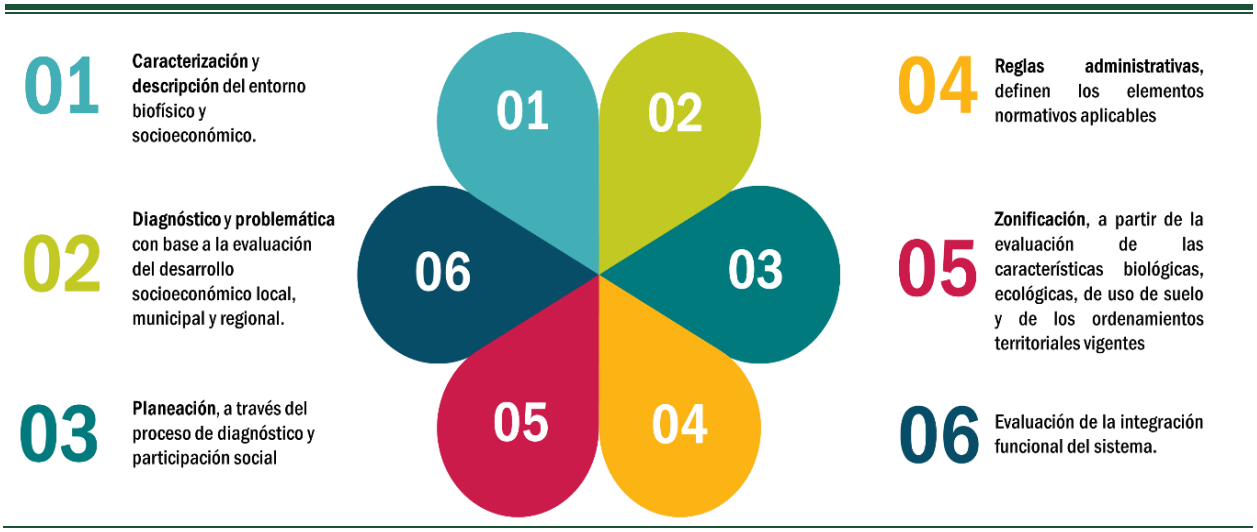


Figura 12. Ejes del Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. Fuente: Elaboración propia con base en CONANP, s.f.

La finalidad de los seis ejes en la figura 12 se centra en un aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, identificar las necesidades de conservación, establecer objetivos, metas, prioridades y la organización de acciones a realizar para lograr una conservación en el área.

Los componentes que deben conformar a los programas de manejo son los sociales, económicos, ecológicos y un marco legal; a través de estos componentes son generadas las estrategias de conservación de los recursos naturales utilizando la protección, aprovechamiento y restauración de los ecosistemas a corto, mediano y a largo plazo, además del apoyo a las actividades productivas de la región para incrementar la calidad de vida de los habitantes de ésta.

Los Programas de Manejo están consolidados a partir de los subprogramas, representados en la figura 13.



Figura 13. Subprogramas de los Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. Fuente: Elaboración propia con base en CONANP, s.f.

Cada subprograma deberá incluir: introducción o justificación señalando su utilidad para el Programa de Manejo y su vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo y los Programas Sectoriales. El objetivo general es que el apartado del subprograma de conservación deberá ser concreto, descriptivo, viable y evaluable.

Estos contienen las actividades y acciones específicas a realizar en plazos corto, mediano y largo, así como aquellas que deberán realizarse permanentemente. Estos deben de incluir introducción donde se mencionan las problemáticas a las que responde, los objetivos derivados del objetivo general del apartado y las metas y resultados que serán cuantificables.

El subprograma 1 de conservación está enfocado en impulsar de manera ordenada y priorizando las acciones, actividades y proyectos, estableciendo los objetivos y metas para cada uno, teniendo como base la problemática y necesidades del área.

En el subprograma 2 de protección de los recursos naturales del área y el establecimiento de las acciones destinadas a la protección ambiental con la finalidad de asegurar la integridad de los elementos que conforman el ecosistema. Las acciones deben ser preventivas y correctivas ya que los impactos negativos que ha sufrido el área se deben

mayoritariamente a las acciones desmedidas y sin planificación como lo es la ganadería extensiva, aprovechamiento forestal no maderable, extracción de flora y fauna, etc.

En el subprograma 3 de manejo establecen las distintas modalidades de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de acuerdo con la subzonificación que sea adaptada; serán identificadas las posibles estrategias de promoción hacía un desarrollo sustentable, reconversión productiva y utilización de las tecnologías alternas.

En el subprograma 4 de conocimiento, deberán identificarse proyectos de investigación básica y aplicada con la finalidad de que incida en la toma de decisiones en el manejo del área natural protegida.

Para el subprograma 5 de cultura se lleva a cabo a través de la participación ciudadana donde se interpretan las fortalezas, debilidades, visiones y percepciones de esta manera se construyen y fortalecen las capacidades locales para la planificación, resolución de problemas y toma de decisiones; las decisiones locales tomadas en cuenta son las socioculturales, económicas, políticas, contextos institucionales, contexto histórico, etc. Los objetivos, metas, acciones y la evaluación deben ser de manera permanente.

Mientras que, en el subprograma 6 de gestión, se planifican y establecen las políticas, normas y se fomentan actividades, se pretende lograr una participación social e institucional interrelacionada.

Finalmente, el subprograma 7 determina las políticas, normas y actividades mismas que deberán ser administradas a través de recursos humanos, técnicos, financieros y de infraestructura.

El Programa Operativo Anual (POA) es un instrumento de planeación a través del cual se expresan los objetivos y metas a alcanzar en un período anual. A través de éste es posible organizar las actividades considerando el presupuesto, además se le atribuye una evaluación; éste se elabora a partir de las acciones contenidas en los componentes del plan de manejo. La planificación toma forma con un "marco lógico" donde se presentan objetivos, resultados y actividades descrito en la figura 14.

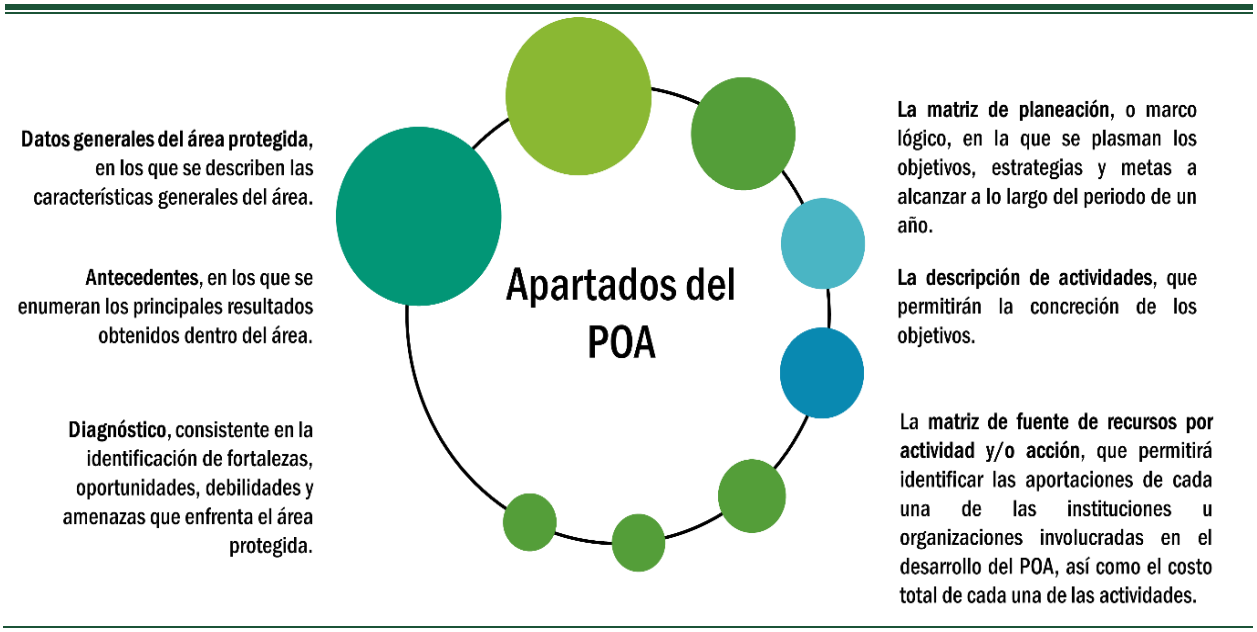


Figura 14. El POA consta de seis apartados que atienda los siguientes criterios. Fuente: Elaboración propia con base en CONANP, s.f.

La evaluación de efectividad se realizará en dos vertientes: del Programa de Manejo y del Programa Operativo Anual. El objetivo principal es mejorar la conservación y efectividad de manejo en las Áreas Naturales Protegidas; esto sirve para apoyar a los directores en el mejoramiento del manejo diario, influenciar las políticas en pro de las ANP, informar, mejorar y elevar el grado de comprensión civil. La evaluación atiende a cada uno de los subprogramas, componentes, metas e indicadores que componen al Programa de Manejo, dicha evaluación comprende de un periodo anual.

Es un proceso estratégico que sirve para estimar el progreso, identificar debilidades y fortalezas, comprender si los esfuerzos han sido efectivos y eficientes, analizar costos y beneficios de los procesos llevados a cabo, colectar información, compartir experiencias y promover el manejo sustentable.

La zona de estudio es abordada desde dos puntos de vista, por un lado como Área Natural Protegida con su categoría como Área de Protección de Flora y Fauna ya que es una zona establecida y protegida por el Estado que fundamenta legalmente su manejo y administración; y por otro lado como corredor biológico, ya que si bien, no existe una

categoría que haga mención a este tipo de gestión del territorio, su nombre deriva de la principal característica de un corredor biológico, el cual es mantener y fortalecer la conectividad ecológica. En la presente investigación se abordará la concepción de un corredor biológico en un panorama mundial y de esta manera comprender si el tipo de categoría asignada ha contribuido a la conservación de los ecosistemas.

1.4. Corredores biológicos como propuesta ante la fragmentación

La propuesta de mantener o restaurar la conectividad del paisaje mediante corredores biológicos tienen su base teórica en los años 60's con la Teoría de Biogeografía de Islas donde se describe que las islas pequeñas y/o lejanas tienen menor número de especies que las islas de mayor tamaño y/o cercanas al continente, la cantidad de especies que están presentes en una isla tiende a un nivel de equilibrio entre la tasa de colonización de especies nuevas y la tasa de extinción de las especies residentes en la isla. A su vez, la tasa de colonización es determinada por el grado de aislamiento de la isla con respecto al hábitat donador de especies en tierra firme, mientras que la tasa de extinción en la isla es determinada por su área.

Durante los años 70's se propuso que las áreas protegidas que quedaran aisladas en el paisaje rodeadas por desarrollos agrícolas, pecuarios o urbanos, también perderían especies y que había que mantener su conectividad. El concepto se empieza a utilizar substancialmente después de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, en dicha cumbre comenzó el discurso político internacional referente a la conservación ambiental. Los corredores biológicos comenzaron a tener relevancia en la conservación de la biodiversidad a partir de observar una disminución en la población de las especies aisladas (CONABIO, 2020).

Los corredores biológicos surgen como un mecanismo para procurar una mayor viabilidad a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en el Convenio Centroamericano de Biodiversidad entre las naciones de México, Guatemala y Belice en el año de 1992 donde se generó la idea de un Corredor Biológico Mesoamericano.

La CONABIO (2020) considera a los corredores biológicos como espacios geográficos delimitados que proporcionan conectividad entre otros espacios destinados para la conservación, paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, y que contribuyen al mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.

Los corredores biológicos tienen como objetivo el aumento de la conectividad paisajística y ecosistémica, mitigando los problemas surgidos a partir del proceso de fragmentación, permite el desplazamiento espacial entre especies, el intercambio y complementariedad genética, asegurando la conservación de la diversidad biológica, procesos ecológicos y evolutivos de los ecosistemas.

Por otro lado, es una estrategia de conservación de la biodiversidad ya que pretenden lograr una restauración en la conectividad de la cobertura vegetal la cual ha sido deteriorada por distintos procesos de actividades antrópicas que han conllevado a una fragmentación en el paisaje, además de una reducción en el desplazo de las especies que forman parte del ecosistema ya que su hábitat se ve reducido progresivamente.

Los mismos debe desarrollarse como un proceso de planificación territorial dentro de un contexto sociopolítico, debido a que las estrategias de conservación no deben aislar a los actores en vista de que deben hacerse compatibles las necesidades de las comunidades locales con las de conservación de la biodiversidad, además de que las redes que lleguen a establecerse deberán integrar a la sociedad, al Estado y a la parte privada.

La complejidad de los objetos de protección jurídica, han determinado el desarrollo de distintos enfoques de conservación de los recursos naturales, como la regulación de su explotación, la protección de hábitats o la regulación del comercio de ciertos organismos vivos.

El establecimiento de los corredores biológicos ha permitido el continuo contacto entre las unidades biológicas garantizando así la perduración de los ecosistemas y desde una visión socioeconómica, los corredores biológicos son concebidos como espacios en los que sus pobladores hacen uso de sus recursos bajo estrategias de aprovechamiento que aseguran su conservación. (Álvarez, 2013).

El desarrollo de la conectividad a través de corredores ecológicos resulta fundamental para la biodiversidad y también para asegurar el intercambio genético y energético a través de una mayor extensión geográfica (Roy *et al.* 2010). Entre los principales beneficios se encuentran en la figura 15:

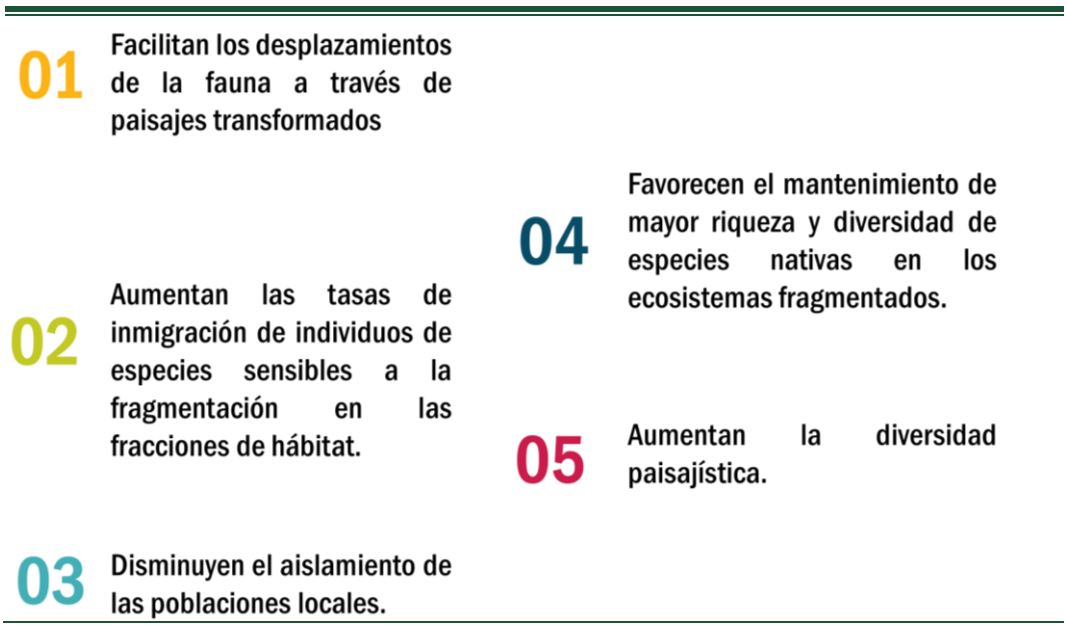


Figura 15. Beneficios que presentan los corredores biológicos en la conectividad ecológica del paisaje. Fuente: Elaboración propia con base en García y Abad, 2014.

En el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 en el apartado de Estrategias prioritarias y Acciones puntuales pretende fomentar el enfoque de manejo integrado del paisaje (MIP) y la conectividad ecológica a través de la promoción del establecimiento de acciones y corredores biológicos que permitan mantener y recuperar la integridad ecológica de las ANP y la resiliencia de ecosistemas y poblaciones ante el cambio climático.

Los corredores biológicos buscan reducir los efectos de la fragmentación de los ecosistemas y se proponen como una medida de adaptación ante las consecuencias del cambio climático. Por lo tanto, los corredores cobran mayor importancia para que las especies cambien su distribución como medida adaptativa al cambio climático, CONABIO (2020) enfatiza que es necesario mantener y restaurar los corredores que permitan esta

adaptación. Sin embargo, existe una incertidumbre climática ya que se plantean diversos escenarios que toman en cuenta distintas variables y estas deberán ser consideradas durante la planificación de los corredores biológicos para facilitar la adaptación de los ecosistemas ante el cambio climático mencionados en la figura 16.

La importancia de esta estrategia de conservación radica en el restablecimiento y mantenimiento de la conectividad entre los hábitats alterados de manera antropogénica, fomentando la movilidad de individuos en los distintos fragmentos de hábitats naturales.

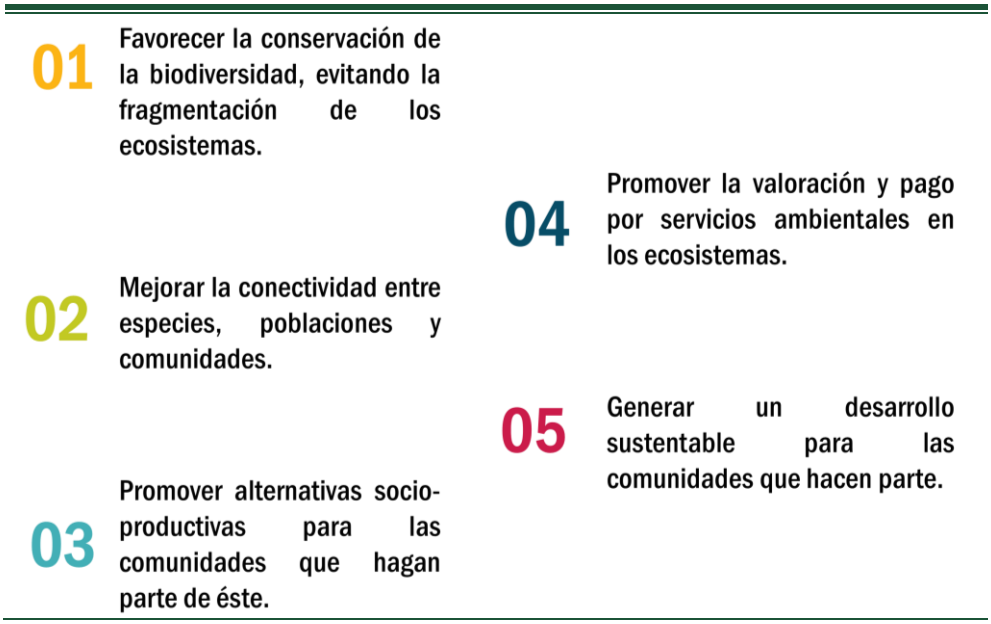


Figura 16. Objetivos que plantean los corredores biológicos. Fuente: Elaboración propia con base en Balam, 2008.

Es necesario identificar criterios para seleccionar y clasificar los espacios físicos, teniendo en cuenta una base a parámetros biofísicos (condición de la vegetación, especies clave, tipos de hábitat, etc.), pero además y también, es indispensable considerar los procesos sociales y factores económicos que suceden en un continuo dinámico territorio Balam (2008).



Figura 17. Criterios para diseñar corredores biológicos. Fuente: Elaboración propia con base en Canet, 2007.

La figura 17 brinda un panorama más específico sobre los criterios que se deben considerar al establecer un territorio como corredor biológico, mismos que no son ajenos a los de las ANP, sólo que los corredores se distinguen por pretender generar una conectividad entre los remanentes de vegetación.

Para permitir el movimiento del sistema ecológico considerando las alteraciones actuales en su dinámica causados por el cambio climático, es importante mantener la conectividad en el paisaje, por ende, los corredores son áreas en donde puede haber actividades de utilización de recursos pero que mantienen la vegetación original permitiendo el flujo de organismos. Cuando el pasaje es transformado radicalmente se crean barreras en la dispersión y distribución de las especies. Debido a que muchas Áreas Naturales Protegidas son de tamaño relativamente pequeño, siendo amenazadas por los cambios de uso de suelo que suceden en ellos, es importante que mantengan conectividad en el paisaje CONABIO (2020).

En la figura 18 se ilustra la zonificación ideal de un Corredor Biológico ya que permite el intercambio genético de flora y fauna entre cada parche conectado, éste es una clave para la resiliencia y capacidad de adaptación al cambio climático, también son

involucrados los actores a través de un desarrollo económico sostenible, donde el aprovechamiento de los recursos naturales sea pensado en las futuras generaciones, por otro lado, se pretende conectar los parches degradados siguiendo los principios de restauración ecológica considerando a la población que hace parte de este territorio.

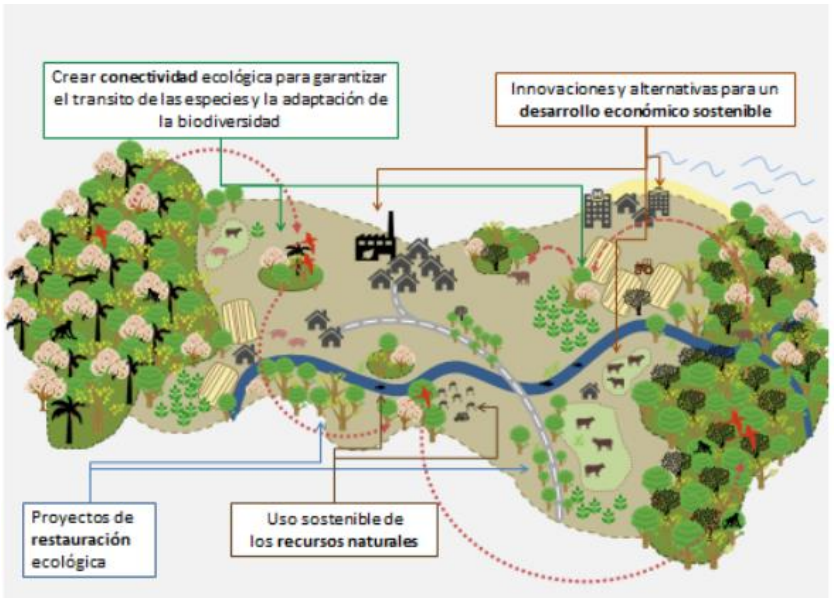


Figura 18. Esquema de un Corredor Biológico. Fuente: Biocorredores, 2021.

Actualmente, diversas naciones han establecido dentro de sus estrategias de conservación, la elaboración y la operación de los corredores biológicos, en Costa Rica, por ejemplo, estos se encuentran dentro una categoría de Área Protegida o tal es el caso de regiones, donde se interconectanG dos o más Áreas Protegidas sin distinción de divisiones políticas, como lo es el Corredor Biológico Mesoamericano.

1.4.1. Ejemplos de corredores biológicos a nivel mundial

Los corredores biológicos han surgido como respuesta a la fragmentación que ocurre en los ecosistemas como consecuencia del cambio de uso de suelo a actividades productivas, fungiendo como alternativa para frenar la acelerada pérdida del patrimonio natural y mejorar la conectividad paisajística, además que, durante su elaboración, considera a la sociedad que haga parte de éste, fomentando de esta manera un desarrollo rural sostenible orientado hacia la conservación de la biodiversidad como el

bienestar de las poblaciones locales. En este apartado se mencionarán dos corredores biológicos que han sido considerados desde mi criterio, de éxito.

1.4.1.1 Corredor Biológico Mesoamericano

De acuerdo con la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental [EMSA] (2013) define al Corredor Biológico Mesoamericano como un territorio conformado por áreas, paisajes y zonas de conectividad, ya sean terrestres, costeras o marinas, con alto valor de biodiversidad o bien de provisión de servicios ecosistémicos en Mesoamérica y como unidad de gestión, el CBM puede entenderse como un socio ecosistema.

El corredor Biológico Mesoamericano comprende de una coordinación entre los siete países que conforman Centroamérica, (Belice, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Honduras y Nicaragua) y algunos estados al sur de México, éste se decretó en la década de 1990 a través de una Cumbre de Presidentes, siendo en un principio, una iniciativa de distintas políticas de conservación biológica con el fin de mantener la conectividad entre los ecosistemas de Norteamérica y Centroamérica a través del Istmo Centroamericano, en esta agenda política establecía lo siguiente: *"el CBM es un sistema de ordenación territorial compuesta por áreas naturales protegidas de diferentes categorías de manejo más sus interconexiones, organizado y consolidado para brindar un conjunto de bienes y servicios ambientales, tanto a la sociedad centroamericana como mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y el uso sostenido de los recursos que posee"* (FAO, 2003).

El Corredor Biológico Mesoamericano fue enfocado en fomentar las prácticas productivas sostenibles de las comunidades con el fin de formar con las áreas protegidas, una red no interrumpida por las fronteras internacionales; por lo que su objetivo principal es impulsar una política de gestión territorial sostenible, transectorial y multi-actores, centrada en proteger el patrimonio natural y cultural, mejorar la calidad de vida de los habitantes y elevar la capacidad de resiliencia ante el cambio climático (EMSA, 2020).

Entre los ejes estratégicos que conforman el proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano, la gestión territorial en zonas prioritarias por su alta biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, la articulación e integralidad en política pública

territorial, la gestión del conocimiento e información, la cooperación y vinculación y el fortalecimiento institucional gubernamental (CONABIO, 2020).

En México, el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) ilustrado en la figura 19, se ha establecido como un referente de experiencias que enfrentan los desafíos de la conservación de la biodiversidad, ubicados principalmente en ecosistemas tropicales donde prevalecen actividades productivas propias de pequeñas unidades familiares, la mayoría campesinos e indígenas que habitan comunidades y ejidos pobres y marginados. En los últimos doce años, por medio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), esta iniciativa ha buscado integrar conocimientos y promover arreglos institucionales que generen alternativas ante procesos de deterioro, eleven los niveles de bienestar y garanticen la conservación de la biodiversidad (Obregón y Muñoz, 2016).

En este periodo, las actividades en México se han encaminado hacia propuestas basadas en la construcción de acuerdos, metodologías, herramientas y políticas que buscan integrar y enlazar paisajes, principalmente rurales, para la formación de matrices o mosaicos funcionales ecológicamente. Por lo que, a través de la conectividad ecológica se pretende que el enfoque participativo para el manejo y la conservación de los recursos naturales debe integrar los aspectos sociales, económicos, políticos y culturales de la región (Obregón y Muñoz, 2016).

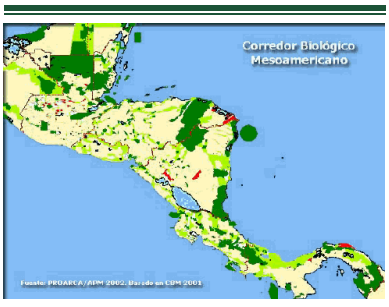


Figura 19. Corredor Biológico Mesoamericano. Fuente: FAO, 2003.

1.4.1.2 Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica

Los Corredores Biológicos son la segunda estrategia de conservación más importante de Costa Rica. Éstos son impulsados por el Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB), el cual se encuentra en El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC),

institución creada mediante la Ley de Biodiversidad No. 7788 del 27 de mayo de 1998, como un sistema de gestión y coordinación institucional, desconcentrado y participativo, que integra las competencias del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas, protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos (Red de Corredores Biológicos de América Latina y el Caribe, s.f.).

Además, este Decreto enuncia las modalidades de Corredores Biológicos: naturales, marino-costero, y los interurbanos. Éstos últimos se definen como: la extensión territorial urbana que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats modificados o naturales, que interconectan microcuencas, trama verde de las ciudades, como lo son: parques urbanos, áreas verdes, calles y avenidas arborizadas, línea férrea, isletas y bosque a orilla del río o áreas silvestres protegidas. Estos espacios contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad, posibilitando la migración, dispersión de especies de flora y fauna e incluyen las dimensiones culturales, socioeconómicas y políticas (Red de Corredores Biológicos de América Latina y el Caribe, s.f.).

Los corredores biológicos articulan en su gran mayoría a las Áreas Naturales Protegidas de modalidad terrestre, siendo de esta manera, un mecanismo de conservación y uso sostenible de los recursos naturales mismos que se desglosan en la figura 20 para el caso del Corredor Biológico Tenorio Miravalles.

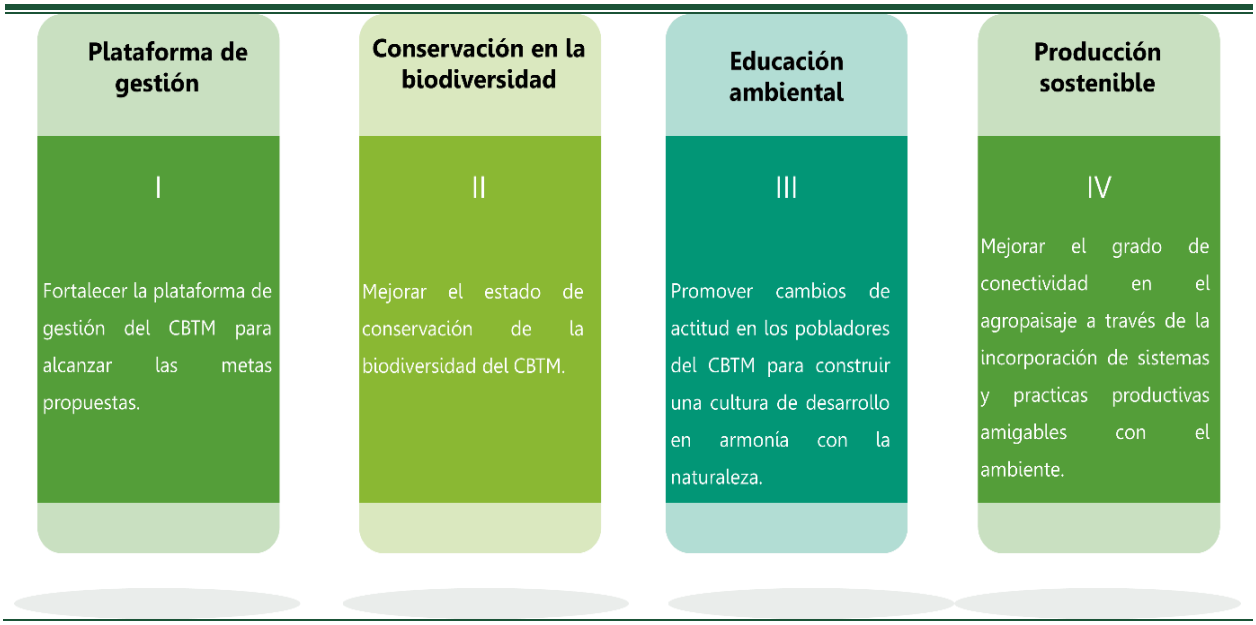


Figura 20. Áreas de acción en el Corredor Biológico Tenorio Miravalles. Fuente: Elaboración propia con base en el Plan de Gestión del Corredor Biológico Tenorio Miravalles, 2017.

Costa Rica es el país pionero en el establecimiento de COBIOs, actualmente cuenta con 44 COBIOs decretados, los cuales son concebidos como un espacio de conectividad de las áreas protegidas que funcionan como paso entre áreas núcleo. Estos se encuentran normativamente establecidos por lo que su categoría le atribuye distintas actividades y zonificaciones al resto de las demás ANP ilustrado en la figura 21.

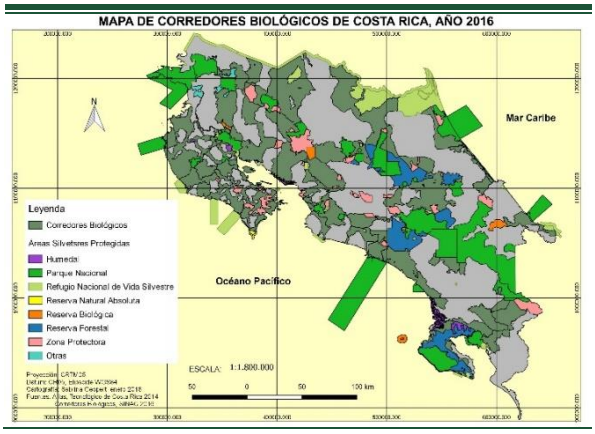


Figura 21. Corredores Biológicos de Costa Rica.Fuente: Biocorredores, 2021.

Particularmente, el Corredor Biológico Tenorio-Miravalles el cual tiene como objetivo el restablecer la conectividad entre 2 ANP, como son: Parque Nacional Volcán Tenorio y Zona Protectora Miravalles. Esta ANP se relaciona con las características del COBIO, no obstante, su instrumentación y concepción difiere de la zona de estudio.

La conservación de los recursos naturales es llevada a cabo a través de distintas metodologías y técnicas, una de ellas recae en los corredores biológicos para revertir los efectos causados por la fragmentación de los ecosistemas. Sin embargo, en el caso de México, no se encuentra una categoría que mencione los corredores biológicos, por lo que no se conciben las características anteriormente mencionadas en las categorías de ANP existentes en la normatividad mexicana; los corredores biológicos nacionales surgen de proyectos institucionales y que mayormente fungen como parches de conexión entre dos o más Áreas Naturales Protegidas, sin embargo, no son reconocidos legalmente. En el caso del COBIO, éste es atribuido con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna con características y objetivos distintos a los de un corredor biológico.

El capítulo 1 brinda los conceptos clave para el entendimiento de la investigación, mismos que son las estrategias de conservación como las áreas naturales protegidas y los corredores biológicos derivados por la reducción y deterioro de los ecosistemas por causas antrópicas que responden a las demandas económicas; dichos términos se desglosan desde un fundamento normativo que los haga válidos. Posteriormente, en el capítulo dos se aterrizará a la zona de estudio considerando las características normativas que rigen el territorio, así como las físicas, sociales y económicas.

Capítulo 2. Interpretación de los factores que conforman el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin"

El Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" se localiza al norte del Estado de Morelos. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación fechado el día 30 de noviembre de 1988 se decretó el área con el fin de establecer un corredor biológico donde se pudieran integrar los Parques Nacionales (PN) "Lagunas de Zempoala" y "el Tepozteco", además para asegurar los procesos biológicos y evolutivos,

para formar una frontera natural para el crecimiento urbano de Cuernavaca y la Ciudad de México. La superficie decretada es de 372.03 km^2. En el presente capítulo se describe la zona de estudio desde su categoría como Área de Protección de Flora y Fauna, las implicancias territoriales que ello conlleva, su descripción física y las variables socioeconómicas que lo componen para un mayor entendimiento del área respecto a los usos de suelo que se describirán adelante.

2.1 Antecedentes del Corredor Biológico Chichinautzin

El Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" fue decretada el 30 de noviembre de 1988, cuenta con una extensión de 37,302 hectáreas, abarca 12 municipios del Estado de Morelos: Huitzilac, Tepoztlán, Tlayacapan, Tlalnepantla y Totolapan, además el norte de Cuernavaca, Juitepec y Yautepec, un municipio del Estado de México el cual es Ocuilan y las delegaciones políticas de Milpa Alta y Tlalpan al sur de la Ciudad de México.

El COBIO está distribuido en tres entidades federativas, la Ciudad de México representa la menor superficie con 3.10 km^2, seguido del Estado de México con 3.18 km^2 por lo que la incidencia de las autoridades ambientales estatales en la toma de decisiones del área natural protegida es mínima. Finalmente, Morelos con 366.45 km^2 lo cual representa el 98.31% del ANP es el que mayor incidencia tienen en el manejo y administración del ANP.

Es un Corredor Biológico ya que éste fue decretado con la finalidad de unir los dos Parques Nacionales ya existentes, el PN Lagunas de Zempoala y el PN Tepozteco, buscando abarcar una mayor extensión de conservación, fue dictaminado tomando en cuenta lo descrito en la figura 22:

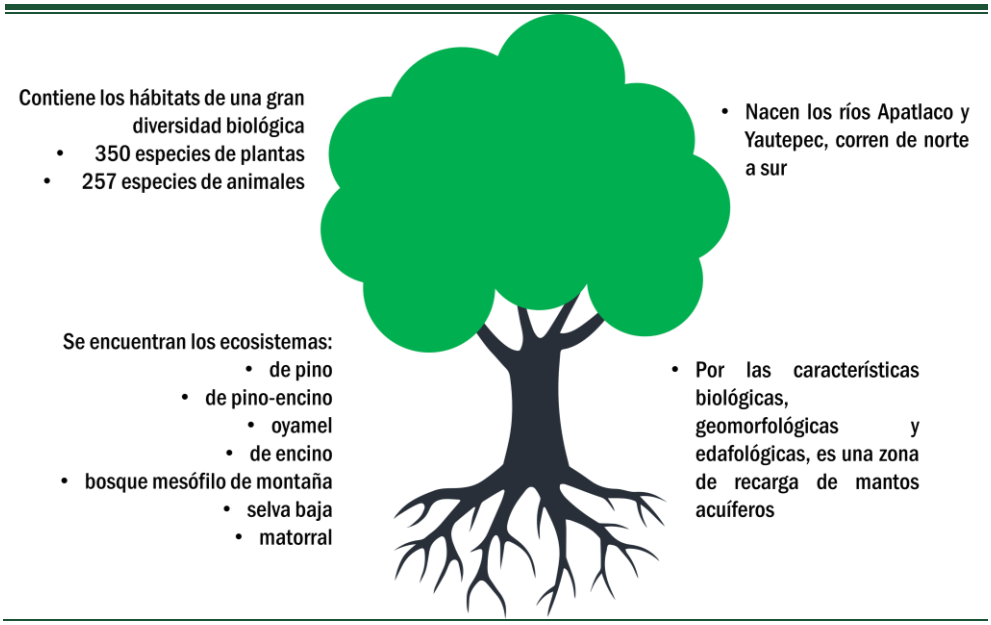


Figura 22. Características del Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en Paz y Cuevas, 2006.

Antes de concebirse el territorio como APFF, las comunidades asentadas han estado estrechamente vinculadas con sus bosques ya que a raíz de estos se ha desenvuelto su organización social y política, además de sus prácticas productivas, así como sus conflictos internos inmersos en pugnas de poder.

Previo a 1988 las comunidades internas se dedicaban al aprovechamiento forestal, ya existían fraccionamientos campestres, se extraía tierra de monte y aprovechaba el suelo para cultivo y ganado. Las instituciones federales, como administradores externos, al decretar el COBIO llegaron a ignorar las reglas de funcionamiento local como las normas, usos, gestores y administradores internos; exigiendo prácticas de conservación, pero generando un vacío normativo, de conflicto y de alta vulnerabilidad para los ecosistemas que en un principio se intentaban conservar. Esta estrategia de conservación se estableció sin considerar los conflictos internos y de manera vertical, desde la posición de poder que tiene el Gobierno Federal.

De manera pronta surgieron discrepancias entre las políticas públicas y programas gubernamentales por parte de las distintas dependencias de desarrollo urbano, agropecuario, ambiental e industrial. No obstante, la baja rentabilidad y aptitud de estos

programas propiciaron que los comuneros y ejidatarios buscaran beneficios a corto plazo para maximizar sus ganancias, optando por acciones de deterioro e ilegalidad tal como lo narra Hardin (2005) en su trabajo: "Tragedia de los comunes", que trata de demostrar cómo todo aquello que no tiene dueño y que, por tanto, pertenece a toda la humanidad siempre se ve perjudicado por el sobreuso que se hace de ellos. En el caso de la zona de estudio se refleja en la falta de permisos de aprovechamiento forestal, la carencia de empleos bien remunerados y poco apoyo en actividades agrícolas como percusores en la incidencia de los actuales usos de suelo en el ANP mediante estos actores clave.

El Gobierno Federal no tiene fácil la tarea de impulsar el manejo sustentable y la conservación de los recursos naturales en esta ANP por el papel que ha desempeñado en ellos desde su gestación; no obstante, su incidencia es clave. Asimismo, debe considerar al resto de actores que se desarrollan dentro del territorio.

2.2. Instrumentación del Corredor Biológico Chichinautzin

La zona de estudio fue atribuida con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, misma que de acuerdo con la LGEEPA debe estar fundamentada mediante el Decreto que lo proclama y un Programa de Manejo (PM) que lo rija; no obstante, el COBIO actualmente presenta una debilidad significativa y es que ha operado durante 34 años sin este fundamental instrumento.

El Decreto establecía la responsabilidad de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) para elaborar en un plazo no mayor de 365 días naturales, a partir del 30 de noviembre de 1988, un programa de manejo del Corredor Biológico en coordinación con las dependencias federales pertinentes, así como con los entes de gobierno involucrados y la población que comprendía del ANP. Esto nunca se llevó a cabo. Mediante un acercamiento con la Dirección del Centro y Eje Neo Volcánico de la CONANP en 2022 se conoció que el estatus del documento es "elaborado" bajo la coordinación de la Dirección del APFF COBIO, y que actualmente se encuentra en espera del proceso de Consulta Pública para posteriormente realizar la publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF) ello significa 33 años sin Programa de Manejo.

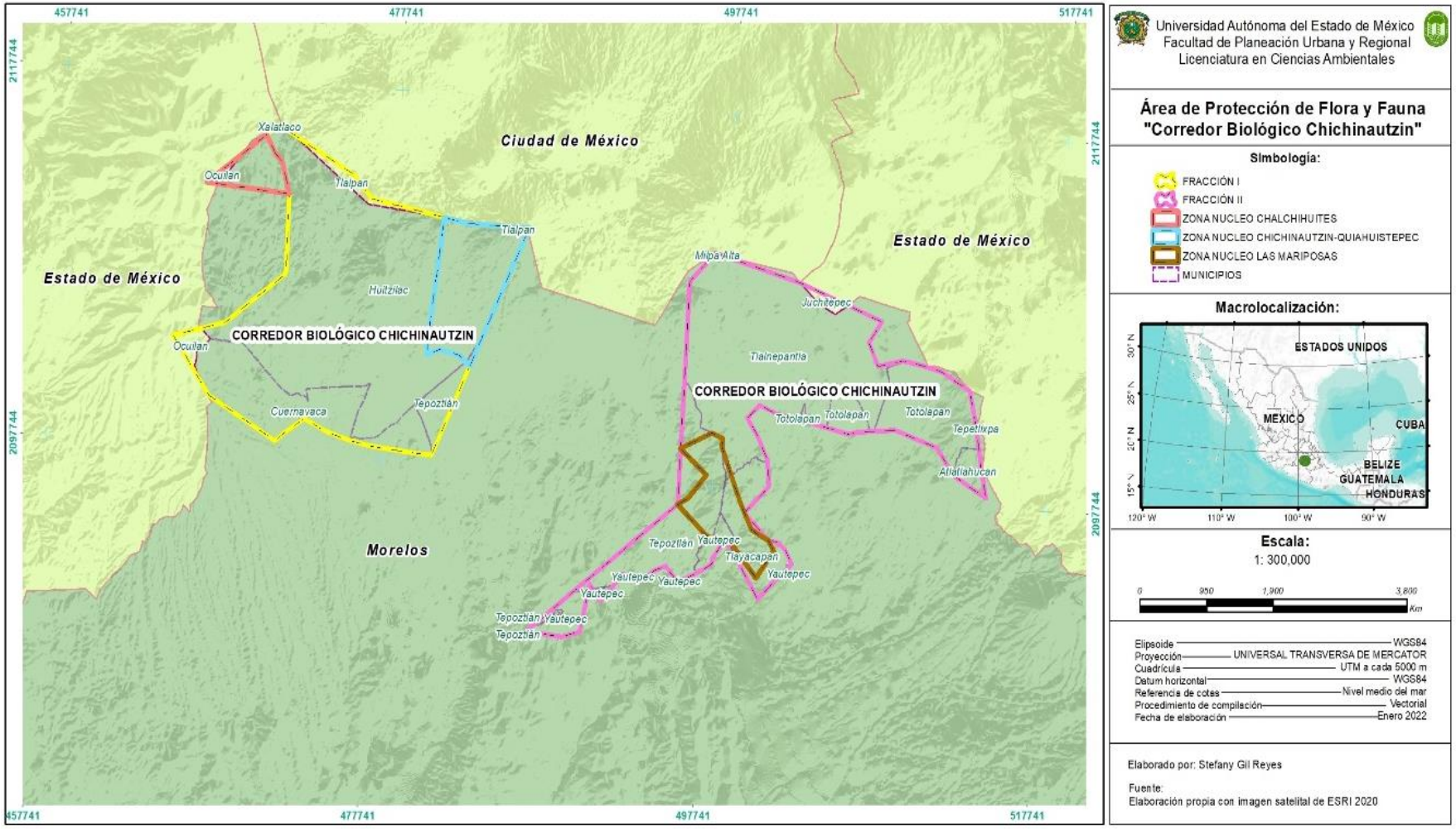
Tampoco se creó la Comisión Intersecretarial propuesta en el artículo sexto del Decreto que estaría conformada por representantes de las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de la Reforma Agraria y Desarrollo Urbano y Ecología, para dar seguimiento y garantizar el cumplimiento de los objetivos (Paz, 2005).

Debido a la falta de este instrumento en la zona de estudio, se retomará el proyecto de Programa de Manejo como un acercamiento a lo que debiera ser, el documento fue elaborado por el Centro de Investigaciones Biológicas (C.I.B.) de la UAEM, bajo la coordinación del Dr. Topiltzin Contreras en el año 2002 y se localiza en el sitio web del Observatorio Urbano Metropolitano de Cuernavaca (2012). Éste fue declinado por parte de CONANP bajo el argumento que el instrumento integraba el Tepozteco, Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Chichinautzin, por lo que cada uno debía de contar con su PM respectivo.

Esta investigación pretende demostrar cómo la falta de Programa de Manejo como instrumento básico que rija el territorio como Área Natural Protegida que determine las actividades, acciones y lineamientos para su manejo y administración, ha incidido directamente sobre los usos de suelo como resultado de la interacción entre los actores a lo largo de 30 años deslindando el COBIO de sus objetivos que lo decretaron.

2.3. Descripción del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin"

El Corredor Biológico Chichinautzin abarca tres entidades federativas, las cuales son: Ciudad de México en la región sur, Estado de México al sureste y la Sierra Norte del Estado de Morelos (Mapa 1).



Mapa 1. Ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia.

Las características ambientales de esta región la convierten en una región prioritaria ya que comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y presencia de endemismos. Es un corredor que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona y es, además, una barrera para evitar el avance del proceso de urbanización de la Ciudad de México y de Cuernavaca, el tipo de vegetación que se distribuye con una superficie mayor es el bosque de pino (CONABIO, s.f.).

El Corredor Biológico Chichinautzin se divide en 2 fracciones que se encuentran distanciadas por el PN "El Tepozteco", dichas fracciones están zonificadas en 3 zonas de núcleo dentro de los ecosistemas de bosque y selva baja.

Dos de las tres zonas núcleo se ubican en la Fracción I; la primera es denominada como "Chalchihuites" con una superficie 7.831 km^2 ubicada al noreste del municipio de Huitzilac en esta ZN predomina el ecosistema de bosque de oyamel y pino sin perturbación antrópica además que es el hábitat del conejo teporingo y de pastizales naturales, especies endémicas que se encuentran peligro de extinción; por otro lado se encuentra "Chichinautzin-Quiahuistepec" abarcando 28.730 km^2, en el municipio de Huitzilac dentro de la comunidad agraria de Coajomulco, representando el 45.9% de su territorio, Esta zona núcleo se destaca por ser un área importante para la recarga de mantos acuíferos, debido a que se encuentran los ecosistemas de bosque de encino, matorral rosetófilo crasicaule y de pino-encino en las partes con mayor altitud siendo un área importante de recarga de acuíferos.

La última zona núcleo es la denominada "Las Mariposas" ubicada al sureste de la Fracción II, con una superficie de 17.408 km^2 es un ecosistema donde predomina la selva baja caducifolia, uno de los ecosistemas con mayor diversidad de en flora y fauna de la región y el de mayor extensión en el Estado que cuenta con alto grado de protección. Dicha zona núcleo se encuentra cercana a la cabecera municipal de Tlayacapan y a pesar de que la topografía limita hasta cierto punto el desarrollo, ya existe indicios de asentamientos humanos.

2.3.1 FLORA Y FAUNA

La categoría del Área Natural Protegida es de Protección de Flora y Fauna, esto quiere decir que el área contiene los hábitats cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres, encontrando especies endémicas, en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Es importante recalar que la flora es el conjunto de las plantas, árboles, arbustos y otros vegetales de una zona geográfica. En el proyecto de Programa de Manejo del ANP se registraron alrededor de 860 especies de plantas, los polígonos que comprenden el ANP se encuentran en distintas comunidades de sucesiones florísticas por lo que se encuentra una gran diversidad de especies divididos en la figura 23.

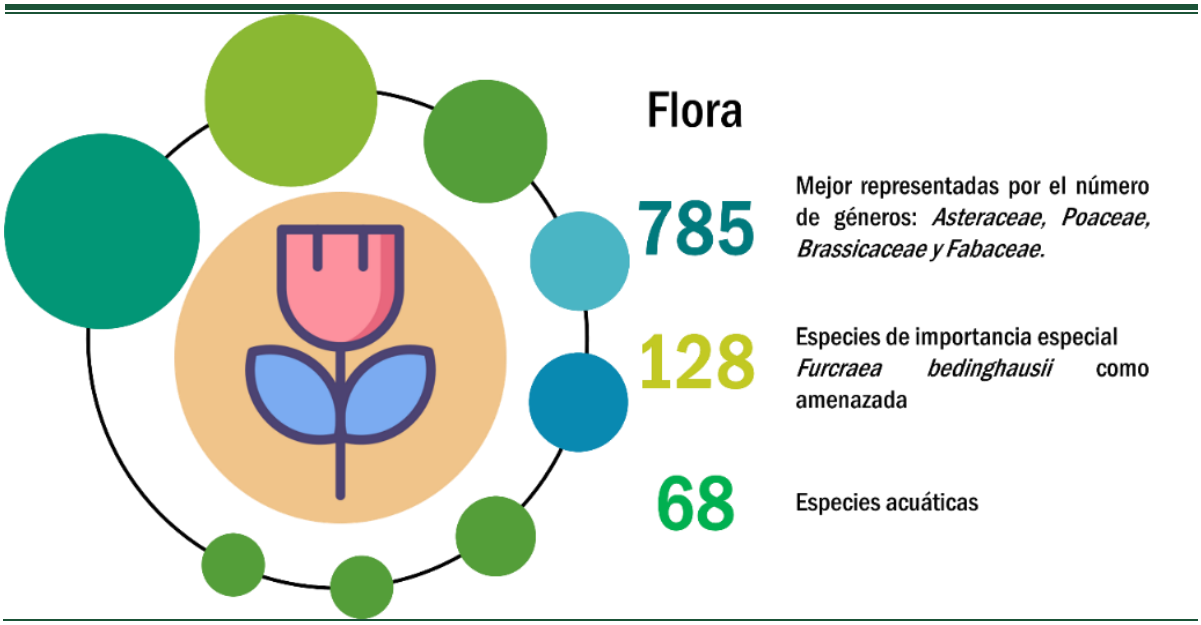


Figura 23. Flora del Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en Proyecto de Programa de Manejo (2002).

La diversidad florística y faunística es amplia y diversa, esto aunado a los distintos ecosistemas presentes en el Corredor Biológico, a grandes rasgos se destacan las familias de Pinaceae, Fagaceae y Betulaceae, seguidas de las Burseraceae, Anacardiaceae, Araliaceae y Annonaceae.

Las principales especies de la familia de Pinaceae dentro del Área Natural Protegida son: *Pinus montezumae, P. hartwegii, P. pseudostrobus* y *P. teocote;* dichas especies son de alta demanda en el mercado forestal y maderero, por lo que es muy común su tala.

Respecto a las especies de flora acuática, las 68 reconocidas (40 son consideradas acuáticas y 28 subacuáticas) dentro del Corredor Biológico, representan el 9.1% de la flora acuática reconocida a nivel nacional (Proyecto de Programa de Manejo, 2002).

En el corredor biológico se encuentran 14 especies endémicas que representan el 10% del total para México. Además de éstas 14 especies el 30% son exclusivas del Eje Neovolcánico Transversal (ETN) del cual hace parte el corredor biológico, considerándose de esta manera como un área de gran biodiversidad, así como también, un centro de endemismos, esto quiere decir que son aquellos grupos biológicos con área de distribución restringida.

En cuanto a la fauna presente del Área Natural Protegida, se tiene documentado dentro del proyecto de Programa de Manejo del Corredor Biológico que los anfibios están representados por 10 especies, lo cual representa el 3.5% a nivel nacional y el 37.03% a nivel estatal.

Respecto al grupo de reptiles, uno de mayor diversidad que el grupo anterior y principalmente distribuida en las áreas de bosque de pino-encino, se tienen registradas 43 especies las cuales representan el 3.64% de las especies en México y el 52.5% en Morelos.

En lo que se refiere a la ornitofauna, se contabilizan 237 especies, de las cuales 36 son endémicas del país, cabe destacar que el mayor número de especies de ornitofauna endémica corresponde al Eje Neovolcánico, del cual el Corredor Biológico forma parte. Por otro lado, la presencia de mastofauna en el ANP se despliega en 60 especies, las cuales representan el 13.39% a nivel nacional.

De manera general, se considera que las actividades antrópicas, como la cacería furtiva es uno de los principales factores que han provocado la disminución de las poblaciones faunísticas.

En la tabla 4 se describe específicamente a las especies que hacen parte de la NOM-059-SEMARNAT-2010, catalogadas en alguna categoría de riesgo y que, por ende, es uno de los principales fundamentos para que el Corredor Biológico cuente con la categoría de "Área de Protección de Flora y Fauna".

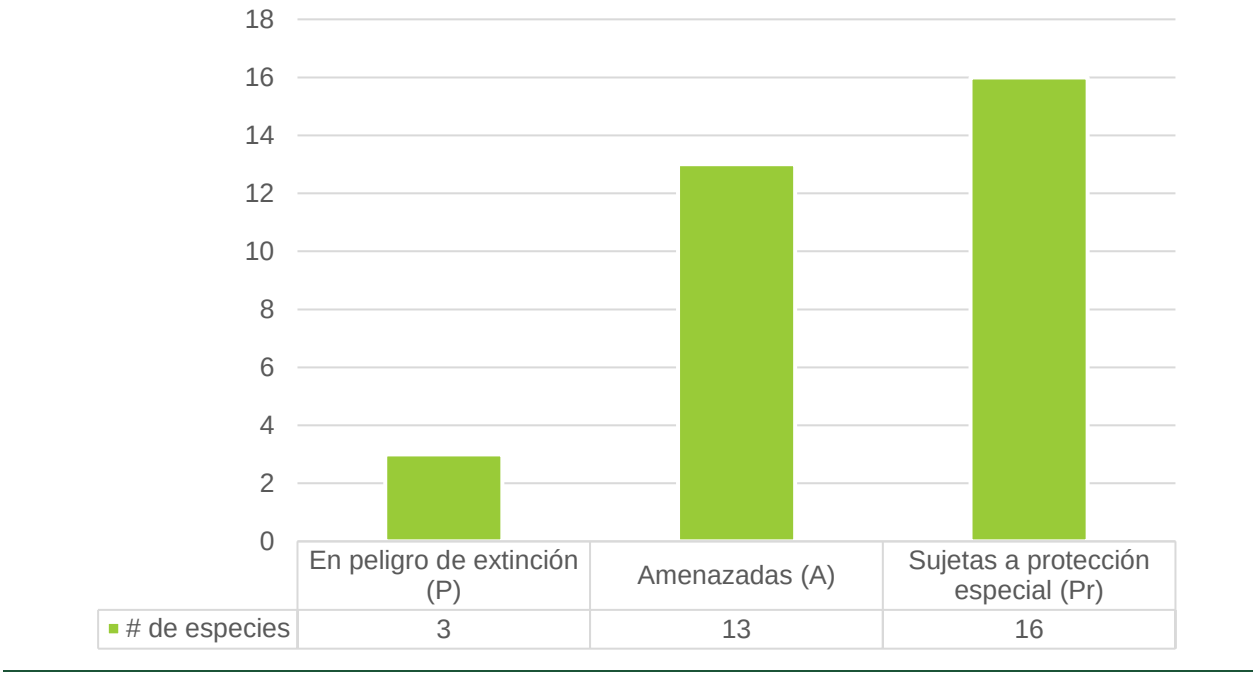
Tabla 4.

Especies en el Corredor Biológico Chichinautzin descritas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

GRUPO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN	CATEGORÍA
Micología	Hongo blanco	*Boletus edulis*	No endémica	A
Flora	Orquídea	*Pleurothallis nigriflora*	Endémica	Pr
	Falso maguey transvolcánico	*Furcraea bendinghausii*	Endémica	A
Ictiofauna	Trucha arco iris	*Oncorhynchus mykiss*	No endémica	Pr
Anfibios	Tlaconete morelense	*Pseudoeurycea altamontana*	Endémica	Pr
	Salamandra pie plano común	*Chiropterotriton chiropterus*	Endémica	Pr
	Tlaconete pinto	*Pseudoeurycea belli*	Endémica	A
	Tlaconete regordete	*Pseudoeurycea cephalica*	No endémica	A
	Tlaconete leproso	*Pseudoeurycea leprosa*	Endémica	A
	Ajolote de zempoala	*Rhyacosiredon zempoalensis*	Endémica	A
	Rana de árbol plegada	*Hyla plicata*	Endémica	A
Reptiles	Tortuga pecho quebrado mexicana	*Kinosternon integrum*	Endémica	Pr
	Lagartija cornuda de montaña	*Phrynosoma orbiculare*	Endémica	A
	Lagarto alicante del Popocatépetl	*Barisia imbricata*	Endémica	Pr
	Lagartija escamosa de mezquite	*Sceloporus grammicus*	No endémica	Pr
	Víbora de cascabel	*Crotalus durissus*	No endémica	Pr
	Víbora de cascabel pigmea mexicana	*Crotalus ravus*	Endémica	A
	Víbora de cascabel	*Crotalus polystictus*	Endémica	Pr
	Víbora de cascabel	*Crotalus transversus*	Endémica	P
Ornitofauna	Gallina de monte	*Dendrortyx macroura*	Endémica	A
	Vireo gusanero	*Vireo brevipennis*	Endémica	A
	Aguililla aurea	*Buteo albonotatus*	No endémica	Pr
	Tapacamino prío	*Nyctiphrynus mcleodii*	Endémica	Pr
	Aguililla cola roja de Tres Marías	*Buteo jamaicensis ssp. fumosus*	Endémica	Pr
	Gavilán pecho rufo	*Accipiter striatus*	No endémica	Pr
	Vencejo	*Streptoprocne semicollaris*	Endémica	Pr
	Papamoscas	*Deltarhynchus flammulatus*	Endémica	Pr
	Halcón fajado	*Falco femoralis*	No endémica	A
	Codorniz montezuma	*Cyrtonyx montezumae*	No endémica	Pr
	Gorrión serrano	*Xenospiza baileyi*	Endémica	P
Mastofauna	Conejo teporingo	*Romerolagus diazi*	Endémica	P
	Cacomixtle	*Bassariscus astutus*	Endémica	A

Fuente: Elaboración propia con base en el proyecto de Programa de Manejo COBIO, 2002 y CONANP, 2022.

La tabla 4 muestra a las 32 especies registradas dentro del Área Natural Protegida que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 donde se describen las especies nativas de México de flora y fauna silvestres, así como su categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio; 21 de las descritas en el COBIO (el 70%) son consideradas como especies endémicas, esto quiere decir que son aquellas que sólo habitan en un lugar determinado, de esta manera, se destaca el alto nivel de endemismo presente en el ANP y a la categoría que éste le es asignada, por lo que las actividades permitidas deberán encontrarse en contraste con la preservación, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna.



Gráfica 2. Número de especies del Corredor Biológico en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 2 cuantifica y representa el número de especies enlistadas dentro de la zona de estudio, demostrando que la categoría "Sujetas a protección especial (Pr)" es la que más domina y que a su vez demuestra que éstas podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de

poblaciones de especies asociadas, el conocer su estado de conservación permite establecer medidas para su preservación y repoblación.

2.3.2 Ecosistemas

El ecosistema es entendido como el conjunto de la diversidad de especies de flora y fauna en un área determinada que interactúan entre ellas y con su entorno abiótico como lo son el suelo, la humedad, el clima, la temperatura, el calor, la altitud, la latitud, la presión atmosférica, etc. A nivel mundial, los ecosistemas se dividen de manera general en: bosques, desiertos, selvas, océanos y tundras. En México se encuentran de manera general los siguientes ecosistemas:

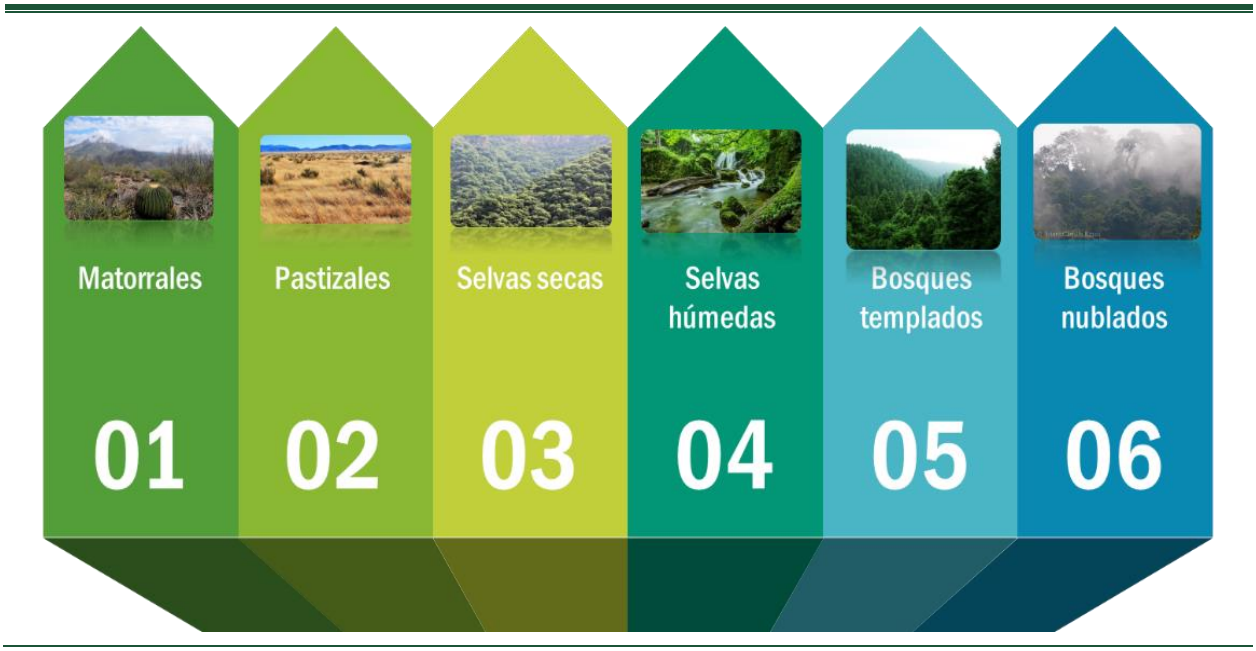
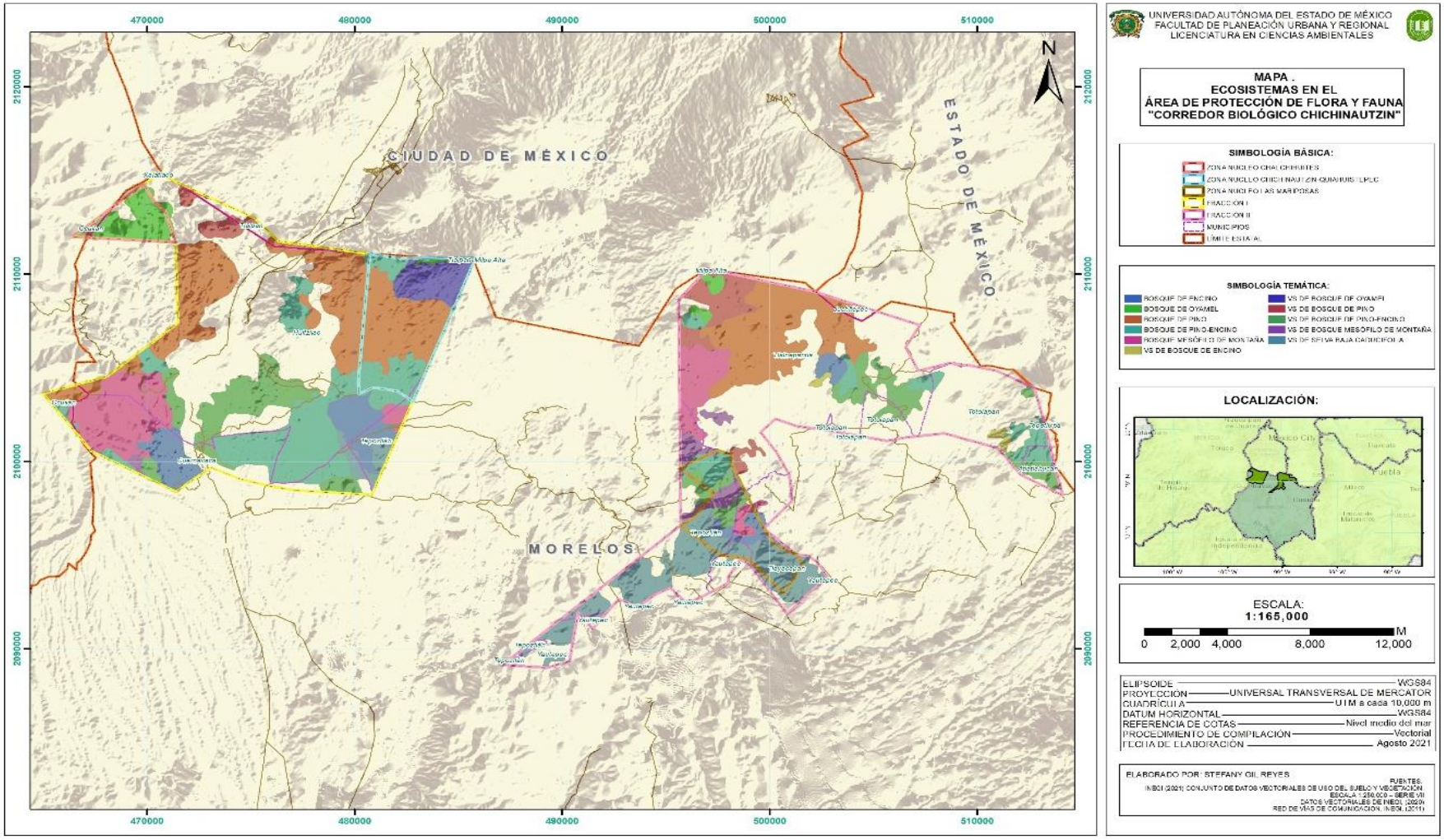


Figura 24. Ecosistemas de México. Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO (s.f.).

La figura 24 muestra cómo en el APFF Corredor Biológico Chichinautzin se encuentran 7 tipos de ecosistemas, convirtiendo la región en un centro de alta riqueza biológica misma que provee diversos servicios ambientales, como la recarga de acuíferos, captación de CO_2, ser un centro de recreación y de amortiguamiento de la urbanización.



Mapa 2. Ecosistemas presentes en el Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2018.

El ecosistema de mayor predominancia en el COBIO es el bosque de pino con una extensión de 88.67 km^2, caracterizado por prosperar en zonas con una precipitación y temperatura media anual que oscila entre los 350 y 1,000 mm. y entre 6 y 28°C respectivamente. Universidad Veracruzana, (s.f.). se distribuye a lo largo de ambas Fracciones, por un lado, al oeste de la Fracción I y al este en la ZN "Chichinautzin-Quiahuistepec", mientras que en la Fracción II se localiza al norte de Tlalnepantla.

Por otro lado, el bosque de pino-encino abarca una superficie de 77.37 km^2, se localiza entre los 1,600 msnm. Y hasta los 2,800 msnm. Se caracteriza por tener el estrato arbóreo una altura promedio de 20 metros y una dominancia clara de especies de *Pinus* y *Quercus*; encontrándose en conjunto con su vegetación secundaria, lo cual quiere decir que el ecosistema fue alterado previamente y existió algún tipo de restauración ecosistémica; y en menor superficie al sur de la ZN "Chichinautzin-Quiahuistepec"; mientras que en la Fracción II se localiza al norte de la ZN "Las Mariposas" y en Tlalnepantla para la Fracción II.

El bosque mesófilo de montaña cuenta con una superficie de 34.09 km^2, es uno de los tipos de vegetación más diversos y restringidos debido a su alta diversidad biológica y fragilidad ante perturbaciones externas por lo que su representación superficial a nivel nacional es mínima y su conservación es importante; se localiza sobre barrancas y laderas húmedas aledañas a las zonas montañosas en la Fracción I y al este donde atraviesa la carretera que conecta Huitzilac con Tepoztlán; por otro lado, en la Fracción II se encuentra este ecosistema al norte de localidad de Amatlán de Quetzalcóatl y en la ZN "Las Mariposas".

Posteriormente se localiza la selva baja caducifolia caracterizada por conformar comunidades vegetales menores a 15 m. que pierden sus hojas durante la época seca del año. Son propias de climas cálidos con lluvias escasas. Tienen una diversidad única con gran cantidad de especies endémicas. Se ubican en zonas muy frágiles y en condiciones climáticas que favorecen la desertificación CONABIO, (2022). Dentro del COBIO presenta una extensión de 29.53 km^2, distribuido principalmente al sur de la Fracción II abarcando 7.38 km^2 de la ZN "Las Mariposas" siendo el ecosistema de mayor

protección en esta zona, mientras que, en la Fracción I su superficie es mínima distribuida al sureste.

El bosque de encino está delimitado entre los 2,500-2,800 msnm; son destacados por las especies de *Quercus*, aprovechadas comercialmente por sus características maderables, en el COBIO abarca una superficie de 19.87 km^2 y se distribuye mayormente al sur y este de la Fracción I, mientras que en la Fracción II se localiza dentro de la ZN "Las Mariposas" y en menor representación en el municipio de Tlalnepantla.

El bosque de Oyamel de menor superficie, abarca 17.54 km^2, del ANP, está ubicado en sitios de alta montaña, este tipo de ecosistema requiere de condiciones de alta humedad, con una precipitación superior a los 1,000 mm. Iglesia y Fernández (2006) convirtiéndolo en una zona de recarga de acuíferos tanto por su ecosistema como la edafología; se localiza en las ZN "Chalchihuites" y "Chichinautzin-Quiahuistepec" esta última con predominancia de vegetación secundaria y en menor superficie, se localiza al noroeste de la Fracción II en las inmediaciones del Volcán Ocotecatl.

Como se puede apreciar, el COBIO es un centro de gran diversidad biológica donde las zonas núcleo son las de mayor diversidad ecosistémica, así mismo, fuera de éstas se destaca el suroeste de la Fracción I y al noroeste de la Fracción II donde convergen sitios de alta relevancia para conservación y que proveen diversos servicios ecosistémicos. A nivel nacional, las especies madereras de mayor rentabilidad económica se encuentran dentro del ANP, como lo son los oyameles (*Abies spp.*), los pinos (*Pinus spp.*) y los encinos (*Quercus spp.*) mismas que se distribuyen en los ecosistemas de bosque de encino, pino-encino y de pino y que en conjunto abarcan 170 km^2 además son consideradas como maderas preciosas por su alto valor comercial, que previo al decreto del ANP, ya existía una explotación forestal, que actualmente es concesionada por el Estado a particulares convirtiendo los bosques como centro de conflicto ya que se han generado intereses particulares y grupos de poder local, optando la población local por continuar realizando la tala bajo un marco de ilegalidad, la cual es una de las problemáticas detectadas.

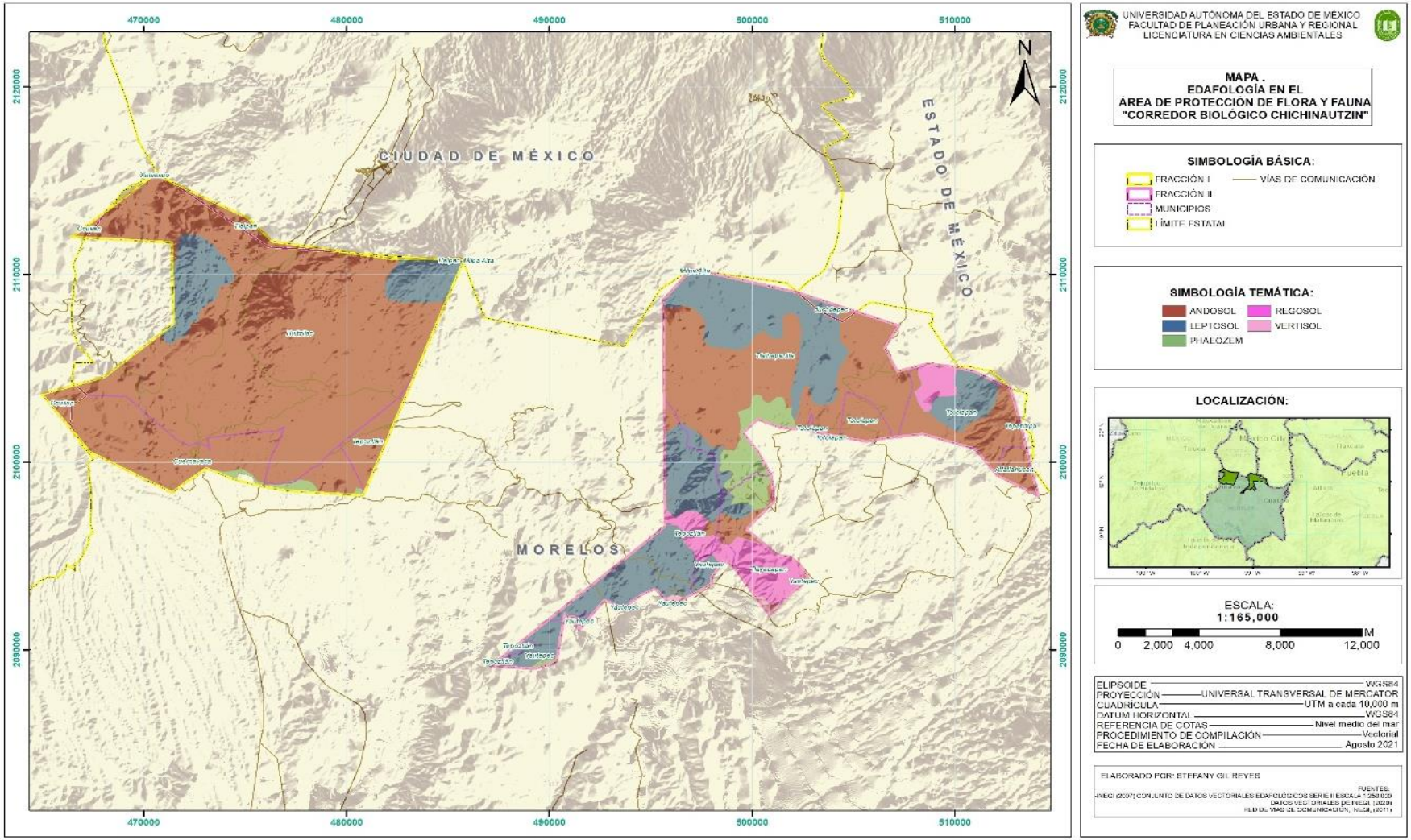
2.3.3 Edafología

La Universidad de Buenos Aires (2022), define la edafología como la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con el entorno que le rodea; por otro lado, el suelo como recurso es fundamental en el equilibrio de los ecosistemas comprendido como un subsistema del sistema natural que protege las aguas subterráneas y superficiales contra los agentes nocivos, además de descomponer la materia orgánica para la nutrición de este.

Además, la edafología permite clasificar el suelo de acuerdo con sus características físicas y químicas, como condicionantes del uso de suelo

por un lado, suelos ricos en materia orgánica, en ligeras pendientes y profundos, estas características permiten el desarrollo de actividades antrópicas como la agricultura o el desarrollo urbano; el COBIO está conformado por el andosol, feozem y vertisol que comparten características similares y representan el 71.82% de la zona de estudio, este factor propicia los cambios de uso de suelo.

En contraste se encuentran los suelos jóvenes, poco profundos, con pendientes pronunciadas y bajos en materia orgánica; este tipo de suelo limita las actividades humanas, como el pastoreo extensivo y conforma el 28.18% del COBIO (Mapa 3).



Mapa 3. Edafología en el Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia.

Las unidades de suelo en la zona del Corredor Biológico son:

1. **Andosol**: es suelo más ampliamente distribuido en el ANP, abarcando 254.83 km^2, se forman a partir de materiales volcánicos, presentan color oscuro en el primer horizonte, debido al alto contenido de materia orgánica y color café, alcanzando profundidades hasta de 1.50 m. Son utilizados para agricultura de temporal. Esta unidad edáfica se distribuye mayormente en Huitzilac, Cuernavaca y Tepoztlán en la Fracción I; mientras que en la Fracción II se encuentra al este en Atlatlahucan, Totolapan y parte de Tlalnepantla.

2. **Leptosol**: este tipo de suelo se caracterizan por tener roca cerca de la superficie, ubicados principalmente en zonas montañosas, debido a su alta pedregosidad y poca profundidad, estos suelos no son aptos para uso agrícola, por lo que usualmente son usados para actividades ganaderas. Abarcando 88.70 km^2 y ubicado en las zonas montañosas al oeste y en el volcán de Chichinautzin en la Fracción I; por otro lado, en la Fracción II se distribuye en las principales elevaciones como en Yautepec, Tepoztlán y Tlalnepantla. Tanto las condiciones edáficas como de topografía han limitado las actividades antrópicas en este suelo, manteniendo su vegetación boscosa.

3. **Regosol**: también considerados como suelos jóvenes ubicados al pie de las sierras donde los sedimentos son recientes. Su producción agraria suele ser escasa, y como en el caso de los Leptosoles. Buena parte de ellos son dedicados a pastoreo extensivos; el agua al no poder penetrar al suelo corre por la superficie siendo zonas susceptibles a inundaciones y abarca el 16.04 km^2 distribuido en Tlayacapan dentro de la zona núcleo "Las Mariposas" y parte de Totolapan.

4. **Feozem**: Su extensión es de 12.19 km^2 Son de color oscuro, rico en materia orgánica y nutrientes, Estos suelos se distribuyen sobre superficies planas o con ligeras pendientes. Son utilizados tanto para la agricultura de riego como de temporal, sin embargo, las sequías periódicas, la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se localizan al sur de la Fracción I, asimismo como en la Fracción II.

5. **Vertisol**: Estos suelos se desarrollan principalmente en sitios planos o de pendientes suaves. Una de las principales características que poseen es su alta cantidad de arcilla; además, son muy susceptibles a todas formas de erosión. Su uso agrícola, particularmente de riego, es muy extenso, variado y productivo, principalmente de maíz con una mínima superficie de 0.90 km^2 y que se localiza al sureste de la Fracción II.

Como se puede apreciar, el 71.82% del suelo (andosol, feozem y vertisol) que conforma el COBIO, presentan de media a alta aptitud agrícola por ello, ha sido el segundo uso de mayor superficie y en donde mayormente se ha llevado a cabo esta actividad, no obstante, el que el COBIO se encuentre en un espacio periurbano ha conllevado a una capitalización del suelo como territorio por la desvalorización económica de las actividades agrícolas por lo que cada vez existen menos apoyos gubernamentales que propicien el desarrollo integral agropecuario, sino que se han basado en el asistencialismo; ello frente a la creciente demanda de bienes inmuebles como respuesta al fenómeno de revalorización de la zona rural por parte de las poblaciones urbanas, reflejadas en la elección de las zonas periurbanas como lugar de residencia permanente o de descanso.

Considerando que el uso de suelo urbano es el último eslabón de las transiciones en cambio de uso de suelo se considera como un uso irreversible, esto se ha dado mediante la venta de predios para el desarrollo inmobiliario, donde la pobreza de las comunidades y la presión del mercado inmobiliario; por ello, las alternativas en actividades que se propongan deben ser aptas a desarrollarse en estos suelos y que además resulten compatibles con el objetivo de conservación del ANP.

2.3.4 Hidrografía

El relieve representa la expresión del conjunto de procesos evolutivos en la corteza terrestre que la originan, modelan y destruyen. De manera general, el relieve del Corredor Biológico es endógeno producto de las altas temperaturas y presiones internas de la Tierra que favorecen la precipitación pluvial, así como su infiltración y escurrimiento subterráneo; dentro del mismo Decreto del ANP se enuncia la necesidad de establecer un ordenamiento ecológico que asegure un manejo integral de las cuencas arriba y abajo para asegurar la disponibilidad del recurso hídrico sobre la región.

La hidrografía de la región del COBIO se encuentra representada por las zonas de recarga de acuíferos por lo que este servicio ambiental es fundamental para cubrir las necesidades de agua para las actividades económicas (agricultura, ganadería, industria, recreación) y de su uso doméstico de la mayor parte del estado de Morelos.

Conocida también como Formación Chichinautzin, la Sierra del Chichinautzin, se constituye de coladas de lava de naturaleza basáltica; este material tiene un alto grado de permeabilidad secundaria producto del alto grado de fracturamiento, lo que permite que se infiltren las aguas generadas por lluvia. Y que abastece de uso doméstico al Valle de México, Cuernavaca y Toluca.

Por lo tanto, la *Figura 25* hace referencia al papel que juega la sierra de Chichinautzin respecto al ciclo hidrológico, siendo el espacio donde ocurre la recarga de mantos acuíferos y mostrando la intrínseca relación entre el recurso edáfico con su cobertura forestal con el recurso hídrico.

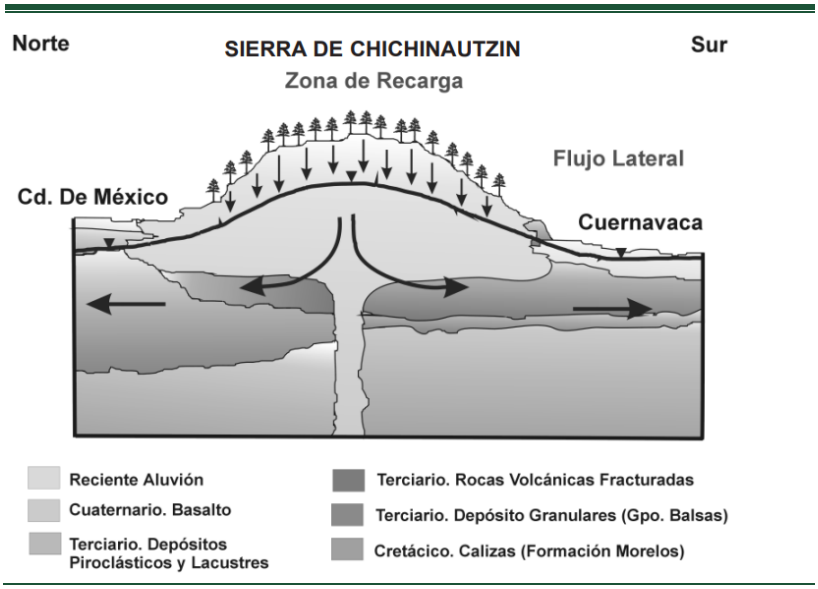
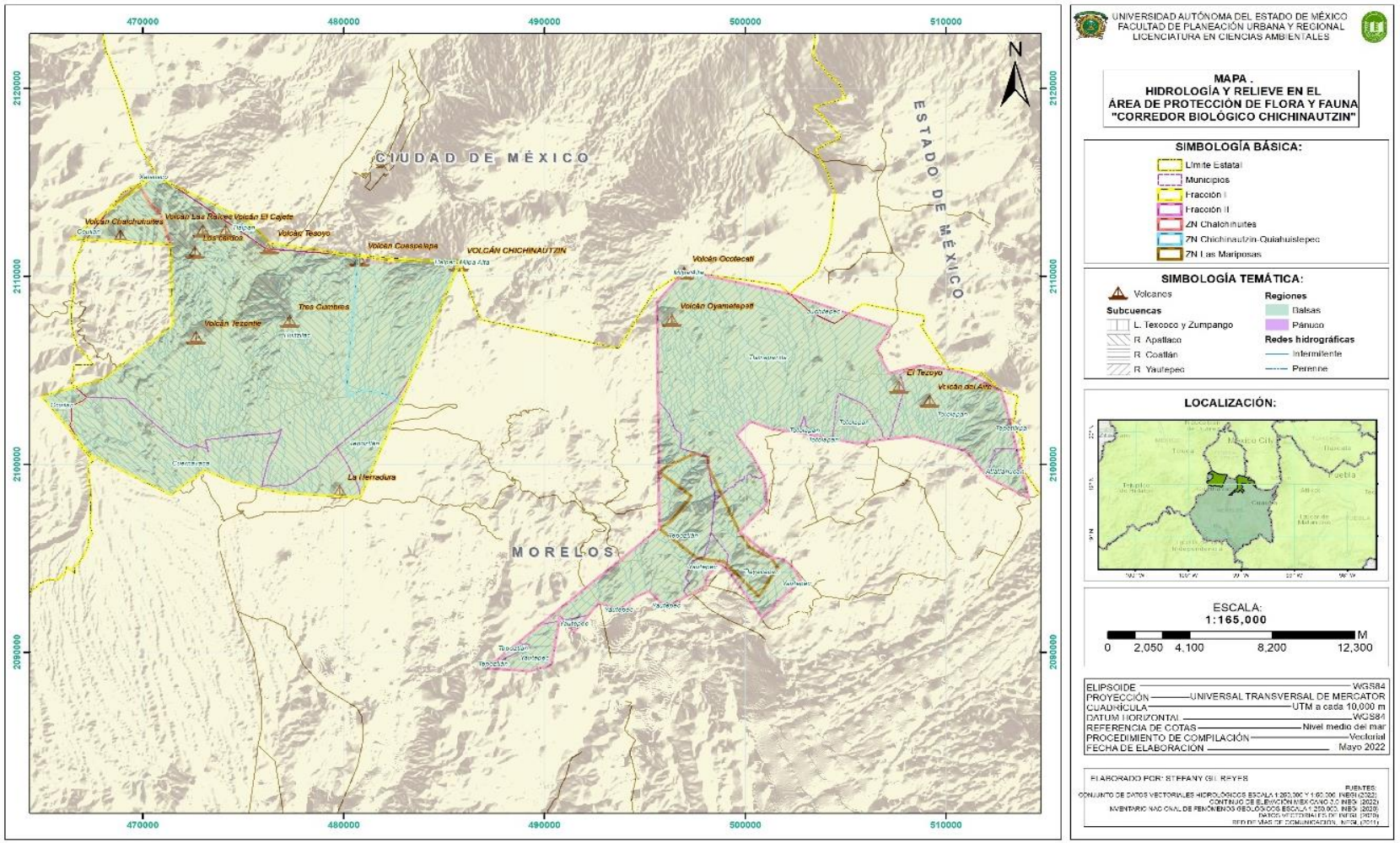


Figura 25. Modelo conceptual de la recarga en la Sierra de Chichinautzin. Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2001.

La figura representa las principales elevaciones así como las regiones Balsas y Pánuco al cual pertenece el COBIO, además se destaca por incluir las subcuencas de los ríos

Apatlaco, Coatlán, Yautepec Texcoco y Zumpango, ello convierte la región como una de las áreas con mayor capacidad de infiltración de Morelos, así como su elevado índice de infiltración (70-80%) debido a las unidades de roca pertenecientes al grupo Chichinautzin, y que el estar dentro de este último le confiere propiedades singulares de una alta permeabilidad, como la gran importancia en la recarga de mantos acuíferos.



Mapa 4. Relieve e hidrografía del COBIO Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020.

Por otro lado, el mapa 4 descrita representa las cinco principales elevaciones en el relieve en el COBIO; dichos sitios representan las recargas de mantos acuíferos del ANP, por un lado, el volcán Chichinautzin al noreste, Chalchihuites al noroeste dentro de la zona núcleo que tiene su nombre, Cuespalapa al norte, pertenecen a la Fracción I mientras que los volcanes Ocotecatl y Oyametepetl ambos se localizan al norte de la Fracción II. Cabe destacar que todos los volcanes han mantenido la cobertura forestal ya que desde su medio físico impide el realizar actividades productivas en las regiones.

Tabla 5.

Principales elevaciones del relieve del COBIO.

NOMBRE	ELEVACIÓN (MSNM)
Volcán Chichinautzin	3,490
Volcán Ocotecatl	3,470
Volcán Chalchihuites	3,350
Volcán Cuespalapa	3,280
Volcán Oyametepetl	3,260

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020.

La importancia de la hidrología radica en que determina la subsistencia personal y es utilizado en diferentes actividades como factor de desarrollo socioeconómico. A pesar de que, cuantitativamente su representación en la zona de estudio es mínima debido a que gran parte es subterránea como resultado la recarga de acuíferos es considerada para conocer los usos de suelo que han incidido directamente sobre este recurso mediante la pérdida de cobertura forestal.

Rodríguez (2016) demuestra que los valores más altos de precipitación se concentran en las localidades de Huitzilac, Coajomulco y Santa María Ahuacatitlán en la Fracción I, con valores anuales entre 1,400 a 1,600 mm. Mismas regiones donde predominan los bosques templados y de niebla, que a su vez se encuentra una importante presión antrópica sobre la zona, desmontando la vegetación para dar pie al uso pecuario, agrícola o urbano, estos cambios de uso de suelo tienen incidencias a futuro sobre la provisión de este servicio ecosistémico.

Por otro lado, el financiamiento brindado por parte de la CONAFOR mediante el esquema de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) resulta poco competitivo contra otros usos que pudieran generarse en dichos territorios y que potencialmente generarían la degradación de los ecosistemas y la disminución de la recarga de los acuíferos.

Pareciera que la conservación de esta zona fuera más importante porque provee del recurso hídrico a la población asentada en las principales zonas metropolitas del centro del país, que por los beneficios que deberían tener sus propios habitantes, ya que el 21.86% de la población carece de este servicio, siendo uno de los factores que han conllevado a una paulatina desvinculación y desvalorización entre la población del COBIO con sus recursos naturales.

El medio físico permite describir las características del territorio que pretender conocer cómo es y cómo funciona, en el caso de la presente investigación se consideró la flora y fauna, edafología, hidrología, relieve y los ecosistemas como indicadores para el análisis de cambio de uso de suelo y así determinar las aptitudes del territorio mediante gestión de actividades productivas y de conservación que se realicen en la zona, ello en función de sus características y las plausibles explicaciones al abandono de algunos usos, como el agrícola o el pecuario.

2.4 Diagnóstico socioeconómico

El diagnóstico socioeconómico es una herramienta que reúne la información suficiente para caracterizar y conocer las condiciones de vida de las localidades que hacen parte de la zona de estudio; esta información contiene datos cuantitativos y cualitativos de aspectos económicos, sociales, demográficos, comerciales, agrarios y ambientales relacionados a la población y al territorio.

Los principales instrumentos de compilación, evaluación y análisis de datos son los Censos de Población y Vivienda, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y son realizados cada diez años destacando información demográfica, económica y social.

2.4.1 Distribución de la población

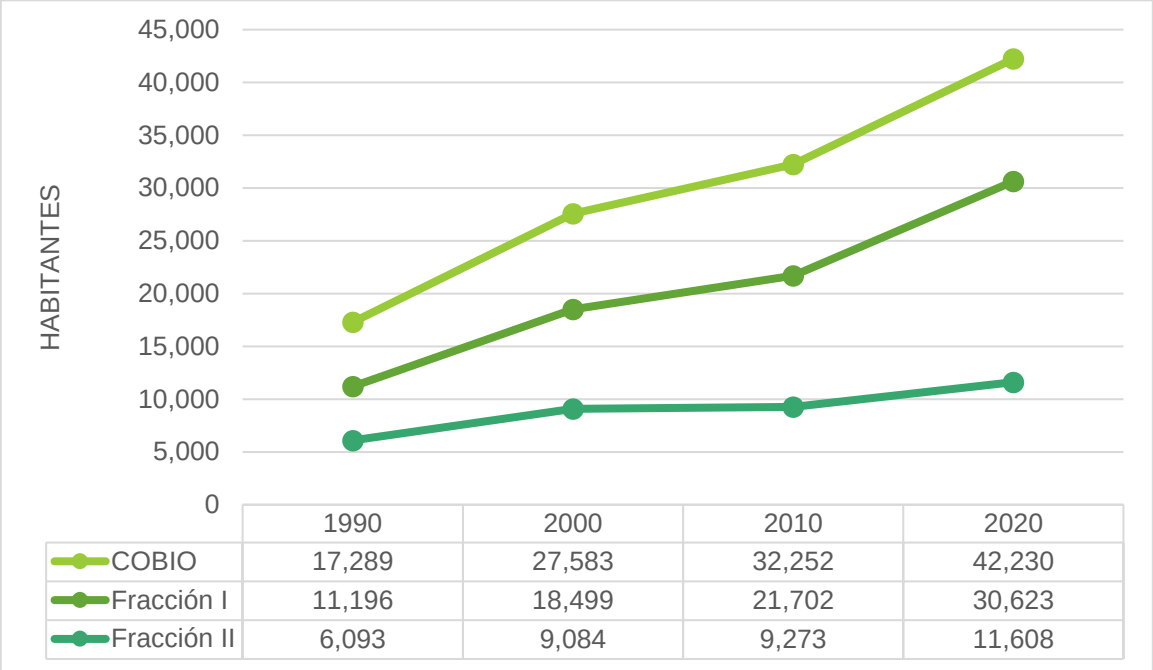
En la tabla 6 se muestra la evolución en la población reconocida dentro del COBIO de acuerdo con los años correspondientes, mientras que la gráfica 3 identifica el tamaño de la población respecto a cada Fracción:

Tabla 6.

Dinámica poblacional del COBIO Chichinautzin de 1990, 2000, 2010 y 2020.

1990	2000	2010	2020
17,289	27,583	32,252	42,230

Fuente: Elaboración propia con base en ITER, 2000, 2010 y 2020.



Gráfica 3. Dinámica demográfica en el Corredor Biológico Chichinautzin 1990-2020. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 1990, 2000, 2010 y 2020.

Los polígonos que conforman el ANP fueron delimitados territorialmente a través de la composición interna de los núcleos agrarios y comuneros formados por distintos pueblos que se reconocieron como tales, como: Huitzilac, Tres Marías y Fierro del Toro en 1929. Dichos asentamientos se remontan a los descritos por Fray Domingo en el siglo XVI; consideraba las divisiones étnicas xochimilcas y tlahuicas, asentados en lo que

actualmente conocemos como el Corredor Biológico Chichinautzin. Por ende, la presencia de asentamientos humanos es previa al decreto del área protegida y que su administración y manejo debe sujetarse a las condiciones sociales previas.

En el año de 1990, se presentó una población estimada de 17,289 habitantes en todo el COBIO, distribuidos en 11,196 habitantes en la Fracción I y 6,093 en la Fracción II, y que para el año 2020 la población correspondía a 42,230 habitantes distribuyéndose en 30,623 en la Fracción I y 11,608 habitantes en la Fracción II; los años 2000 y 2010 permiten conocer la variación existente y posibles tendencias, mismos que se representan de manera ascendente.

Los resultados que arroja la gráfica 3 son recopilados de los Censos y Conteos de Población y Vivienda a través de los Principales resultados por localidad (ITER) correspondientes a los años 1990, 2000, 2010 y 2020 donde se demuestra una creciente expansión urbana dentro del ANP, por parte de la Fracción I, las localidades donde más se ha apreciado un crecimiento urbano es Huitzilac, Tres Marías y Real Montecassino.

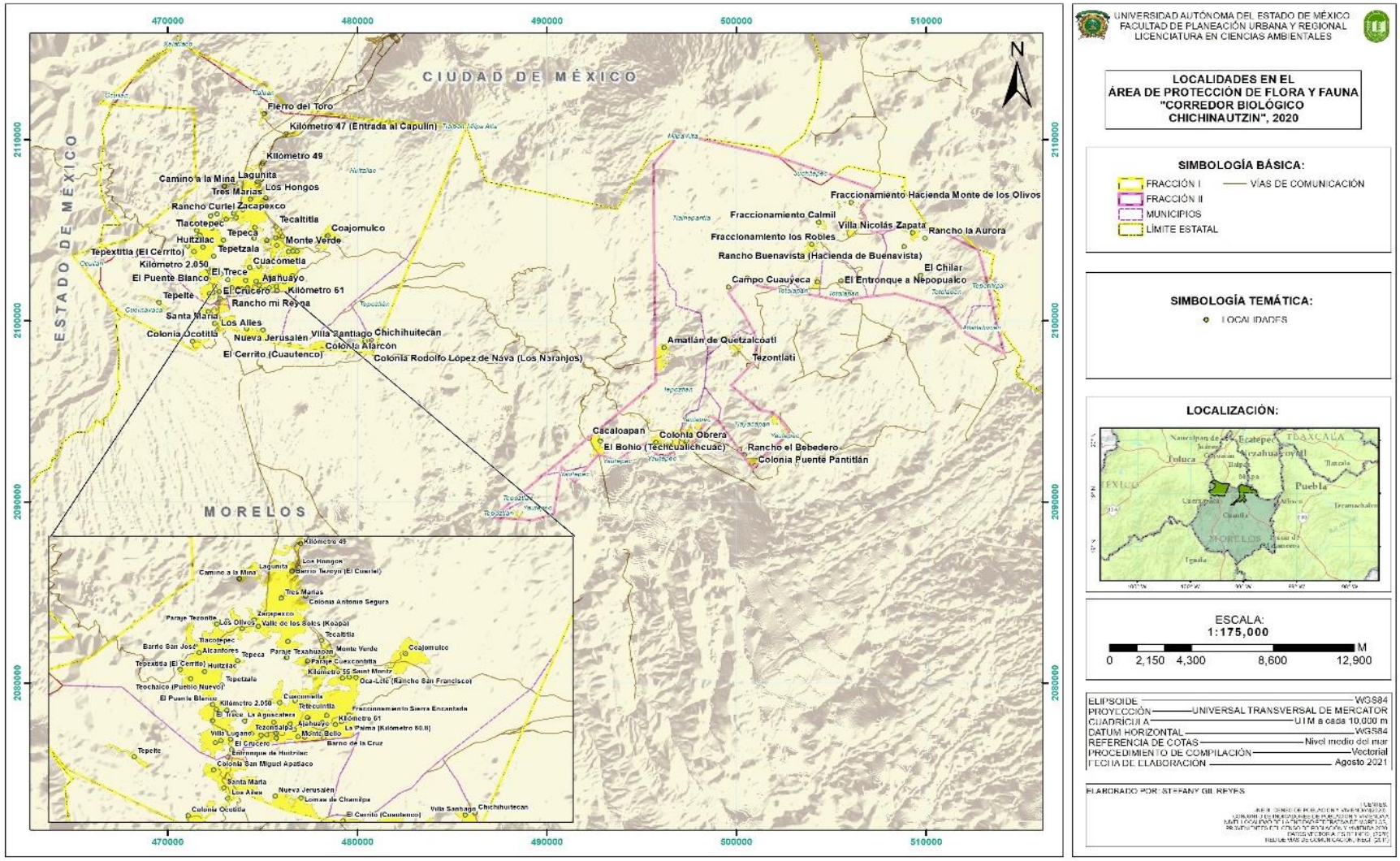
Además de la expansión urbana que ha presentado Cuernavaca al norte, con las localidades de: Villa Santiago, Tepeite, El Cerrito, Colonia Rodolfo López de Nava, Colonia San Miguel Apatlaco, Colonia Alarcón, Santa María, Lomas de Chamilpa, Entroque de Huitzilac, Nueva Jerusalén, Colonia Ocotitla y Los Ailes; las cuales conforman 6,108 habitantes.

Mientras que, de acuerdo con datos de ITER (2020), en la Fracción II se localizan en menor extensión las localidades de: Lázaro Cárdenas en Yautepec, Villa Nicolás Zapata, Rancho la Aurora, Entronque a Nepopualco, El Chilar y Rancho Buenavista en el municipio de Totolapan.

Por otro lado, tenemos Felipe Neri, El Vigía, Fraccionamiento Calmil, Fraccionamiento los Robles, Campo Cuauyeca, Fraccionamiento Hacienda Monte de los Olivos y Campo Tepehuaxtitla en el municipio de Tlalnepantla.

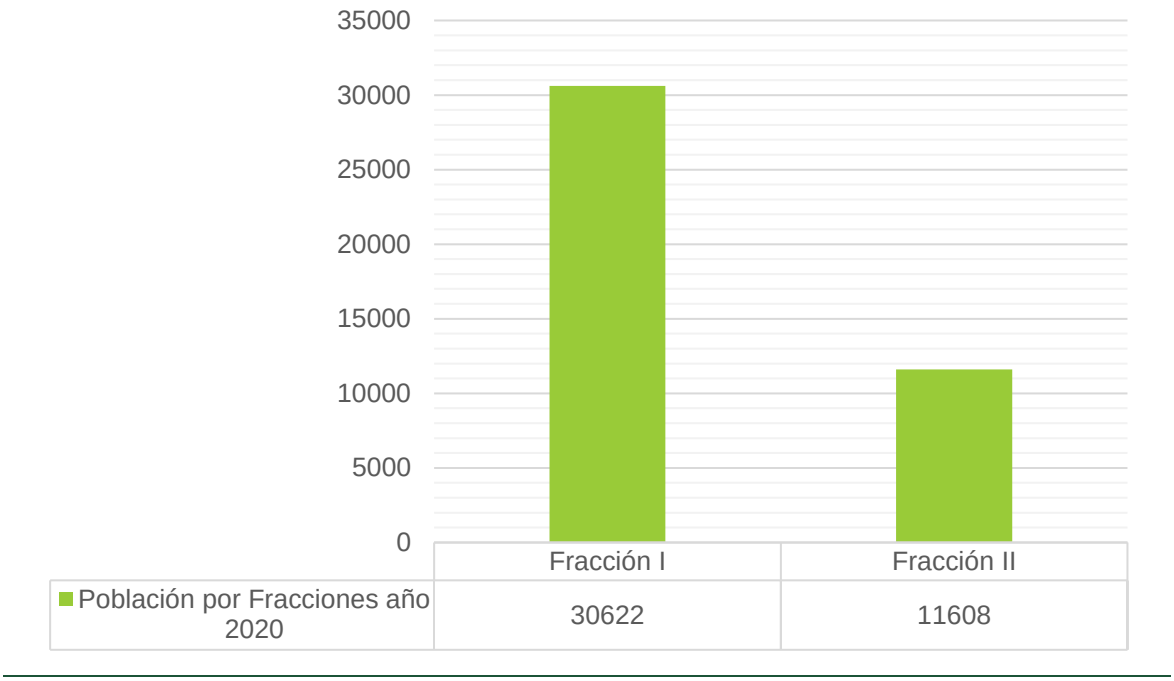
Las localidades de Los Laureles, Las Vivianas, Colonia Texalo, Colonia Puente Pantitlán, Rancho el Bebedero, Rancho de Cartón Kilómetro 10 y Tezontlati pertenecen al municipio de Tlayacapan.

Finalmente, en Tepoztlán se localizan las localidades de Cacaloapan, Chichihuitecan, El Bohío, Colonia Benito Juárez, Atiopa, Colonia Obrera y Amatlán de Quetzalcóatl (Mapa 5).



Mapa 5. Distribución de las localidades en el COBIO Chichinautzin, 2020. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020.

Para el año 2020, la Fracción I de COBIO contaba con 30,622 habitantes, abarcando más del doble respecto a las cifras de la Fracción II con 11,608 habitantes, de ello se deduce que la fracción que ha presentado mayores índices de urbanización es la I, la explicación más verosímil a este fenómeno es la construcción de vías de comunicación que han facilitado el crecimiento urbano en el municipio de Huitzilac. Por otro lado, el aumento en la demanda de servicios turísticos que abarca esta fracción ha propiciado la construcción de cabañas y casas de descanso; por otro lado, la Fracción II es mayormente representada por el sector primario económico, obteniendo una expansión agrícola (*Gráfica 4*).

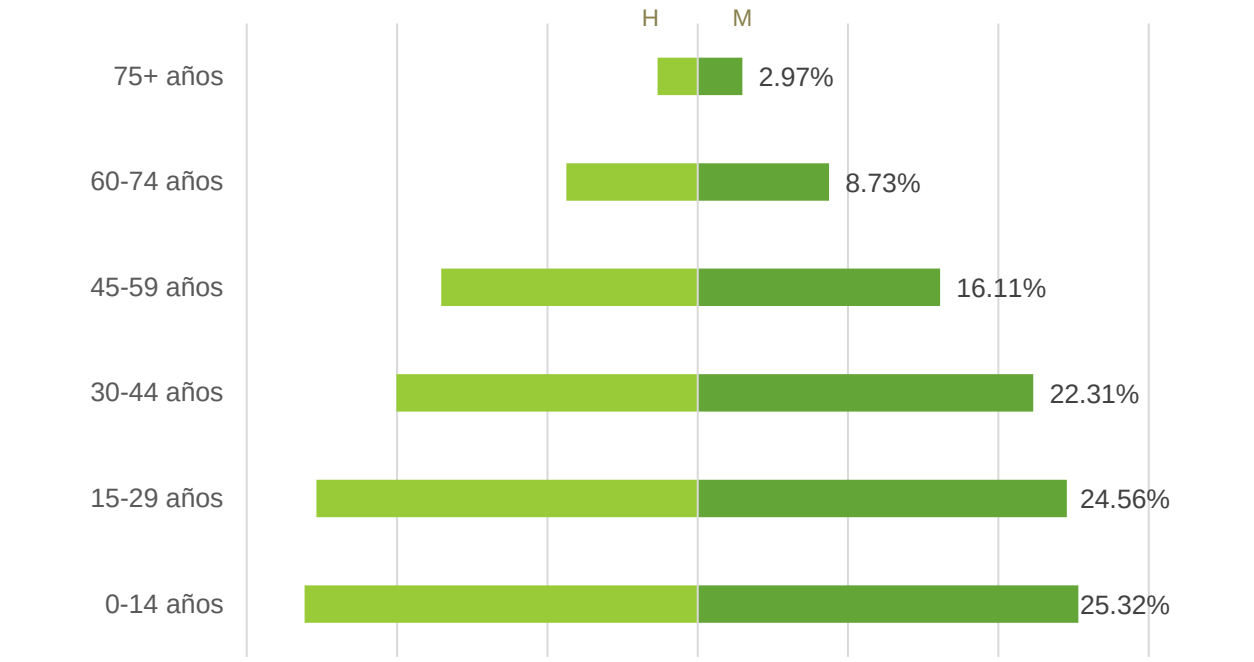


Gráfica 4. Población por Fracciones año 2020. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020.

Por otro lado, la distribución de la pirámide por grupos quinquenales permite conocer el tipo de estructura de la población que en el caso de la zona de estudio se puede apreciar una predominancia en la población joven misma que requiere de distintas necesidades que las generaciones anteriores, de manera general son: la educación, el acceso a la cultura, al transporte, centros de salud ya que estas necesidades son conductores del proceso de desarrollo socioeconómico en los futuros años.

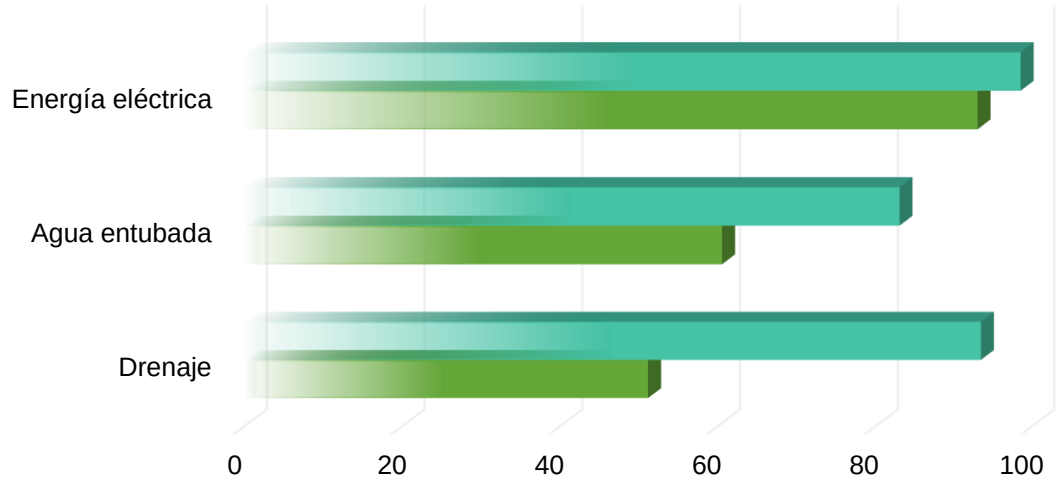
Dentro del COBIO se puede apreciar los fenómenos de migración por parte de la población local en busca de mejores oportunidades de vida, esto se ve reflejado en la disminución de la población masculina en el grupo de 45-59 años, durante el trabajo en campo se apreció la proliferación de letreros que anunciaban la venta de terrenos, la población local ha optado por vender sus bienes en respuesta a la falta de oportunidades y en búsqueda de un beneficio económico a corto plazo ya que el aprovechamiento del suelo mediante otras actividades productivas significa mayor inversión y tiempo; de esta manera la población local se ha podido establecer en las ciudades grandes; por otro lado, el fenómeno de inmigración por parte de la población de grandes ciudades en su búsqueda de habitar en espacios de mayor cercanía a la naturaleza y por su poder adquisitivo tienen la oportunidad de comprar para posteriormente construir sus bienes inmuebles.

Entendiendo así a partir de la pirámide poblacional del Corredor Biológico se describe que el segundo y tercer grupo quinquenal se dedican mayormente al sector de servicios, y que, la tendencia continúa apuntando a este sector ya que la población joven económicamente activa de la región ya no le interesa trabajar en el campo o en el manejo de los recursos forestales y por la cercanía a la Ciudad de México y Cuernavaca deciden estudia o trabaja en otros sectores económicos y que de igual manera está relacionado con el envejecimiento de la población que se dedica al sector primario (gráfica 5).



Gráfica 5. Pirámide poblacional total del COBIO 2020. Fuente: Elaboración propia con base en Censo General de Población y Vivienda INEGI, 2020.

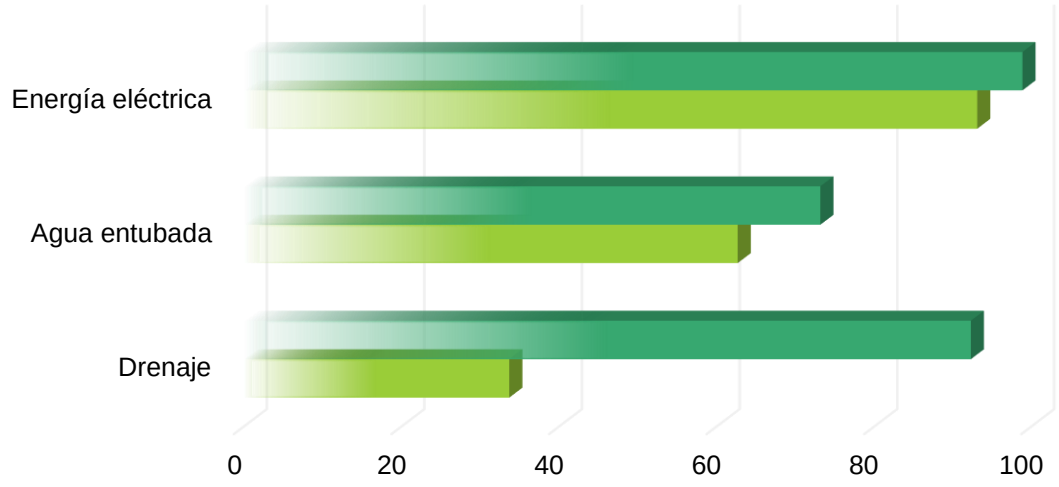
Los servicios básicos en la Fracción I fueron determinados a partir de la variable del total de viviendas habitadas para ambos años, para el 2020 se tiene que el 93.5% de la población tenía acceso a sistemas de drenaje, mientras que, el 83.1% cuenta con red de suministro de agua, finalmente, el 98.6% posee energía eléctrica, contrastando estos valores con los del ITER del año 1990, el servicio de energía eléctrica ha sido el de mayor acceso a la población desde 1990 con una cobertura de 93.1%, seguido del sistema de drenaje, teniendo que para 1990 el 51.22% de las viviendas contaban con acceso al servicio, incrementando para el 2020 un 42.31% en cobertura de este servicio en un periodo de 30 años, a pesar de que el COBIO es una zona de abastecimiento del servicio de agua potable para las principales ciudades del centro del país, las localidades ubicadas dentro del ANP cuentan con 83.11% de abastecimiento de agua entubada en la Fracción I y 73.16% en la Fracción II, lo cual, en promedio nos da que el 78.13% cuenta con este servicio básico, siendo el servicio con menor cobertura y que genera discrepancias entre vivir en una zona donde pueden abastecerse de este servicio y no sucede de dicha manera como se aprecia en la gráfica 6.



	Drenaje	Agua entubada	Energía eléctrica
2020	93.53	83.11	98.61
1990	51.22	60.61	93.1

Gráfica 6. Comparativa de servicios básicos en la Fracción I en el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia con base en ITER 1990 y 2020.

Asimismo, se genera una comparativa respecto a los servicios básicos distribuidos los años 1990 y 2020 en las localidades de la Fracción II; resaltando que el servicio de drenaje aumentó un 58.62% a lo largo de las 3 décadas para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias para su infiltración correspondiente; por otro lado, el acceso de las viviendas al agua entubada aumentó 10.49%, finalmente, la energía eléctrica continúa siendo el servicio que brinda mayor cobertura aumentando un 5.77% (gráfica 7).



	Drenaje	Agua entubada	Energía eléctrica
2020	92.3	73.16	98.87
1990	33.68	62.67	93.1

Gráfica 7. Comparativa de servicios básicos en la Fracción II en el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia con base en ITER 1990 y 2020.

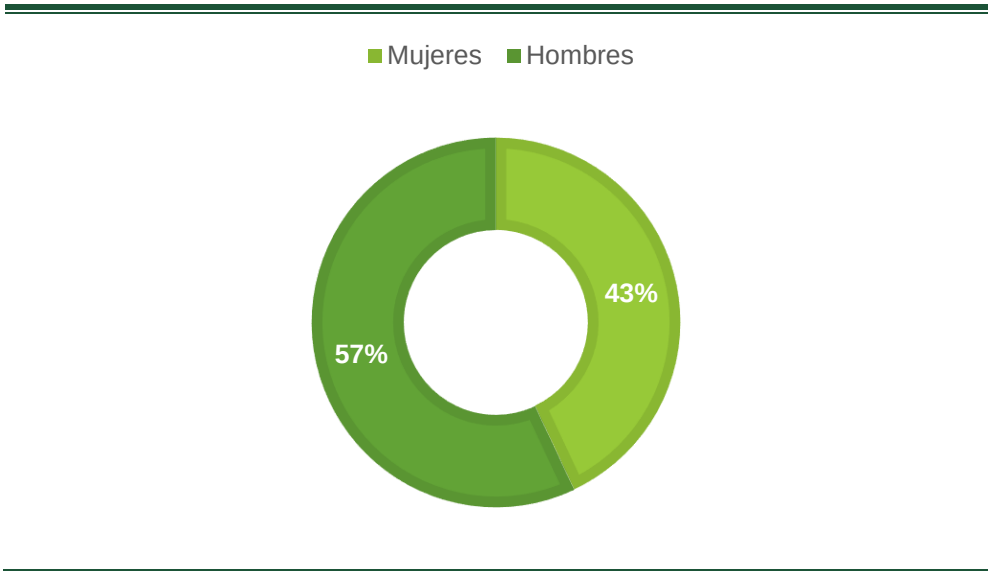
De manera general se presencia un aumento en la cobertura de los servicios básicos del en la población es uno de los principales indicadores para evaluar el desarrollo socioeconómico de la región; asimismo brinda un mayor panorama sobre el rol de las autoridades locales en la gestión de estos servicios. Durante el trabajo en campo se apreció que el servicio que más cubre la zona es el de electricidad y que los recientes bienes inmuebles ya cuentan con este servicio, generando una disyuntiva entre brindar el servicio a nuevos asentamientos humanos dentro de un ANP.

2.4.2. Distribución económica

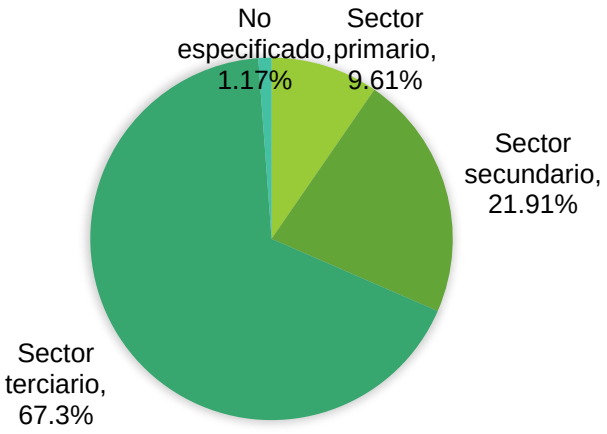
El diagnóstico económico de la zona de estudio permite ampliar el panorama de las condiciones actuales de la población mediante sus actividades productiva y como factor que condiciona los usos de suelo.

La Gráfica muestra cómo los asentamientos urbanos existentes dentro de la Fracción I del Corredor Biológico pertenecen al municipio de Huitzilac y a algunas localidades de Cuernavaca, donde encontramos entre la Población Económicamente Activa (PEA)

corresponde al 54.03% de la población total, distribuyéndose en un 57% los hombres, mientras que las mujeres en un 43%, cabe destacar que la incidencia de vías de comunicación dentro del COBIO genera que sea una zona de paso, por lo que la misma PEA genera una mayor tendencia a los sectores económicos donde se encuentran en la Gráfica que el sector de servicios con un 67.3% de representatividad económica, esto quiere decir que en la Fracción I el sector de servicios a través de actividades turísticas, como lo son los restaurantes, casas de descanso, etc. Se representa por el género femenino, seguido del sector secundario con 21.91% dominado por el género masculino mediante los talleres, industria, la construcción y provisión de servicios básicos, finalmente en menor medida el sector primario con 9.61% se encuentra el sector primario con actividades agropecuarias y de aprovechamiento forestal donde ambos géneros se dedican, finalmente el 1.17% corresponde a las actividades no especificadas.

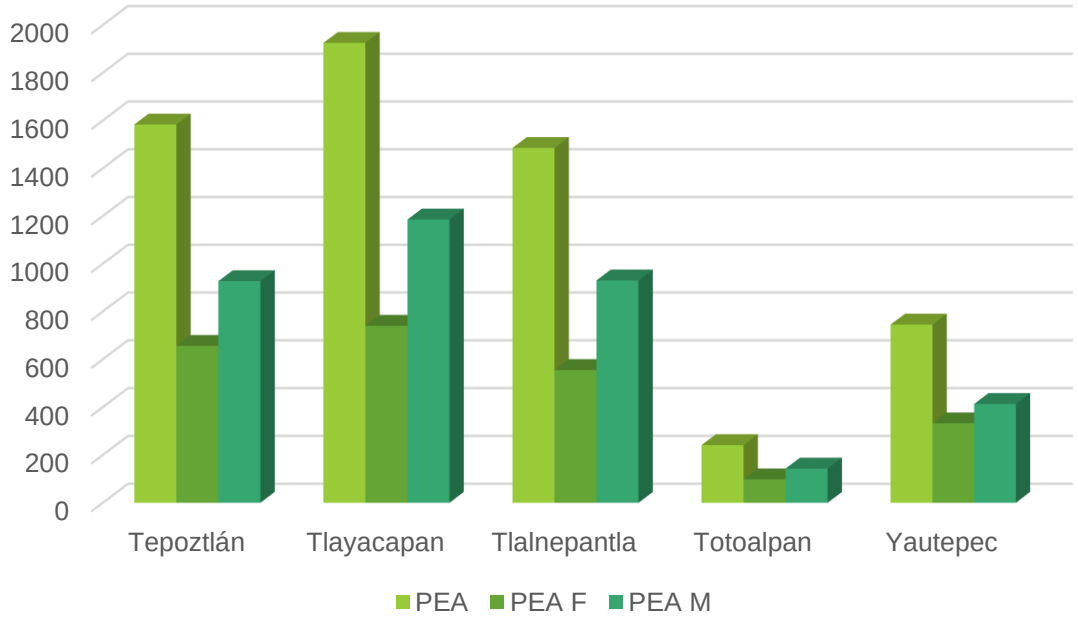


Gráfica 8. PEA Fracción I del año 2020. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020.

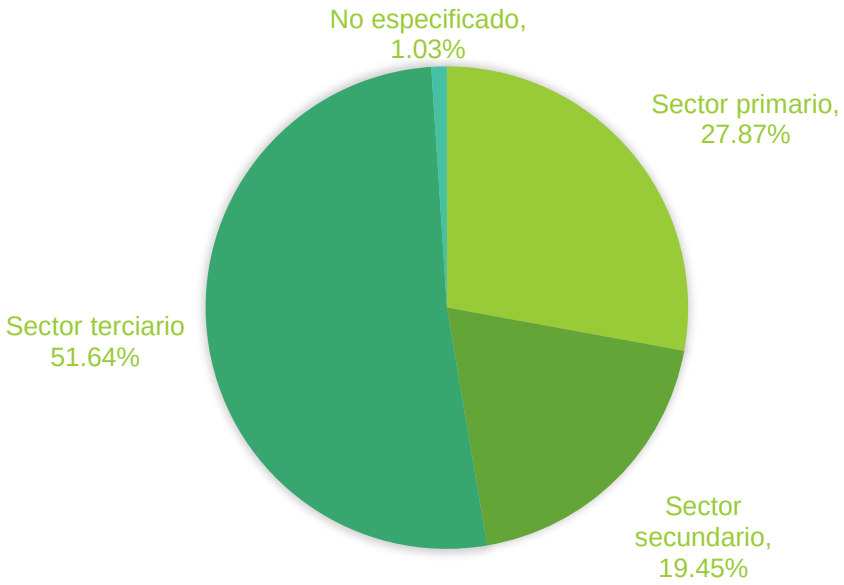


Gráfica 9. Actividades económicas Fracción I COBIO, 2020. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2019.

Por otro lado, la Fracción II está conformada por cinco municipios mismos que la *Gráfica 10* desglosa la Población Económicamente Activa (PEA) encontrando que los municipios de Tlayacapan seguido de Tepoztlán son los de mayor incidencia demostrado en la *Gráfica* donde predomina el sector terciario con un 51.6% predominado por el género femenino, esto debido a la gran afluencia turística que presenta Tepoztlán y Tlayacapan, contrario a la Fracción I, el sector primario le sucede con 27.87% siendo el sector de mayor relevancia para los municipios de Tlalnepantla y Totolapan que en conjunto representan el 65.95% del territorio de la Fracción II, además que el género masculino es el que mayor representa este sector; finalmente el sector secundario con 19.45% se debe a que el área es de baja representatividad manufacturera a nivel estatal.



Gráfica 10. PEA por municipios en la Fracción II del año 2020. Fuente: Elaboración propia con base en ITER, INEGI, 2020.



Gráfica 11. Actividades económicas Fracción II COBIO, 2020. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2019.

Existe una ligera diferencia en la distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) entre ambas fracciones, encontrando una mayor participación masculina en ambas, sin embargo, estos resultados sirven como meollo en el comportamiento socioeconómico que resultan de las distintas características físicas, sociales, ambientales y económicas a las que se encuentran sometidas ambas fracciones; por lo que, el comportamiento de éstas es distinta en el manejo de los recursos naturales.

En la zona de estudio, las variables han arrojado tendencias similares para ambas Fracciones en el sector terciario, debido a que, a nivel nacional, este sector durante el segundo trimestre del 2021 representó el 64.07% del PIB de acuerdo con INEGI (2019). Por lo que, el país está mayormente condicionado al sector de servicios; el sector que le sucede a éste difiere en ambas Fracciones, por un lado, en la Fracción I es el secundario, mientras que en la Fracción II es el primario; esto complementa la premisa mencionada anteriormente, los cambios de uso de suelo están sujetos a las dinámicas sociales, culturales, económicas, políticas de cada región.

El Corredor Biológico Chichinautzin es un área con baja infraestructura turística, comparada con los Parques Nacionales, el Tepozteco, donde la zona arqueológica de gran afluencia turística, por otro lado, al oeste de la Fracción I, en las Lagunas de Zempoala existe mayor afluencia turística, debido a que visitan esta zona para descansar entre los bosques y las lagunas; por lo cual, el ANP Chichinautzin es utilizado como una vía de conexión entre los parques y el sector terciario se basa en restaurantes de paso y casas de descanso.

El cambio de uso de suelo es generado por la interacción entre múltiples actividades humanas; el diagnóstico socioeconómico pretende conocer la distribución y dinámica de la población para generar las variables referentes a los procesos sociales, económicos y demográficos los cuales dan origen a los cambios en la cobertura de uso de suelo ya que, por ser variables dinámicas a escalas espaciales y temporales, la magnitud, intensidad y los efectos de estos impactos son dados de manera distinta en cada región; además permite explicar cómo el hombre transforma los componentes de su entorno; a partir de ello surge una premisa, el vínculo entre el hombre y el medio ambiente es un proceso dinámico donde cada uno se define por el otro y difiere al tiempo-espacio.

Durante el capítulo 2 se aterrizó al área de estudio desde la categoría de manejo asignada, su caracterización del medio físico, socioeconómico y demográfico con la finalidad de conocer el contexto actual de los habitantes del corredor biológico, a través de las variables de Población Económicamente Activa (PEA), población piramidal y la distribución de los sectores económicos.

Capítulo 3. Análisis geoespacial en la dinámica de la distribución del uso de suelo y vegetación en el Corredor Biológico Chichinautzin

El suelo es el sustrato principal donde se desarrollan las diversas formas de vida vegetal y animal, en éste se realizan las actividades económicas tales como las agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales, de servicios etc. Y que proporcionan los elementos básicos para el desarrollo humano. El análisis en el presente capitulo permite cuantificar y representar espacialmente los usos de suelo de manera histórica para comprender la dinámica que estos han presentado en base a las condiciones sociales y económicas que le han precedido y así identificar a los actores clave que intervinieron en el proceso de cambio considerando el tiempo y espacio.

Pineda (2011) conceptualiza el análisis de cambio de uso de suelo como la suma de transiciones físicas del suelo asociado a las actividades antropogénicas en un cierto lapso, brindando un resultado en la transformación de las actividades socioeconómicas que se desarrollan sobre una cobertura del terreno.

Por lo que, existen diversos factores que influyen en el cambio de uso de suelo, como lo son ambientales, demográficos, económicos, políticos y socioculturales. Camacho *et al.* (2015) destacan que las investigaciones de las transiciones físicas del suelo, donde se identifican y analizan los factores e impactos en los ecosistemas, incluyen además de la caracterización y diagnóstico de las diversas cubiertas (naturales y artificiales), ocupaciones del suelo que comprenden un determinado territorio siguiendo una metodología que se complementa con trabajo en campo en conjunto con la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG).

Los estudios de cambio de uso de suelo y vegetación son el referente para conocer las trayectorias de distintos procesos asociados con la deforestación, degradación y perturbación de los bosques, erosión y desertificación del suelo, pérdida de la biodiversidad (Camacho *et al*, 2015).

Existen diversas metodologías para realizar el análisis de cambio de uso de suelo, en esta investigación se seguirá la metodología propuesta por Bocco (2007), en su artículo

"La Situación Actual en el Uso del Suelo en Comunidades Indígenas de la Región P'urhépecha 1976-2005", donde se menciona que el analizar el proceso de cambio de uso y cobertura del terreno implica tres pasos desglosados en la figura 26:



Figura 26. Elementos para análisis de cambio de uso de suelo. Fuente: Elaboración propia con base en Bocco, 2007.

Para retomar la metodología de Bocco (2007); se elaboraron cuatro mapas de uso de suelo y vegetación correspondientes a los años de 1990, 2000, 2010 y 2020 de los polígonos que conforman el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" partiendo de la metodología de digitalización de imágenes satelitales, obtenidas en Google Earth para los 3 primeros años y de ESRI de ArcGis 10.8 para el año 2020; con la finalidad de generar una interpretación espacio-temporal de los cambios de uso de suelo que han sucedido en el área de estudio.

Para la presente investigación se identificaron siete usos de suelo predominantes: forestal, urbano, pecuario, pastizal, agrícola, cuerpo de agua y zona de confinamiento.

En principio, el uso forestal hace referencia a toda la cobertura vegetal presente tanto vegetación primaria como la secundaria, el COBIO está conformado por los ecosistemas de selva baja caducifolia, bosque de encino, de oyamel, de pino, de pino-encino y el mesófilo de montaña, descritos anteriormente. Cabe destacar que este uso de suelo ha sido el de mayor predominancia durante la temporalidad de estudio, sin embargo, también es el que ha presentado mayores índices de reducción en el mismo periodo del tiempo, esto debido a que ha sido sustituido por usos de suelo con mayor rentabilidad económica, como lo es el agrícola, ganadero y urbano.

Por otro lado, el pastizal se presenta por dos razones fundamentales, de origen natural y de origen antrópico, el primero hace referencia al ecosistema con vegetación dominada por herbáceas principalmente las gramíneas (pastos, zacates o graminoides) son adaptables a cualquier clima, pero principalmente en las regiones semiáridas del norte y en las partes con una altitud mayor a 4,000 msnm. Mientras que, el de origen antrópico parte de los pastizales inducidos los cuales son empleados para la producción ganadera, considerando que forman parte de las transiciones de cambio de uso de suelo y son provocados a partir de la perturbación por el sobrepastoreo.

En contraste, el agrícola, hace referencia a las áreas de producción de cultivos que son obtenidos para el consumo humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamentales o industriales. La superficie total dedicada a la agricultura se mide en unidades de producción, siendo la suma de las superficies de todos los terrenos que constituyen la unidad de producción.

Mientras que, el uso de suelo pecuario es entendido como aquel donde se desarrollan las especies forrajeras, el establecimiento de praderas cultivadas para la movilidad del ganado en el área de pastoreo y las características de la vegetación aprovechable.

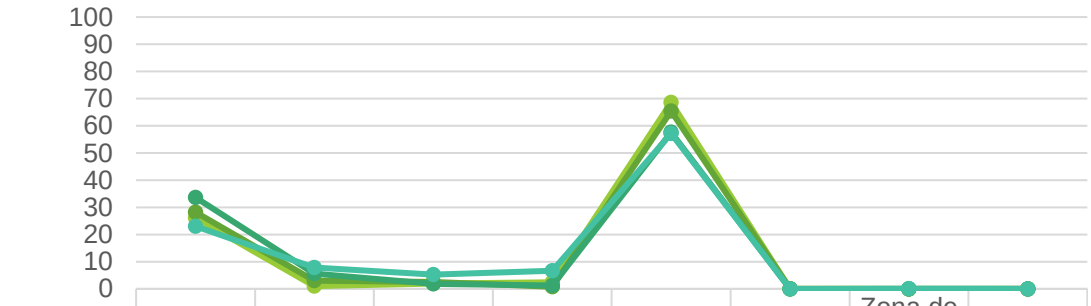
Por su parte, el uso de suelo urbano es aquel territorio integrado por las áreas de demarcación que cuentan con infraestructura capaz de brindar una calidad de vida digna de la población. Este uso está estrechamente relacionado con el crecimiento económico y de la mejora en la calidad de vida de las personas, generando una mejora en la movilidad de bienes y servicios para que de esta manera exista una mayor diversificación en los ingresos de los hogares. El crecimiento demográfico y los procesos de urbanización deben abordarse desde un enfoque interdisciplinario que conlleven un desarrollo integral del territorio por lo que la incorporación del medio ambiente al desarrollo de las civilizaciones requiere de sólidas políticas públicas, debido a que la falta de éstas incide directamente en la calidad de vida de los habitantes.

Los cuerpos de agua hacen referencia a la hidrología superficial presente en el ANP, su importancia radica en que el recurso hídrico determina la subsistencia personal y es utilizado en diferentes actividades como factor de desarrollo. A pesar de que,

cuantitativamente su representación en la zona de estudio es mínima debido a que gran parte es subterránea como resultado la recarga de acuíferos es considerada para conocer los usos de suelo que han incidido directamente sobre este recurso.

Es importante señalar que para la presente investigación se entiende por zona de confinamiento al área destinada a la disposición final de residuos sólidos urbanos, garantizando su aislamiento y de esta manera previniendo afectaciones a la salud de la población y al ecosistema. Este uso de suelo requiere de las adecuaciones previas a su operación, además debe cumplir con la normatividad vigente, en este caso, la NOM-083-SEMARNAT-2010 donde se describen las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Finalmente, la infraestructura como parte del uso urbano menciona las torres de electricidad visibles en imágenes satelitales, definidas como una estructura de gran altura elaboradas de acero, la presencia de este uso de suelo amplia el panorama respecto a la cobertura de energía eléctrica para la población.



	Agrícola	Urbano	Pastizal	Pecuario	Forestal	Cuerpo de agua	Zona de confinamiento	Infraestructura
1990	26.094	1.009	1.932	2.370	68.589	0.005	0.000	0.000
2000	28.202	3.049	2.524	0.828	65.371	0.027	0.000	0.000
2010	33.650	5.622	1.896	1.218	57.599	0.006	0.008	0.000
2020	23.012	7.854	5.221	6.699	57.190	0.006	0.014	0.003

Gráfica 12. Usos de suelo por periodos de tiempo en porcentaje. Fuente: Elaboración propia.

En la *Gráfica 12* se muestra la unificación entre los ocho usos de suelo de acuerdo con cada periodo de investigación (1990, 2000, 2010 y 2020) y representado en porcentaje, esto con la finalidad de conocer su comportamiento y variación a lo largo del tiempo.

De acuerdo con la *Gráfica* realizada a partir de esta investigación, el uso de suelo agrícola es el que ha tenido mayor decremento, disminuyendo un -3.08% de 1990 a 2020, representado en el 2020 el 23.01% de la superficie total del COBIO, por otro lado, el uso de suelo urbano es el que tuvo un mayor crecimiento, incrementando su cifra en 6.84% de 1990 a 2020 el impacto ambiental que genera el uso urbano no es determinado solamente por su crecimiento superficial, ya que la presente investigación ha permitido analizar distintos factores socioeconómicos que influyen en la urbanización ocurrida dentro del ANP. Por otro lado, el uso de suelo pastizal es de origen antrópico que su incremento y superficie de 3.28% determina el abandono de las actividades agrícolas y a su vez, la compactación del suelo para el proceder con la urbanización.

Para la presente investigación, el uso pecuario ha sido muy dinámico ya que durante el periodo de investigación ha presentado cambios abruptos en su cobertura, presentando una superficie mínima de 0.82% en el año 2000 a pasar 6.69% para el año 2020, y que mayormente fue sustituido por pastizal y uso urbano lo cual infiere que es un uso de transición en la zona de estudio.

El uso de suelo forestal continúa siendo el de mayor cobertura para todos los periodos en el ANP, sin embargo, éste se redujo en un 11.39% a lo largo de las tres décadas, que a pesar de ser un valor relativamente bajo y de mínima incidencia, es el de mayor decremento de todos los usos de suelo y que, además, su disminución es de gran relevancia dentro de un ANP la cual debe mantenerse o recuperar su superficie forestal.

Los cuerpos de agua, a pesar de las distintas presiones antrópicas para su utilización en actividades agrícolas, pecuarias y urbanas inciden en el ANP, representan una variación mínima en su superficie, siendo de 0.001%, a lo largo de 3 décadas, una plausible explicación a ello es que la zona es destacada por la recarga de mantos acuíferos y en su mayoría comprende de aguas subterráneas.

Por otro lado, la zona de confinamiento añadida en el 2010 ha presentado un crecimiento desde su detección, esta área hace mención del tiradero a cielo abierto que actualmente opera a un costado del cerro de la mina ubicado al poniente de la Fracción I.

Finalmente, el de infraestructura como parte del uso urbano se localiza dentro de la Fracción I que nos permite dimensionar la cobertura del servicio de electricidad para la población asentada.

La presente investigación resalta la importancia de abordar los usos de suelo observados en la zona de estudio, los cuales son: forestal, urbano, pecuario, pastizal, agrícola, cuerpo de agua y zona de confinamiento con la finalidad de comprender la dinámica social, económica y ambiental respecto a la zona de estudio para entender los patrones de cambio de uso de suelo.

Para ello, es importante realizar un análisis de cambio de uso de suelo por década, partiendo del año 1990 como el periodo base en el análisis de los cambios de uso de suelo, en tanto que el año 2000 generando un contraste con los resultados hallados en la década pasada, posteriormente el año 2010 a partir del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Huitzilac y el Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca, considerando solamente las localidades pertenecientes a la Fracción I; mientras que el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Tepoztlán y los Planes de Desarrollo Municipal (PDM) de cada municipio serán los instrumentos que permitirán realizar el análisis de la Fracción II; finalmente en el año 2020 se contrastan los cambios de uso de suelo con los años anteriores para avanzar en la explicación de las dinámicas socioeconómicas que han transformado los usos de suelo dentro del COBIO.

3.1 Análisis del cambio de uso suelo mediante factores determinantes para el año 1990

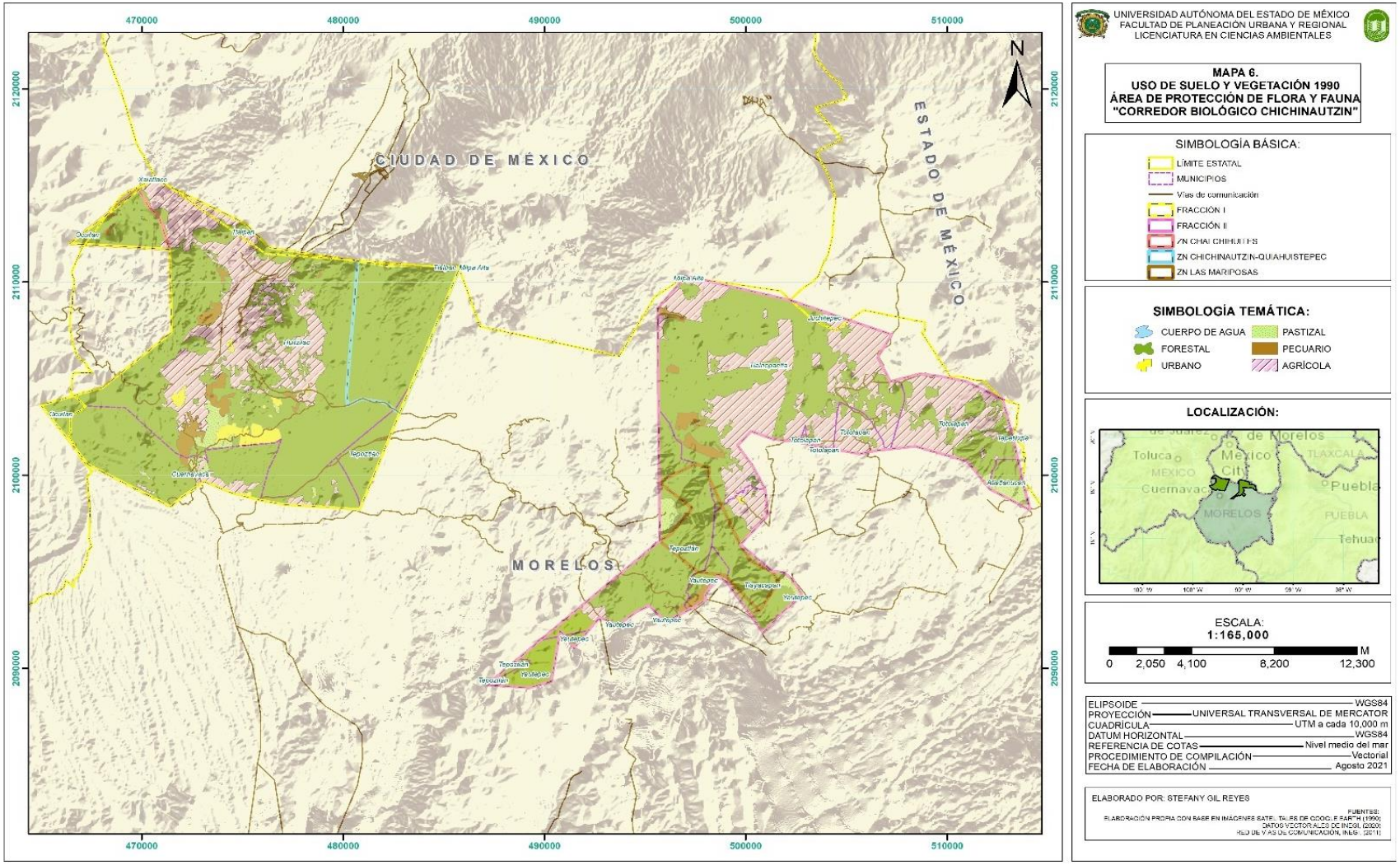
La creación del Corredor Biológico Chichinautzin parte de una nueva estrategia de conservación que hiciera frente a la fragmentación de los ecosistemas, por ello el año de 1990 sirve como base para comprender los factores socioeconómicos como la dotación de servicios básicos como las actividades económicas predominantes que condicionaron los usos de suelo inicialmente en el ANP.

Tabla 7.

Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin en 1990.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	1990 (KM^2)	1990 (%)
Forestal	255.850	68.59
Agrícola	97.338	26.09
Pecuario	8.840	2.37
Pastizal	7.207	1.93
Urbano	3.764	1.01
Cuerpo de agua	0.020	0.01
TOTAL	373.02	100

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 6. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 1990. Fuente: Elaboración propia.

3.1.1. Uso forestal para el año 1990

En el *Mapa* se muestra una cobertura forestal total de 255.85 km^2 representando el 68.59% de ambas fracciones; por un lado, en la Fracción I se encontró mayor cobertura con una ocupación de 147.52 km^2, mientras que el 108.32 km^2 restante se ubicó en la zona sur de la Fracción II.

En la Fracción I se localizan dos zonas núcleo, denominadas "Chalchihuites" y "Chichinautzin-Quiahuistepec" presentando un buen estado de conservación y mínimo de perturbación, además, la cobertura forestal predomina al este y oeste, sureste y suroeste de la Fracción con una mínima mezcla con el pecuario como resultado de incendios y la tala. Sin embargo, el área forestal es fragmentado de norte a sur por usos, como lo es el agrícola, el urbano, el pecuario y de pastizal, como resultado de la primera intervención antrópica en un área con las vías de comunicación, como lo es la carretera México-Cuernavaca inaugurada en la década de los cincuenta, además de distintas actividades económicas y de asentamientos urbanos.

La promulgación de una nueva Ley Forestal en 1992 en conjunto con las reformas del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que dan apertura al libre mercado, el cual mencionaba que los campesinos ahora eran libres para asociarse con quien quisieran y de esta manera se permitiría desvincular la actividad forestal con las acciones de las autoridades forestales, sin embargo, la falta de una organización consolidada entre las comunidades campesinas forestales de Huitzilac generó una deficiente toma de decisiones entre los actores.

Paz (2005) mediante de entrevistas a comuneros realizadas en la década de los 90's documentó que el incremento en la tala se da a raíz de la apertura al libre mercado y a través de los cambios tecnológicos, como la aparición de la motosierra que facilita la labor, ya que, con las herramientas convencionales como el hacha se tenía una regulación de la actividad, finalmente es importante resaltar que la asignación del territorio como ANP generó nuevas limitaciones que convirtió el aprovechamiento forestal como una actividad ilegal.

Para 1990, al sur de la Fracción II es donde se presenta la mayor zona de conservación, además que se localiza la zona núcleo "Las Mariposas", es importante mencionar que hay presencia pecuaria con 0.004 km^2, es de menor representación y, por lo tanto, de menor perturbación a los ecosistemas, en cierta parte se debe al relieve con pendientes pronunciadas que limitan las actividades productivas.

Al norte de la Fracción II se aprecia una creciente fragmentación hasta al oriente del polígono la cual para ese punto espaciotemporal ya es más notoria, dicha fragmentación ocurre por la alta productividad agrícola con 47.47 km^2 que presentan los suelos y la relevancia económica del sector primario. Además, el ANP fue decretada en el año de 1988 por lo que, estas actividades ya permanecían al momento de que fue establecido el COBIO y era necesario emplear políticas públicas y zonificaciones que permitiera un desarrollo en común.

3.1.2. Uso agrícola para el año 1990

En la Fracción I se tiene que la actividad agrícola se distribuye desde el noroeste hasta llegar al sur de la localidad principal de Huitzilac, INEGI (1990) representa la actividad primaria representaba el 20% en la proporción de la PEA, siendo el cultivo de avena forrajera uno de los proyectos de fomento productivo por parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) que generó una apertura de terrenos de cultivo en áreas forestales y a su vez una discrepancia entre la vinculación de los objetivos de desarrollo económico con los de conservación.

El uso de suelo agrícola como el segundo con mayor predominancia, abarca 97.338 km^2 de la superficie total del COBIO representando el 26.09%, la Fracción I con 42.452 km^2 a través de los cultivos de avena, maíz, haba y frijol; mientras que la Fracción II contaba con mayor cobertura agrícola correspondiente a 54.885 km^2 donde en su mayoría se encuentran cultivos de nopal, maguey, maíz, frijol.

Por otro lado, al este de la Fracción II es donde mayor representatividad superficial tiene el uso agrícola, destacando a los municipios de Tlalnepantla con el 77.38% de su población dedicada a las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, al municipio de Totolapan con el 70.84%, siendo porcentajes representativos en sus ingresos económicos,

de acuerdo a INEGI (1990), por este motivo existe una predominancia en superficie agrícola respecto a la Fracción I y que representará las actividades económicas predominantes en ambas Fracciones para los años posteriores.

3.1.3. Uso pecuario para el año 1990

El uso de suelo pecuario es parte del 8.84 km^2 total del Área Natural Protegida, representando 2.37%; por un lado, en la Fracción I este tipo de uso de suelo se mezcla con la cobertura forestal, el pecuario parte de una actividad antrópica en terrenos con vocación forestal, ya que el desmonte de la cobertura vegetal ocurre para dar paso a las actividades ganaderas.

Mientras que en la Fracción II, con una superficie de 3.877 km^2 el uso pecuario como mezcla entre el uso forestales y el uso ganadero, siendo una tendencia distinta a la que ocurre en la Fracción I, donde la mezcla de uso comienza a darse en pequeñas proporciones.

3.1.4. Uso pastizal para el año 1990

El pastizal abarca 7.20 km^2 del ANP con un porcentaje de 1.93%, predominando al sur del primer polígono de la Fracción I con 3.360 km^2, se puede apreciar que este tipo de uso de suelo es un indicio en la transición de cobertura agrícola a pastizal para dar pauta al desarrollo del uso urbano.

Mientras que en la Fracción II con una extensión de 3.84 km^2 se encuentra al este por parte de Tepoztlán, identificando una posible presión que se extendería hacía la zona núcleo denominada "Las Mariposas", por otro lado, al este de la Fracción II se presencia el uso de pastizal, el cual se a pie de la carretera federal 115D, generando un desmonte de vegetación y que indica un primer acercamiento del uso urbano.

3.1.5. Uso urbano para el año 1990

El uso de suelo urbano ha generado una fuerte presión en la Fracción I desde 1952 con la inauguración de la carretera México-Cuernavaca la cual, actualmente es una de las más transitadas en la capital por sus 6 carriles; ya que desde esa época se facilitó a los habitantes citadinos el acceso a Morelos comenzando así la construcción de cabañas y casas de

descanso a los costados de la carretera; otro factor importante es el terremoto de 1985 que generó una fuerte migración hacia esta región, a raíz de estos sucesos fue que las autoridades federales establecieron el Corredor Biológico.

De acuerdo al Ayuntamiento de Huitzilac (2010), la década de 1990 las áreas agrícolas y forestales de las localidades de Huitzilac y Coajomulco en la Fracción I son puestos en venta para la construcción de bienes inmuebles, estos terrenos son de propiedad comunal donde el comisario de Bienes Comunales es el encargado de aprobar la venta de lotes de predios, esto genera una discrepancia entre el sector gubernamental con el comunal, debido a que el Estado es el encargado de asegurar el cumplimiento de las leyes de conservación, sin embargo, por la falta de cooperación bilateral y la falta de apoyos a los sectores primarios y secundarios es que los habitantes optan por este medio para beneficiarse económicamente.

Para el año de 1990 se registra una superficie de 3.76 km^2 de uso de suelo urbano por todo el ANP con un mínimo porcentaje de 1.01%, en de la Fracción I se extiende por 3.63 km^2 equivalente al 96.54% del uso urbano total en el COBIO, por lo que se focalizará este uso en la Fracción I. De acuerdo con INEGI (1990), la Fracción I alberga un total de 17,289 habitantes y su localización se extiende al sur en las localidades actuales de Huitzilac, Tres Marías, y Real Montecassino y al norte de Cuernavaca con la localidad de Villa Santiago, donde el asentamiento urbano comienza a notarse dentro del Área Natural Protegida, es importante señalar que los asentamientos humanos en Real Montecassino son fraccionamientos campestres, mismos que se mezclan con la cobertura forestal.

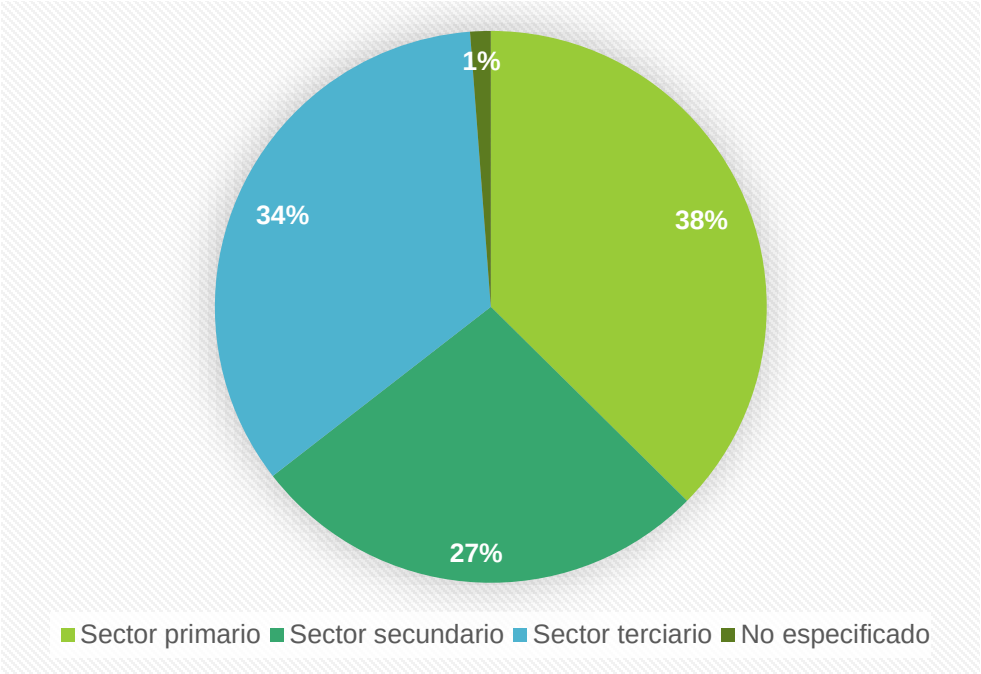
El Ayuntamiento de Huitzilac (2010) destaca una problemática en la provisión de servicios básicos, de acuerdo INEGI (1990) el 10.85% de las localidades en Huitzilac contaba con conexión de drenaje siendo un porcentaje mínimo, mientras que el 89.14% restante por fosas sépticas, lo cual si no lleva un buen manejo y por ende, mantenimiento constante puede generar focos de infección, por otro lado, para el servicio de agua, la tubería del acueducto a la cual hace uso la población existente dentro de la Fracción I se encuentra bajo la concesión de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) siendo la institución encargada de regular las concesiones de agua y la construcción de obras de almacenamientos de agua destinadas a los asentamientos regulares.

Finalmente, el acceso al servicio eléctrico es uno de los factores que ha desencadenado la ocupación del territorio debido a que se dan a pie de carretera, generando la creación de comercios al por menor como talleres mecánicos, fondas, restaurantes, etc. A su vez ocasiona el crecimiento de los centros de población en las periferias con falta de acceso a los servicios básicos, como se mencionó anteriormente, arrojando, de acuerdo con INEGI (1990), el 93.16% de la población contaba con energía eléctrica. En el caso de la construcción de carreteras, se encuentra la autopista México-Cuernavaca y se extiende de norte a sur por toda la Fracción I del polígono, la cual ha fungido como la línea divisora de los ecosistemas y posibles cambios de uso de suelo.

Por otro lado, la representación urbana en la Fracción II es mínima, con 0.13 km^2, lo equivalente al 3.46% del uso urbano en 1990, mediante la presencia de una pequeña localidad, al norte de la zona núcleo "Las Mariposas", en el municipio de Tlayacapan siendo ésta, la de mayor antigüedad, y que actualmente es conocida como San José de los Laureles la cual data del siglo XVII de representatividad arqueológica e histórica.

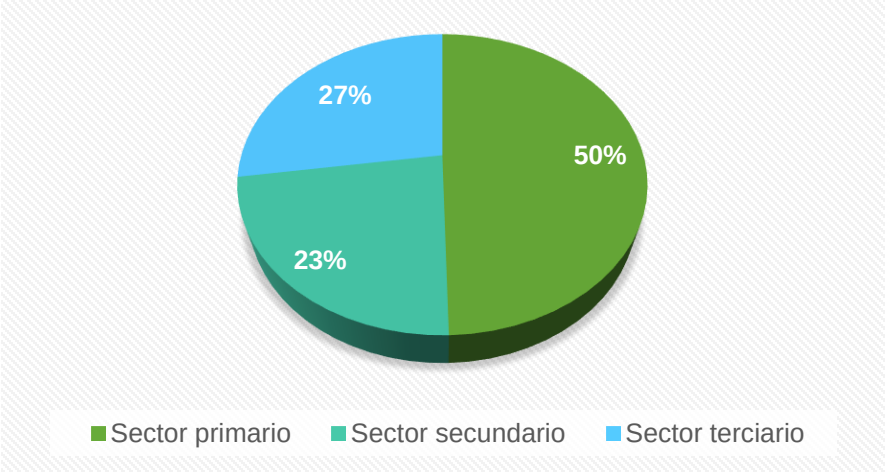
De manera general, la cobertura de servicios básicos en la Fracción II es menor que la I, lo cual quiere decir que los habitantes de dicha Fracción gozan de una menor calidad de vida y desatención por parte de los gobiernos municipales. En primera instancia, se tiene una baja cobertura del drenaje, ya que solamente el 33.68% recibía este servicio lo cual acarrea problemas de salubridad, por otro lado, el servicio de agua potable cubría el 62.67%, finalmente la energía eléctrica con mayor cobertura abarca el 93.1%. Los servicios básicos fungen como indicadores en la calidad de vida de la población, tienen un alto valor que deriva beneficios para la población, como lo es la educación y la salud, por lo que se puede apreciar una notoria diferencia entre ambas Fracciones, mismas que repercutirán en ambas para los siguientes años.

En ambas Fracciones se destaca un contraste de ingresos económicos distintos los cuales inciden directamente sobre las actividades productivas, por un lado, encontramos en la Fracción I comprendida por los habitantes de Huitzilac la siguiente distribución:



Gráfica 13. Distribución de las actividades económicas en la Fracción I del COBIO de 1990. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 1990.

La *Gráfica 13* muestra que en la Fracción I se aprecia una diversificación en los ingresos obtenidos por parte de las actividades económicas y que servirán como indicio en la dinámica socioeconómica que representa el cambio de uso de suelo al cabo de los periodos establecidos, notando una mayor representatividad económica por parte del sector primario con el 38%, Paz (2005) menciona que a inicios de la década de los noventa, la extracción de tierra, agricultura dominada por el cultivo de maíz y avena forrajera y la ganadería eran las principales actividades económicas de los comuneros de Huitzilac misma que se ve reflejada en la gráfica 13 con el 38% de la PEA dedicada a estas actividades, el sector terciario le sucede con el 34%, esto debido a la demanda turística que conlleva el territorio por ser un punto de conexión entre grandes ciudades, finalmente el sector secundario con el 27% mediante la conversión de materia prima, como lo es el aprovechamiento forestal.



Gráfica 14. Distribución de las actividades económicas en la Fracción II del COBIO de 1990.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 1990.

Por otro lado, en las localidades existentes en la Fracción II, la PEA es de 1,498 habitantes, representadas en la *Gráfica 14* como el 24.5% de la población total y que el sector de mayor representatividad es el primario con el 50%, derivado de la alta productividad en nopal asimismo como los subsidios brindados por parte del Gobierno Federal para la agricultura; su extensión es producto de la representatividad económica para los habitantes asentados dentro de la Fracción II, destacando que Tlalnepantla y Totolapan son considerados los de mayor producción agrícola y ambos representan el 65.96% de la Fracción II; seguido del sector terciario con 27% ya que la localidad de San José Laureles ha sido un referente turístico por su arqueología y belleza paisajística; finalmente el sector secundario con 23% esto debido a que la materia prima del sector primario es trasladada a las grandes ciudades.

3.1.6. Cuerpos de agua para el año 1990

Finalmente, los cuerpos de agua tienen menor representación espacial, siendo de 0.02 km^2 con un porcentaje de 0.01% ubicados al poniente del polígono correspondiente a Fracción I, sin embargo, como servicio ambiental es de gran vitalidad ya que ahí ocurre la recarga de los mantos acuíferos y el escurrimiento de las corrientes hídricas que abastecen tres cuartas del agua que se consume en la Ciudad de México, Toluca y Cuernavaca a través del acueducto que atraviesa la sierra de las Cruces, además abastece a los dos ríos

más importantes del país el Lerma el cual sirve como fuente de energía eléctrica en la capital del país, se utiliza para riego de los cultivos de las zonas agrícolas al centro y norte de la Fracción I, así como el norte y este de la Fracción II.

El año de 1990 sirve como referencia para la contextualización de los movimientos sociales, demográficos y económicos presentes en la zona de estudio al momento de su Decreto. Daltabuit (1995), en una encuesta aplicada por el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM en 1995 (a 7 años de su establecimiento), a una muestra representativa de hogares del Corredor Biológico Chichinautzin, arrojó que 73.8% de los encuestados no había oído hablar nunca del "Área Natural Protegida" y mucho menos del Decreto, mientras que 26.2% restante indicó saber que se trataba de un Área Natural Protegida, manifestando sin embargo no conocer las implicaciones que esto tenía ni para la zona ni para ellos lo cual sirve como pauta en la nueva concepción del territorio como Corredor Biológico y de sus actividades productivas.

Ambos polígonos se encuentran emergidos dentro de un contexto distinto, por lo que la tendencia es diferenciada, mientras que en la Fracción I ocurre un incremento en las zonas de fraccionamiento y de cabañas como respuesta a la demanda inmobiliaria, por otro lado, en la Fracción II se presenta una alta productividad agrícola en la producción de nopal, lo que tiende a incrementar su superficie.

Para el año 2000 se encontraron tres usos de suelo que redujeron la cobertura forestal, siendo el uso urbano el de mayor incidencia, seguido por el de pastizal y finalmente el agrícola.

3.2 Análisis del cambio de uso de suelo mediante factores determinantes para el año 2000

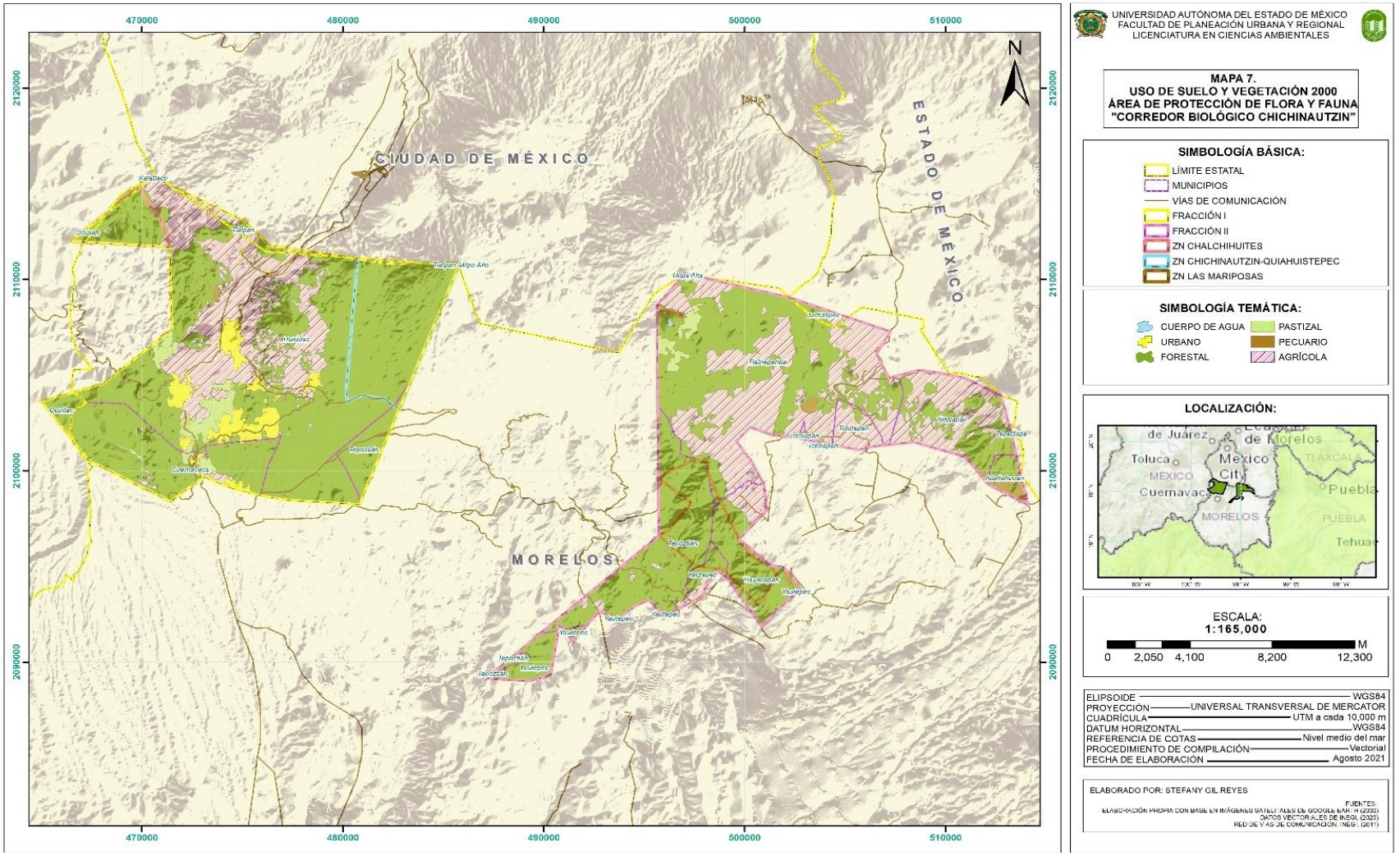
Durante 12 años, el COBIO quedó solamente en el Decreto, por lo que el año 2000 es clave para demostrar cómo el territorio como ANP está sujeto a las dinámicas socioeconómicas de la región, por lo que su desatención por parte de las autoridades federales repercute en el cumplimiento de los objetivos que decretaron el área, mismo que se ve reflejado en los usos de suelo

Tabla 8.

Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 2000.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	2000 (km^2)	2000 (%)
Forestal	243.846	65.37
Agrícola	105.198	28.2
Urbano	11.373	3.05
Pastizal	9.414	2.52
Pecuario	3.087	0.83
Cuerpo de agua	0.100	0.03
TOTAL	373.02	100

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 7. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 2000. Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Uso forestal para el año 2000

En el 2000, el uso de suelo forestal abarca 243.84 km^2, la Fracción I con 139.392 km^2, mientras que la Fracción II presenta menor cobertura con 104.454 km^2 perdiendo un total de 12.01 km^2 respecto al año de 1990, obteniendo un promedio de pérdida de -1.495 unidades convirtiéndolo en el uso de suelo con mayor perturbación y reducción en superficie; durante el año 2000 la fragmentación aumentó considerablemente tanto al noreste de la localidad de Tres Marías como al norte del polígono Fracción I siendo sustituida por las actividades agrícolas y en menor proporción las pecuarias; el ecosistema de bosque de pino en la Fracción I predomina en estas zonas, se podría especular de la explotación forestal en sus productos maderables y no maderables e incendios al noreste. Por otro lado, la reducción de cobertura forestal al sur y este de la Fracción I ocurre por el crecimiento de zonas urbanas pertenecientes al norte de la capital morelense.

El Ayuntamiento de Huitzilac (2010) menciona que el bosque de pino-oyamel es la que mayor representatividad tiene, ocupando para el año 2000 una superficie de 13.2%. El ecosistema presentaba constante riesgo de degradación por parte de actividades antrópicas como lo son los incendios forestales, estos se intensificaron durante el año de 1998 ya que durante ese tiempo ocurrió el Fenómeno del Niño el cual generó durante el año previo un periodo de lluvias sucedido por una fuerte sequía y que las temperaturas aumentaron, siendo la pauta para el incremento de los incendios forestales, el municipio de Huitzilac el cual representaba la mitad de los incendios a nivel estatal Paz (2005), a raíz de estos incendios, las autoridades ambientales federales y estatales comenzaron a tener una mayor presencia a través de la vigilancia y administración de los recursos naturales. Mientras que el bosque mesófilo de montaña, distribuido al suroeste de la Fracción I presentaba 1 km^2, es importante señalar que este es un ecosistema altamente susceptible a las perturbaciones antrópicas y que su representación a nivel nacional es mínima y que requiere de alto grado de conservación; su papel es fundamental para el ciclo hidrológico.

Mientras que en la Fracción II, la disminución de la cobertura es menor, siendo de 3.87 km^2 respecto al año de 1990, donde se aprecia una mayor perturbación es al norte y noreste, siendo sustituido por el uso agrícola, el ecosistema que se mantiene en esa zona

es la vegetación riparia, destacando como característica su cercanía con los cuerpos de agua, generando un ecosistema exuberante donde se mantienen y desarrollan numerosos procesos ecológicos.

3.2.2. Uso agrícola para el año 2000

El segundo uso de suelo con mayor predominancia para el año 2000 es el agrícola con una superficie total de 105.19 km^2, obteniendo un crecimiento de nivel 1.935 respecto al año de 1990, a pesar de que el crecimiento no es significativo para dicho periodo, funge como un punto de inflexión en la disminución gradual de la cobertura forestal.

Al norte y este del polígono Fracción I el uso agrícola cuenta con una superficie de 43.75 km^2 teniendo un crecimiento mínimo de 1.3 km^2, sin embargo, a pesar de ser una representatividad mínima, las zonas previamente forestales son sustituidas por las agrícolas, en este periodo se logra distinguir el aislamiento del uso forestal, como lo plantea la teoría biogeográfica de islas. Algo importante por mencionar es que, al este de la localidad de Huitzilac, los usos agrícolas en conjunto con el pastizal reemplazaron en su totalidad la cobertura forestal la cual se presentaba en el año 1990, por otro lado, al centro de la Fracción I se presenta la interrelación existente entre la transición de zona agrícola a la urbana debido a que los mecanismos de urbanización no son independientes de la dinámica social, dando pauta una transformación de agrícola a urbano.

El uso de suelo agrícola genera una mayor presión en el polígono denominado Fracción II, aumentando 6.5 km^2 y con una extensión total de 105.19 km^2 los municipios de Tlalnepantla, Totolapan y Tlayacapan son los que mayor predominancia agrícola tienen. Ruíz (2014) menciona que, en 2008 el municipio de Tlalnepantla reportó 505 productores de nopal, con una superficie de 2,582 ha. Cultivadas, con una producción de alrededor 250,000 toneladas anuales, siendo la principal actividad económica en la región.

Al centro y norte de la Fracción II, el uso de suelo agrícola abarca una superficie sustituyendo mayormente al uso pecuario, generando una transición de actividad, esto puede explicarse a que las zonas anteriormente con uso agrícola comienzan a degradarse presentando erosión en el suelo disminuyendo su fertilidad y por ende su productividad en el cultivo de alimentos, una plausible explicación de ello es que la

degradación del suelo ocurre por una agricultura extensiva como la presencia de monocultivos por lo que se decide abandonar estos terrenos para dar inicio a la expansión agrícola alrededor de la superficie inicial.

Para el año 2000, al oeste del municipio de Tlalnepantla y al norte de Yautepec en la Fracción II encontramos el reemplazo total del uso pecuario por el agrícola, además de presenciar una disminución en la cobertura forestal aledaña ocasionada por los nuevos manchones de la actividad agrícola; misma situación ocurre al este de dicho polígono, donde el uso pecuario se transforma a uso agrícola.

3.2.3. Uso pecuario para el año 2000

Para el año 2000, el uso pecuario disminuyó considerablemente, pasando a tener 3.08 km^2 distribuyéndose en menor superficie con 0.53 km^2 al oeste de la Fracción I mezclándose con la cobertura forestal, esto es debe a que las especies madereras de mayor valor económico se encuentran en dicha zona y la actividad de aprovechamiento forestal continúa realizándose a pesar de que ahora se considera como una actividad ilegal por lo que su práctica ha conllevado a un desmonte que es el pecuario y su reducción se debe a una ocupación urbana y pastizal.

Por otro lado, en la Fracción II el uso pecuario abarca 2.55 km^2 y se distribuye de manera dispersa, en mayor superficie al este de dicha Fracción, ello como resultado de la actividad agropecuaria que predomina en la zona; por otro lado, su reducción da pie al uso agrícola.

3.2.4. Uso pastizal para el año 2000

El pastizal cuenta con una superficie total de 9.41 km2, lo equivalente a 2.52% del área total del Corredor Biológico incrementando 3.062 unidades respecto a la década anterior, al sur de la Fracción I siguiendo la trayectoria de la autopista México-Cuernavaca, predomina este uso, sustituyendo al uso pecuario, que, de acuerdo a las tendencias de cambio de uso de suelo, el pastizal le antecede al urbano, lo cual generará en los próximos años una conurbación entre las localidades de Huitzilac, Tres Marías, Real Montecassino y las localidades al norte de Cuernavaca. Al oeste y de manera

significativa, el pastizal fragmenta el uso forestal, abarcando una extensión de 9.41 km2 encontrándose a un costado del Parque Nacional Lagunas de Zempoala.

El pastizal introducido en la Fracción I ha sido ocasionado por factores como la perturbación por la tala ilegal y los incendios provocados como práctica para dar apertura a la ganadería extensiva; de forma contrapuesta, el pastizal natural corresponde al 0.02%. Al oeste de la Fracción I se observa un crecimiento abrupto del área de pastizal, fragmentando la cubierta boscosa.

En el polígono Fracción II, la presencia del pastizal es mínima con una superficie 2.35 km2, ya que solamente se tiene presencia al norte del polígono, mezclándose dentro del área forestal, generando una presión al cuerpo de agua registrado en esa década, estos resultados pueden explicarse por el hecho de que los campesinos buscan el agua para su ganado, acercándolos y de esta manera hacer eficiente los costos de manera individual.

3.2.5. Uso urbano para el año 2000

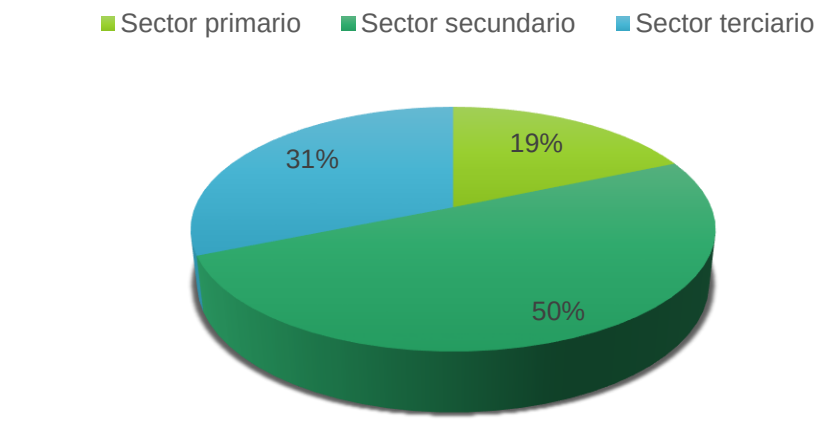
El uso de suelo urbano presenta una extensión total de 11.37 km2 aumentando 20.213 unidades respecto a la década anterior, siendo el segundo uso de suelo con mayor crecimiento. En su mayoría, las áreas agrícolas fueron sustituidas por el uso urbano.

La Fracción I es el polígono con una mayor incidencia de los procesos de urbanización en el municipio de Huitzilac y al norte de Cuernavaca, a través de las localidades como la cabecera municipal, Tres Marías, Coajomulco, y Real Montecasino, este último identificado por ser una zonas de fraccionamientos, además de que hay presencia de nuevos asentamientos urbanos al sur del ANP, ocasionados por la aceleración en la construcción de viviendas dentro del municipio de Cuernavaca, la tendencia comienza a indicar que los asentamientos urbanos en la zona de fraccionamientos y los ubicados al norte de Cuernavaca se unificarán, adicionalmente, el uso forestal localizado al sur del polígono presenta una presión en su reducción superficial de por la construcción en su mayoría de fraccionamientos y residenciales, disminuyendo 0.621 km2, un aspecto importante de la construcción de bienes inmuebles

es que son ocupados principalmente durante los fines de semana o periodos vacacionales por residentes de la Ciudad de México y Cuernavaca, es importante tener en cuenta que de acuerdo con INEGI (2000) el 17% de la población asentada en Huitzilac correspondía a zonas rurales, mientras que el 83% ya eran de índole urbana.

INEGI (2000) documenta que, de las viviendas establecidas en la Fracción I, el 62.8% contaba con agua entubada, 79% con drenaje y el 92.9% con energía eléctrica, siendo el acceso al servicio básico de agua entubada una problemática para un porcentaje cercano a la mitad de la población total, por lo que se convirtió en una de las mayores demandas por parte de los habitantes en ese momento.

La Gráfica *15* representa que durante este periodo, el 19% de la población se dedicaba al sector primario donde se destaca la actividad agrícola, ganadera y de explotación forestal, el 31% de la población se dedicaba al sector secundario a través de la captación, tratamiento y suministro de agua y la industria manufacturera siendo la de mayor incidencia financiera, finalmente el 50% basaba sus ingresos en el sector terciario, siendo éste de servicios como son los alojamientos temporales, la preparación de alimento y de bebidas y el comercio tanto al por menor como al por mayor.



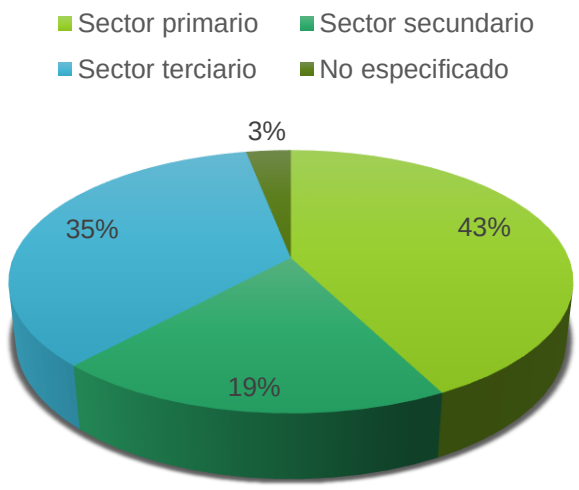
Gráfica 15. Actividades económicas en la Fracción I del año 2000. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2000.

Por otra parte, la expansión urbana de la Fracción II es dada al suroeste, en el municipio de Yautepec, aumentando 0.064 km^2 respecto a la década anterior, esta localidad es

rural por lo que su actividad principal se centra en la agricultura, teniendo una mezcla de uso entre el uso urbano con el agrícola. Así mismo, se distribuyen caseríos dispersos, no obstante, su superficie es mínima, para el diagnóstico y análisis social, económico y demográfico, la población es considerada, ya que es parte de la población asentada.

En lo que concierne los servicios básicos en la Fracción II se documenta que el 45.28% contaba con agua, mismo porcentaje que se ve reducido un 17.39% respecto a la década anterior, ello debido al crecimiento de asentamientos dispersos que dificulta la instalación de infraestructura para dotar de este servicio, por otro lado, el servicio de drenaje aumentó al 57.25% en las localidades asentadas previamente y además en la satisfacción de la actividad agrícola del área; finalmente la cobertura de energía eléctrica se mantiene en 93.12% siendo la de mayor dotación.

Por otro lado, la PEA de la Fracción II constituye al 32.87% de la población total y se distribuye de la siguiente manera:



Gráfica 16. Actividades económicas en la Fracción II del año 2000. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2000.

En la *Gráfica* se desglosan los sectores a los que pertenece la PEA, con una mínima diferencia respecto a la década anterior; continúa la predominancia de la actividad primaria con un 43% mediante la producción de nopal, seguido del sector terciario con

35% mismo que responde a las demandas turísticas en Tepoztlán y Tlayacapan, finalmente el sector secundario disminuye, representando el 19% para el año 2000.

3.2.6. Cuerpos de agua para el año 2000

Con la mínima extensión, equivalente a 0.10 km^2, se encuentran los cuerpos de agua, que, respecto a la década anterior, a pesar de tener la menor representatividad superficial respecto al resto de usos de suelo, el aumento de éste fue el más significativo, con 39.661 unidades, teniendo como premisa que las imágenes satelitales obtenidas de acuerdo a cada año nos brindan una temporalidad distinta, de manera directa este uso de suelo es empleado para actividades agropecuarias, mientras que de manera indirecta, a través de las aguas subterráneas en la provisión de agua potable a las metrópolis cercanas.

La ocupación de los territorios se ha dado de manera diferenciada entre las Fracciones, por un lado, la Fracción I tiene un mayor incremento urbano, mientras que la Fracción II en el agrícola; además estos cambios de uso de suelo se han dado por etapas, comenzando con una deforestación del bosque para dar pauta a las zonas agrícolas.

En la Fracción I la afluencia turística provoca que el sector terciario comience a ser el de mayor predominancia, por otro lado, en la Fracción II el sector primario continúa siendo la actividad económica principal ya que el cultivo de nopal toma un papel a nivel nacional.

Sin embargo, la falta de oportunidades por parte del Estado, así como las dificultades de comercialización para transportar la materia primaria, aunadas al crecimiento demográfico y el crecimiento en la demanda en la satisfacción de sus necesidades, han conllevado a una reducción en la rentabilidad de las actividades primarias, generando el abandono de áreas, que han provocado el desarrollo de una vegetación arbustiva secundaria como lo es el grupo de herbáceas, representando el uso de suelo pastizal.

3.3 Tasa de cambio de uso de suelo 1990-2000

La tasa de cambio de uso de suelo es la herramienta que nos permite cuantificar la dinámica en las ocupaciones en los usos de suelo de acuerdo con dos unidades de tiempo; los resultados obtenidos permiten comprender la dinámica del territorio mediante

las actividades productivas que responden a la satisfacción de las necesidades de la población, además que la falta de un Programa de Manejo ha conllevado a que dichas actividades se realicen de manera ajena a las acciones de conservación.

La tasa de cambio de uso de suelo nos ayuda a comprender las dinámicas socio económicas que han ocurrido y han definido los usos de suelo de acuerdo con las necesidades de cada momento espacio temporal, además sirve para que las estrategias de conservación del recurso edáfico se planifiquen considerando los diversos factores socioeconómicos.

Dentro del análisis que se realizó para la presente investigación, se arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 9.

Tasa de cambio de uso de suelo de 1990 a 2000.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	1990 (KM^2)	2000 (KM^2)	PROMEDIO DE VARIACIÓN
Cuerpo de agua	0.020	0.100	39.661
Urbano	3.764	11.373	20.213
Pastizal	7.207	9.414	3.062
Agrícola	97.338	105.198	0.807
Forestal	255.850	243.846	-0.469
Pecuario	8.840	3.0879	-6.507
TOTAL	373.02	373.02	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 se cuantifica el proceso de transformación realizado durante la década de 1990 al 2000 resaltando que los cuerpos de agua presentaron una mayor expansión superficial con 39.661 unidades, no obstante, no se puede obtener una certeza sobre el resultado arrojado, el incremento en los cuerpos de agua trae consigo diversos beneficios sociales, económicos y ambientales donde podemos destacar la provisión de agua para las actividades agrícolas, ganaderas, domésticas e industriales.

El siguiente uso de suelo que presentó un incremento en su superficie es el uso urbano con un incremento de 20.213 unidades observando un considerable número de

asentamientos humanos distribuidos principalmente en la Fracción I, focalizándose en las localidades de Coajomulco, Tres Marías, Huitzilac y Real Montecasino por parte de Huitzilac, propiciando la conurbación con la ciudad de Cuernavaca; en 1990 se contaba con zona agrícola y que para el año 2000 cambió al urbano, este fenómeno puede explicarse por la degradación del suelo como lo es su compactación como resultado de la actividad agrícola intensiva; esta degradación en el suelo favorece al desarrollo urbano, por un lado se ve una disminución en los costos durante la construcción de los inmuebles, ya que un suelo compactado como resultado de las actividades intensivas aumenta su capacidad de soporte y estabilidad. De igual manera, esta transición de usos de suelo se visualiza en la Fracción II donde los dos asentamientos presentes surgen del agrícola.

Durante la década de los 2000, las principales localidades transitaron a una distribución del 80% basada en las actividades secundarias y terciarias donde se encuentra la industria manufacturera, sectores relacionados a los servicios como alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas, el comercio y el tratamiento y suministro de agua potable.

De manera particular, los ingresos económicos de las localidades pertenecientes a la Fracción I se dividen en la figura 27.



Figura 27. Principales actividades económicas de Huitzilac. Fuente: Elaboración propia con base en POET Huitzilac, 2007.

Entre los principales conflictos socio ambientales que incrementaron durante la última década se destaca la tendencia en el crecimiento urbano con una falta de planificación reflejada en la disminución constante del suministro de los servicios básicos, además, al oriente y norte de la localidad principal, la de Huitzilac donde anteriormente se presentaban zonas agrícolas han sido ocupadas por los asentamientos urbanos.

La cobertura forestal se ha visto afectada severamente por las diversas actividades antropogénicas, los métodos de perturbación han sido diversos, entre las principales actividades se encuentra el desmonte de vegetación para dar pie al sobrepastoreo, la tala desmedida de algunas especies útiles como lo son las de *Pinus* y *Quercus* y los incendios provocados destinadas al aprovechamiento forestal y que, además, reflejó una disminución en extensión superficial.

El Ayuntamiento de Huitzilac (2010) menciona que las actividades agropecuarias son la principal causa de los incendios forestales, posterior a los incendios y con el área dañada se procede con el desmonte de vegetación y así comenzar a realizar actividades agrícolas y pecuarias.

A pesar de que la zona agrícola incrementó en superficie en 0.807 unidades durante la década 1990-2000 se perciben menos subsidios, disminución en la rentabilidad y una comercialización enfocada solamente en las localidades de Huitzilac, Tres Marías, Coajomulco y Real Montecassino. Los ejidatarios, comuneros y dueños de los predios han encontrado una mayor rentabilidad en que en las zonas agrícolas abandonadas sean puestas en venta para la construcción de bienes inmuebles estimando una tendencia de crecimiento urbano para la zona de fraccionamientos sobre los predios baldíos como se aprecia en el mapa 7 generando en un futuro próximo la formación conurbación con el sur de Tres Marías.

En paralelo a la década de los noventa, en la Fracción II se encontraba la presencia de una localidad, denominada "San José de los Laureles", al este del ANP dentro del municipio de Tlayacapan; para el año 2000, al sur se presenta una nueva localidad, dentro del municipio de Yautepec, donde anteriormente se encontraba un uso agrícola, entendiendo de esta manera la secuencia en el cambio de uso de suelo desde un uso agrícola hasta el urbano y que la población asentada en esas zonas se dedican a este sector.

El siguiente uso de suelo con de expansión es el pastizal, con un incremento en las unidades del 3.062, el cual fue resultado de la transición del uso pecuario a pastizal como lo fue al oriente de la Fracción II, en el municipio de Atlatlahucan sustituyéndolo en su

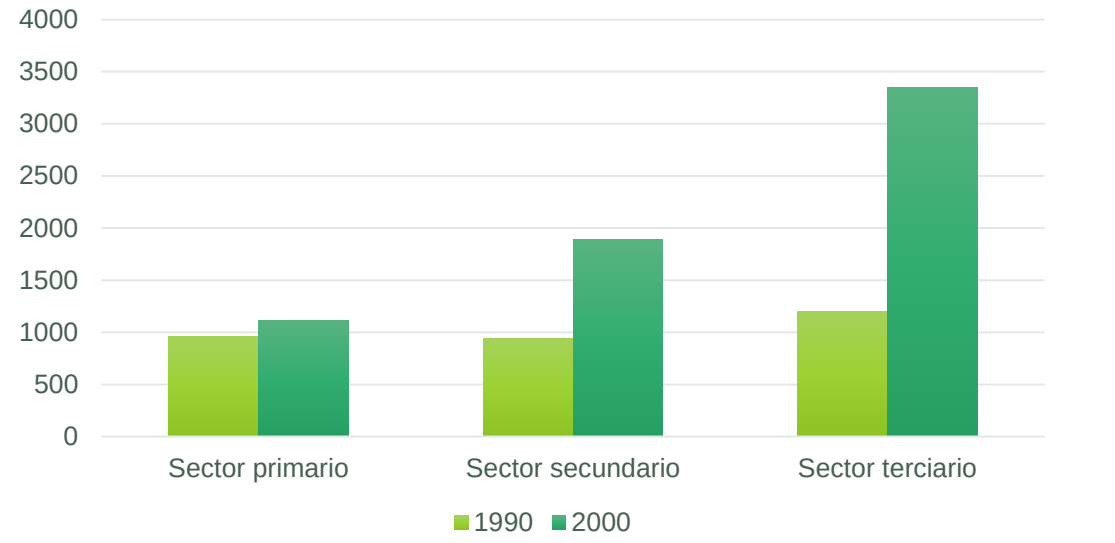
totalidad, esta transformación puede atribuirse al pastoreo extensivo, a los incendios de temporada, o bien por ambos, que periódicamente por el abandono del terreno por la baja productividad en el suelo la cubierta vegetal herbácea no supera una altura considerable, el pastizal inducido permanece como tal.

El uso de suelo forestal es el primero en presentar una reducción en su superficie para este año, con un valor de -0.469 presentando una fragmentación considerable al occidente de la Fracción I, por el pastizal, una tentativa razón para que exista un cambio abrupto en un periodo corto de tiempo es la tala, que en esa zona se registra una alta presencia de tala ilegal, al igual que en el PN Lagunas de Zempoala, de acuerdo con el Ayuntamiento de Huitzilac (2010). Por otro lado, al norte de la Fracción II se encuentra una sustitución forestal por el pastizal y la agricultura, ello como respuesta a la expansión del sector primario para abrir superficie al cultivo, no obstante, la falta de planificación en ello ha conllevado a generar islas de vegetación cada vez más aisladas y de menor superficie.

En contraste a los anteriores, el uso de suelo pecuario es el que presenta la mayor disminución superficial arrojando un valor de -6.507 unidades, su reducción se debe a que es un uso de transición y que eso mismo lo hace dinámico, tendiendo a incrementar y disminuir en lapsos cortos de tiempo; de acuerdo a la cartografía elaborada, en la Fracción I, el uso pecuario fue mayormente reemplazado por nuevos asentamientos humanos al norte de Cuernavaca, por otro lado, el uso pecuario en la Fracción II es transformado en cultivos, entendiendo que, mientras que en la Fracción I el uso pecuario da pauta al urbano, en la Fracción II es mayormente reemplazado por actividades agrícolas.

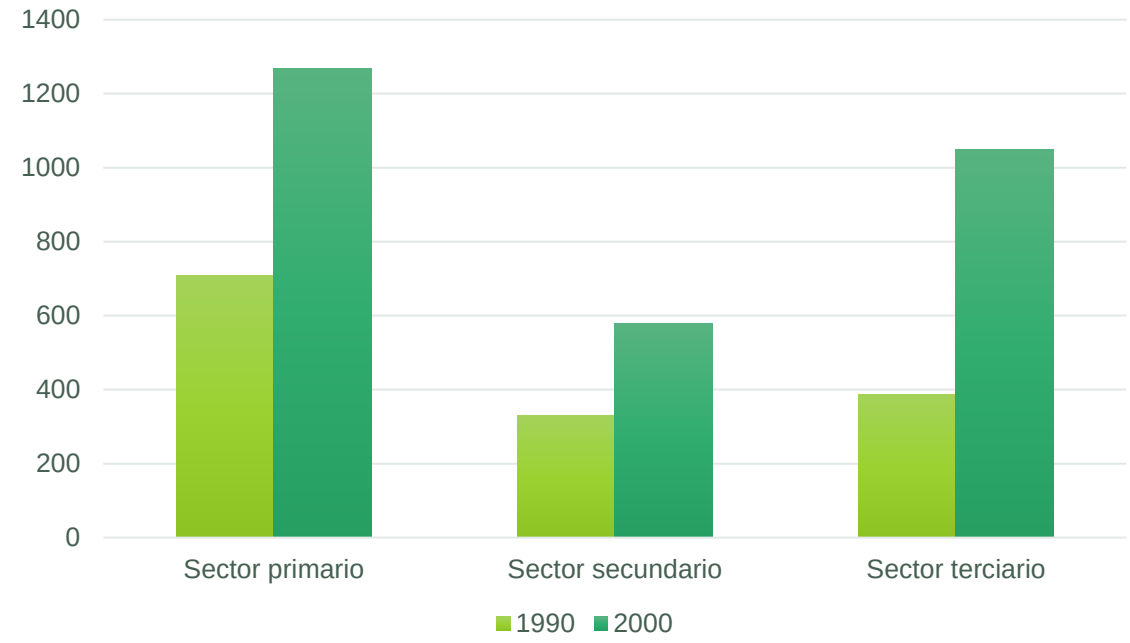
Esta falta de diversificación en las actividades productivas y de tecnificación agrícola, principalmente de temporal, además de los bajos ingresos generados por el transporte de los alimentos para una expansión en su mercado, no permite asegurar un poder adquisitivo que mejore la calidad de vida de los habitantes de la Fracción I del COBIO, cuestión por la que se opta por una transición en los ingresos económicos, como lo representa la *Gráfica 17* donde el sector terciario es el que se triplicó, ello como respuesta a la demanda de servicios de alojamiento y migración por la venta de predios; por otro lado, el sector secundario incrementó el doble como resultado de la expansión urbana y

el requerimiento de manufactura; finalmente el sector primario con menor incremento se relaciona con la disminución en la superficie agrícola de la Fracción I.



Gráfica 17. Actividades económicas en la Fracción I de 1990 al 2000. Fuente: Elaboración propia con base en Censo General de Población y Vivienda 1990 y 2000 de INEGI.

Por otro lado, la *Gráfica 18* muestra que la Fracción II continúa presentando incremento en el sector primario ya que los municipios de Totolapan, Tlalnepantla y Yautepec se destacan por sus actividades agrícolas, encontrando mayormente al nopal, seguido de un incremento en el sector terciario como respuesta al incremento poblacional y turístico en Tepoztlán y Tlayacapan; finalmente el sector secundario presenta una variación mínima pero representativa.



Gráfica 18. Actividades económicas en la Fracción II de 1990 al 2000. Fuente: Elaboración propia con base en Censo General de Población y Vivienda 1990 y 2000 de INEGI.

Por tanto, los diversos contextos que se presentan en el ANP de acuerdo a cada Fracción genera tendencias distintas, estas tendencias socioeconómicas influyen directamente en uso de suelo, por un lado, en la Fracción I las tendencias se encaminan a un incremento en el sector terciario, de servicios, enfocados principalmente al turismo y comercio; por otro lado, en la Fracción II, el sector agrícola se destaca en la exportación de sus productos y a su vez en el fortalecimiento de este sector; reiterando que el sector conservación dentro de la economía regional disminuye sin representar una importancia económica para la década del 2000, las estrategias de conservación consideradas son a través de los Pagos por Servicios Ambientales (PPSA) con los que se busca promover la conservación ambiental por medio de incentivos económicos, que desde 2003 lo opera la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Otro factor convergente del sector conservación es el de turismo rural el que pretende que los locatarios hagan parte de esta actividad económica a través de sinergias con el Estado; considerando la belleza paisajística de la zona, en contraste con el turismo tradicional que se ha presentado en el ANP el cual se enfoca en brindar alojamiento temporal, especialmente durante los fines

de semana y la preparación de alimentos, a través de esta modalidad, el visitante no llega a percibir un acercamiento con la zona.

3.4 Análisis del cambio de uso suelo mediante factores determinantes para el año 2010

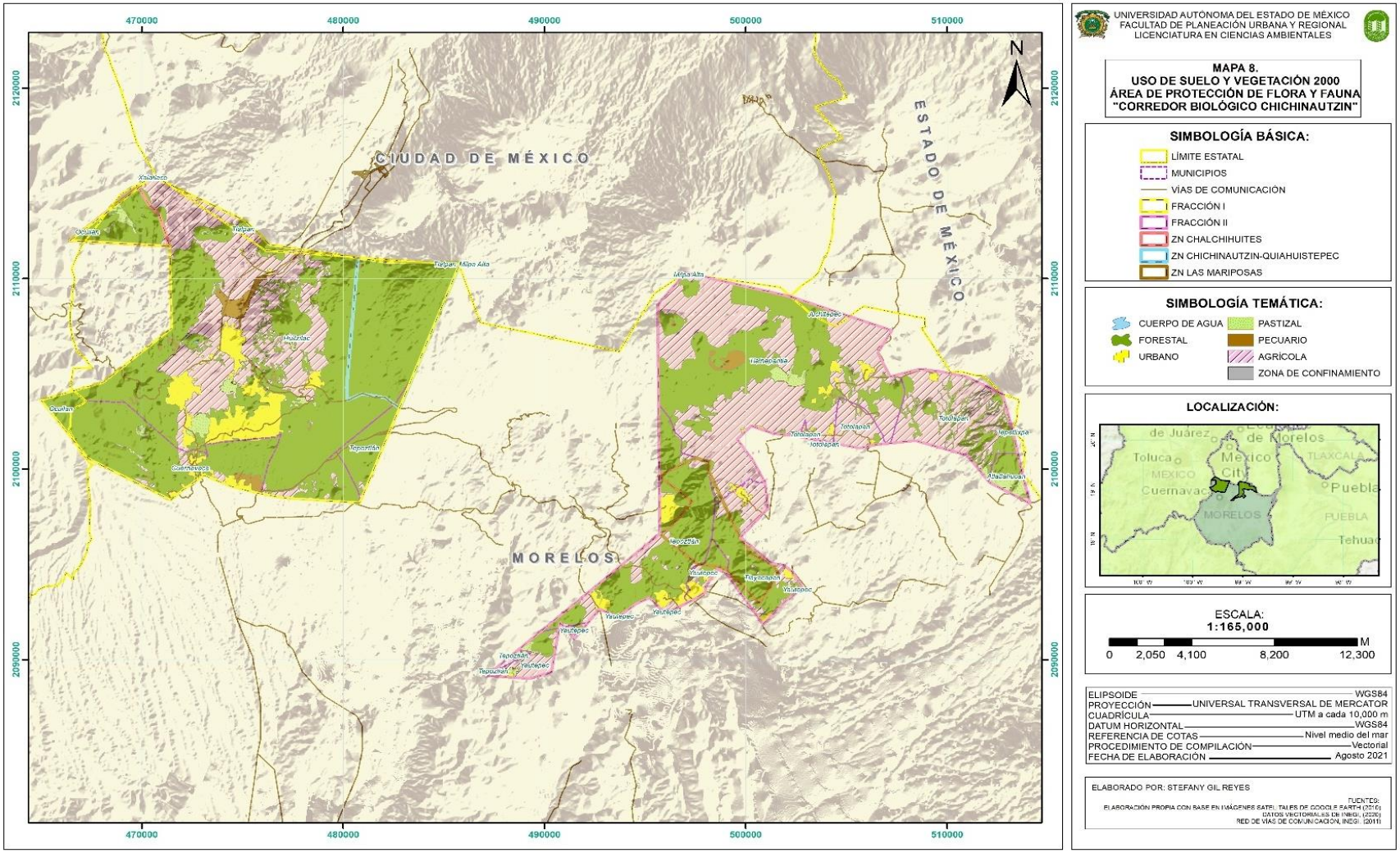
El año 2010 permite brindar un panorama sobre la atención al territorio concebido como COBIO posterior a su integración en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP II) en el 2002, lo cual quiere decir, que por ser una región prioritaria de conservación comienza a ser financiado económicamente por parte de entidades internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF), partiendo así desde la premisa que las actividades productivas que se desarrollen en el territorio deberán considerar la concepción del COBIO.

Tabla 10.

Usos de suelo en el año 2010.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	2010 (KM^2)	%
Forestal	214.852	57.599
Agrícola	125.550	33.650
Urbano	20.970	5.622
Pastizal	7.072	1.896
Pecuario	4.542	1.218
Cuerpo de agua	0.023	0.006
Zona de confinamiento	0.031	0.008
TOTAL	373.02	100

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 8. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin, 2010. Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2010, el *Mapa* presenta un crecimiento en las actividades agrícolas, urbanas y pecuarias, por otro lado, se registró una disminución en la cobertura forestal, además en pastizales y en los cuerpos de agua; además se integró un nuevo uso de suelo, denominado zona de confinamiento mismo que hace alusión a un tiradero a cielo abierto.

3.4.1. Uso forestal para el año 2010

El uso de suelo de mayor extensión continúa siendo el forestal, el cual abarca 214.852 km^2 de la superficie total del ANP mayormente distribuido en la Fracción I, sin embargo, se redujo 28.99 km^2 (1.25%) respecto a la década anterior; su disminución en dicha fracción es resultado de la conurbación entre las localidades de Real Montecassino y Tres Marías; no obstante, al occidente de la Fracción I se visualiza una regeneración en el bosque de pino con una mínima presencia de uso pecuario; una posible explicación para ello radica en actividades como la reforestación que es planteada por el Ayuntamiento de Huitzilac (2013) y que para ese año la problemática respecto a la tala ilegal en esa frontera con el PN Lagunas de Zempoala comienza a ser foco de atención.

En contraste con la Fracción II, con una superficie de 79.51 km^2, el uso de suelo forestal presenta una mayor fragmentación con una reducción de 24.94 km^2, siendo intervenida por las actividades agrícolas que continúan acelerándose constantemente; al oriente de la Fracción II es donde estos procesos de degradación ambiental se hacen aún más evidentes, dejando solamente a la vegetación riparia como el único ecosistema capaz de soportar estas perturbaciones, en gran medida por las condiciones hidrológicas para su existencia. De igual manera, al norte de la Fracción II, las actividades pecuarias y agrícolas hacen parte de la transformación del paisaje. De acuerdo con el Ayuntamiento de Tlalnepantla, 2013 los cultivos de mayor predominancia para el año 2010 fueron: el nopal, con gran superficie ocupada, seguido por la avena forrajera y el maíz de grano. Además, que dicha expansión se muestra sin planificación alguna; la reducción forestal se atribuye mayormente a la tala ilegal, estas observaciones suponen un cambio de forestal con desmonte de vegetación para dar paso a la actividad agrícola, mientras que, a pocos kilómetros al sur, el panorama es distinto, se muestra una restauración en el ecosistema por el incremento de zona forestal, a pesar de ser mínima, es considerada debido a que es la única zona que presenta una regresión a su estado base.

3.4.2. Uso agrícola para el año 2010

El segundo uso de suelo con mayor predominancia es el agrícola, con una superficie de 125.550 km^2 resaltando que la actividad agrícola continúa siendo una de las actividades principales, conformando 156.987 km^2 de los 373.024 km^2 total del ANP, no obstante, de manera general, esta actividad presenta una mínima reducción en superficie, esto podría indicar una transformación en las actividades económicas, como se mencionó anteriormente, la expansión agrícola no implica necesariamente un crecimiento económico, para ello, se deben considerar distintos factores como la falta de subsidios gubernamentales al sector, el transporte que requiere más costos que ingresos y la falta de diversificación en las técnicas agrícolas.

En la Fracción II la actividad agrícola aumentó considerablemente, destacando los cultivos de nopal al norte en el municipio de Tlalnepantla extendiéndose al sur, en el municipio de Tlayacapan con el cultivo de misma predominancia, al oriente en el municipio de Totolapan se destaca el maíz grano y finalmente al sur en Yautepec con el maíz grano. Esto se debe a que el sector primario es el principal, en contraste con la Fracción I donde la venta de lotes, siendo el sector terciario ya es más redituable.

3.4.3. Uso pecuario para el año 2010

Finalmente, al sur de la Fracción I en el municipio de Cuernavaca el uso pecuario representa el 3.28 km^2, y se mezcla con los asentamientos urbanos y el uso forestal, los comuneros y ejidatarios preparan previamente el terreno para ponerlo a la venta para la construcción de bienes inmuebles.

De la misma forma, al norte de la Fracción II, dentro del municipio de Tlalnepantla se encuentra la mayor extensión de uso pecuario con una superficie total de 1.26 km^2, mezclándose con el uso forestal. Como puede observarse en el mapa 8 en ambas fracciones ocurren las mismas transiciones abruptas en el uso de suelo dentro del mismo ecosistema, el de uso forestal, una forma de ver este fenómeno es que el pino es una de las especies con mayor explotación forestal.

3.4.4. Uso pastizal para el año 2010

El siguiente uso de suelo es el de pastizal con una superficie total de 7.07 km^2, incrementando 2.34 km^2 respecto a la década anterior, no obstante, presenta una considerable reducción entre las localidades de Huitzilac y Real Montecasino con una superficie de 3.33 km^2, además encontrando otro manchón al norte de la zona de fraccionamientos con la localidad de Tres Marías, finalmente al noroeste de la Fracción I se encuentra mezclado el uso forestal con el de pastizal el cual continúa creciendo a través de los años.

La Fracción II representa casi la mitad de la superficie total de pastizal, con una superficie de 3.74 km^2, al este, el uso de suelo pastizal incrementa en las zonas boscosas, sin embargo, por el relieve no se estima una expansión en este uso; continuando hacia el centro-norte el pastizal sustituye a la actividad agrícola y forestal. Finalmente, al sur de la Fracción II en el municipio de Yautepec, se extiende por las periferias de los asentamientos humanos, dichos pastizales inducidos y empleados por los habitantes de la zona, que, de acuerdo con las transiciones que presenta el cambio de uso de suelo, el pastizal le antecede al uso urbano. El uso de suelo que presenta una constante reducción es el pecuario, aunado a las actividades ganaderas y a la infraestructura que han empleado los campesinos para dicha actividad económica.

3.4.5. Uso urbano para el año 2010

El tercer uso con mayor predominancia es el urbano, el cual presenta una mayor extensión y además nuevos asentamientos humanos dentro del Corredor Biológico. En la Fracción I logra distinguirse una conurbación entre el municipio de Huitzilac con el norte de Cuernavaca generando nuevas vías de comunicación de sur a norte y dando entrada a la nuevos núcleos urbanos cada vez más cercanos con la Ciudad de México generando alteraciones en la ecorregión de zacatonal presente en las zonas montañosas con una altitud mayor a 3,500 msnm al norte de Morelos y además fungiendo como hábitat del conejo teporingo *(Romerolagus diazi)*, el cual se considera de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría como especie en Peligro de Extinción.

De acuerdo con la Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos (2007), los municipios de Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan y Atlatlahucan presentan más conflictos de incompatibilidad para la ocupación urbana habitacional e industrial; siendo éste un antecedente en la orientación de las tendencias de crecimiento y distribución demográfica. De manera contrastante, se encuentra una mayor compatibilidad con el uso turístico, de conservación y forestal; esta conclusión surge del cruce de los usos de suelo actuales y la matriz de compatibilidad elaborada para el presente documento.

Es importante mencionar que los procesos de urbanización en la Fracción I han incrementado la demanda en la prestación de servicios básicos entre estos se encuentra el del manejo de residuos sólidos urbanos, mismos que deben ser brindados por parte de las autoridades municipales correspondientes, sin embargo, previo al año 2010 existe la presencia de un tiradero a cielo abierto, al oeste del cerro denominado "El Tezontle" a un costado de la localidad de Tres Marías, siendo el sitio de disposición final para los habitantes del COBIO, además, de acuerdo al Ayuntamiento de Huitzilac (2013), en el predio ya se realizaba la quema de los residuos y que la ciudadanía de Coajomulco, Tres Marías y Huitzilac alertaron que el cerro "El Tezontle" es el sitio de mayor contaminación observada debido a que se convierte en un foco de infección, alteración del suelo, agua y biodiversidad.

Al norte de la Fracción II se observan nuevos asentamientos urbanos, donde la cartografía revela que el tipo de vivienda es de zona de fraccionamientos, fenómeno que ya ocurría en la Fracción I dos décadas atrás y que para el año 2010 comienza a presenciarse en la Fracción II, es importante mencionar que estos fraccionamientos se asientan dentro de la cobertura forestal, generando una mezcla de usos de suelo donde las transiciones que normalmente ocurrían con anterioridad y que no sucede de la misma manera; generando una tendencia en la compra-venta de bienes inmuebles donde el enfoque mercantil se centra en tener contacto directo con la naturaleza, si bien, este fenómeno comenzó en la Fracción I a través de casas y/o cabañas para los fines de semana, para la década de 2010 el fenómeno habitacional parece replicarse en la Fracción II, y es que el Ayuntamiento de Tlalnepantla (2013) menciona que estos cambios de uso de suelo para fraccionamientos no se encuentran regularizados y como línea de

acción se pretendía el darlos de alta en el catastro municipal. Al sureste de la Fracción II se localizan dos localidades pertenecientes al municipio de Tlayacapan las cuales se encuentran rodeadas del uso agrícola y que a su vez son las más cercanas a la zona núcleo "Las Mariposas" y que las acciones de conservación planteadas por las autoridades municipales de la década del 2010 abordan solamente acciones encaminadas a la limpieza de barrancas y espacios públicos como parte de la implementación de una cultura ecológica, dichas acciones no son suficientes para atender la problemática que acarrea el cambio de uso de suelo.

En el municipio de Tepoztlán se trazan dos nuevos asentamientos urbanos, al oeste de la Fracción II se encuentra el de mayor extensión donde la belleza paisajística dada por la geomorfología y clima que son aspectos clave para el establecimiento de bienes inmuebles dedicados al turismo y recreación; por otro lado, el asentamiento encontrado al sur de Tepoztlán se dedica principalmente a la ganadería intensiva donde los ejidatarios establecen una infraestructura para su desarrollo económico.

Finalmente, en el municipio de Yautepec, el cual se localiza al sur de la Fracción II un crecimiento urbano relativamente bajo comparado con los anteriores municipios, estos asentamientos son rurales debido a que su población es de 221 habitantes y ya prevalecían en las décadas anteriores.

3.4.6. Cuerpos de agua para el año 2010

En otro sentido, el cuerpo de agua para el año de 2010 se visualizó únicamente en la Fracción I abarcando una superficie de 0.023 km^2, en el cerro ubicado al occidente de la localidad de Tres Marías, mismo que está sujeto a los usos de suelo agropecuarios para riego y ganado y así satisfacer las necesidades de las localidades.

3.4.7. Zona de confinamiento para el año 2010

Por otro lado, en lo que respecta la zona de confinamiento, SEMARNAT (2019). En México el 87% de los tiraderos de basura son a cielo abierto mientras que el 13% son rellenos sanitarios, esto quiere decir que la gran mayoría de sitios de disposición final de los residuos sólidos no cumplen con los parámetros marcados dentro de la NOM-083-SEMARNAT-2003. Dicha norma puntúa las especificaciones de protección ambiental

para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Los tiraderos a cielo abierto son una problemática nacional de carácter ambiental y de salubridad ya que carecen de infraestructura y operación ya que los residuos son vertidos de manera directa generando contaminación del agua, del aire, del suelo y la proliferación de fauna nociva.

Finalmente, se presencia un nuevo uso de suelo, denominado "Zona de confinamiento" el cual hace referencia a un tiradero a cielo abierto, mencionado por primera vez por parte del Ayuntamiento de Huitzilac (2010) conocido como "el Tezontle" abarcando una superficie inicial de 0.030 km^2, y que corresponde al 0.008% del ANP, representa una problemática ambiental y de salubridad que la población comienza a alertar.

3.5 Tasa de cambio de uso de suelo 2000-2010

Tabla 11.

Tasa de cambio de uso de suelo 2000-2010.

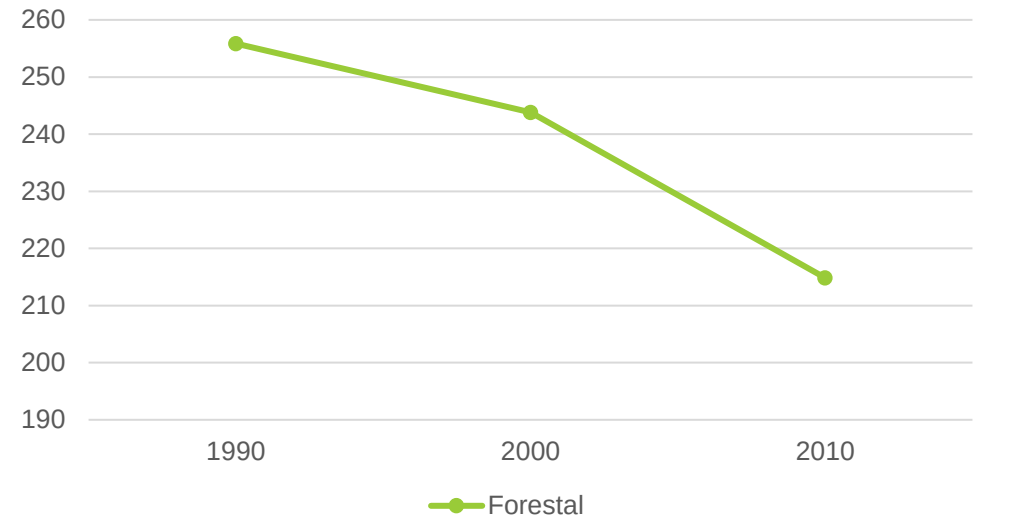
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	2000 (KM^2)	2010 (KM^2)	DIFERENCIA EN KM^2	PROMEDIO DE VARIACIÓN
Agrícola	105.198	125.520	20.321	1.932
Urbano	11.374	20.970	9.597	8.437
Pastizal	9.414	7.072	-2.342	-2.488
Pecuario	3.088	4.542	1.454	4.709
Forestal	243.847	214.853	-28.994	-1.189
Cuerpo de agua	0.101	0.024	-0.077	-7.633
Zona de confinamiento	0	0.031	0.031	0.031
TOTAL	373.012	373.012		

Fuente: Elaboración propia.

El uso de suelo que presentó una mayor reducción fue el cuerpo de agua, con -7.63 unidades, este índice se encuentra estrechamente relacionado con la pérdida forestal incidiendo directamente en la prestación de servicio ambiental hidrológico, siendo este periodo de tiempo. La TCUS comprende de dos variables espaciales, para la presente investigación son los años 2000 y 2010 para conocer el promedio de variación entre

ambas fracciones; no obstante, para realizar un análisis integral de las dinámicas en los usos de suelo se consideran los tres periodos de tiempo (1990, 2000 y 2010).

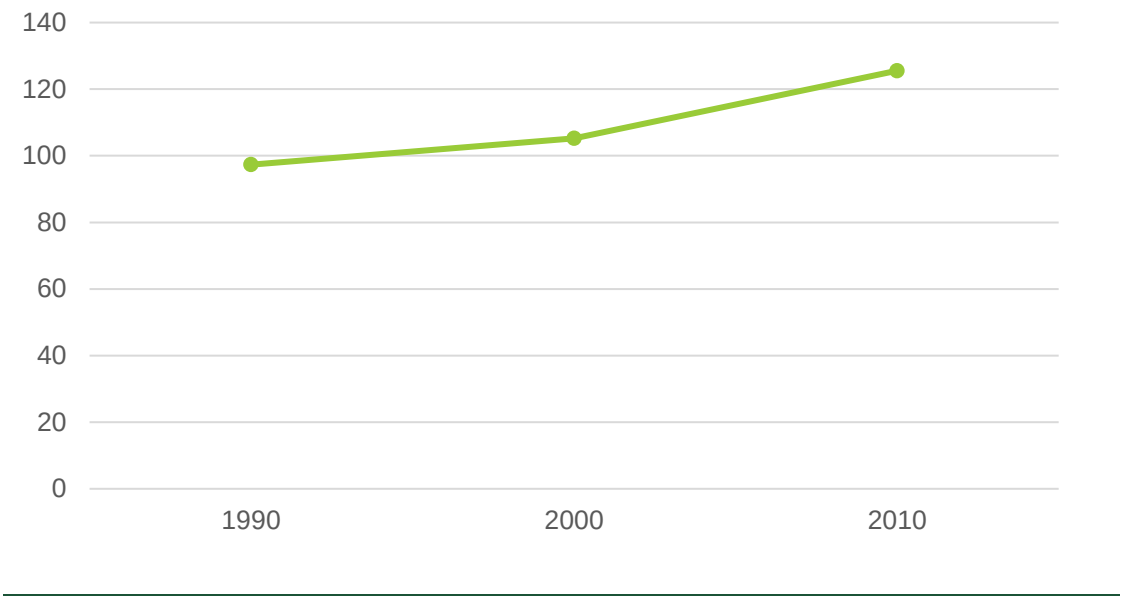
A pesar que el uso de suelo forestal continúa predominando dentro del COBIO es el que se ha presentado mayores índices de reducción con un promedio de -1.60 unidades a lo largo de 20 años; como lo representa la *Gráfica* al inicio de la investigación se tenía 255.85 km^2 de cobertura forestal, para el año 2000 comenzó a presentar una reducción de 12.01 km^2, finalmente para el año 2010 se redujo 28.99 km^2 respecto a la década anterior, presentando mayor fragmentación en la Fracción II; obteniendo así una reducción total de 40.99 km^2 y una superficie total de 214.85 km^2, las principales causas de la reducción de este suelo se centran en la tala ilegal, los incendios forestales y el cambio de uso hacia uno agrícola, pecuario y urbano.



Gráfica 19. Cambio de uso de suelo forestal en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. Fuente: Elaboración propia.

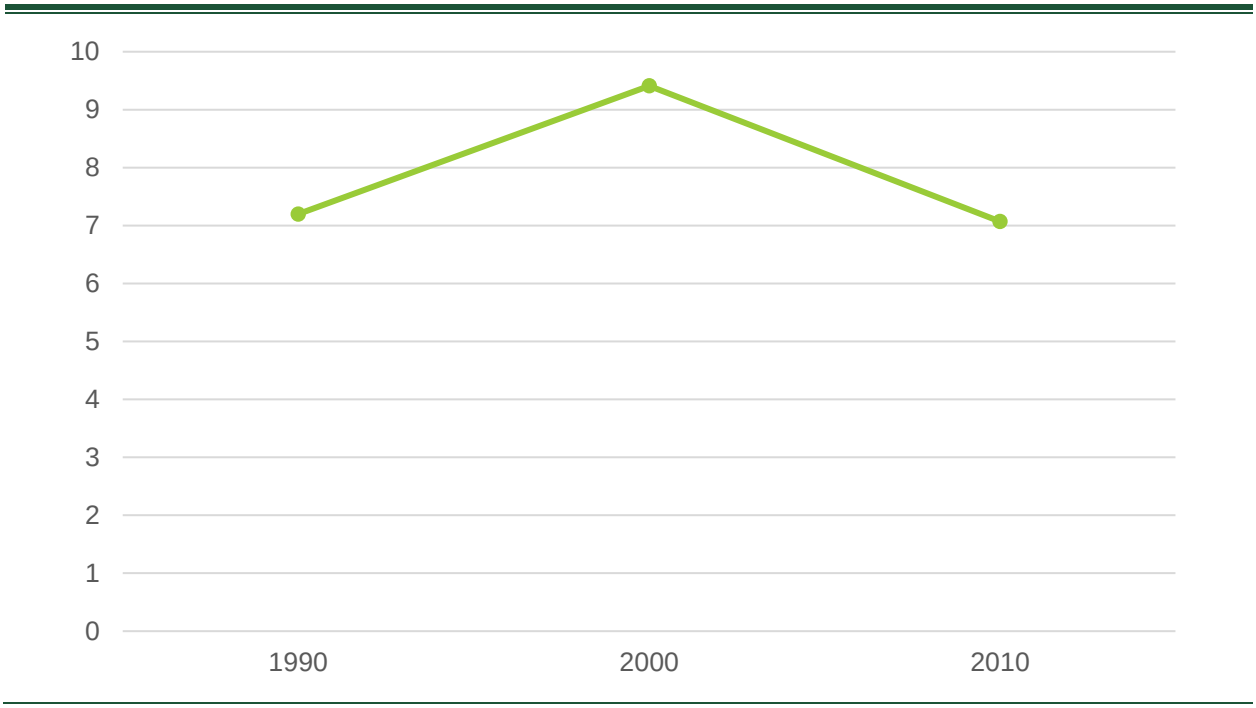
La gráfica 19 demuestra el aumento del uso de suelo agrícola a lo largo de 20 años pasando de 97.33 km^2 en 1990 a 125.52 km^2 para el año 2000 el que demuestra el crecimiento en el COBIO, con una superficie de 105.19 km^2, finalmente para el año 2010 se obtuvo un incremento total de 28.21 km^2 representando así un crecimiento de 1.932 unidades, es importante señalar que el incremento de la producción agrícola se ve reflejado mayormente en la Fracción II mismo que sustituye al norte el uso forestal, mientras que en la Fracción I éste

sustituye el pastizal; La actividad agrícola se representa principalmente por parte de la agricultura de riego, destacando los cultivos de maíz, avena, frijol y nopal.



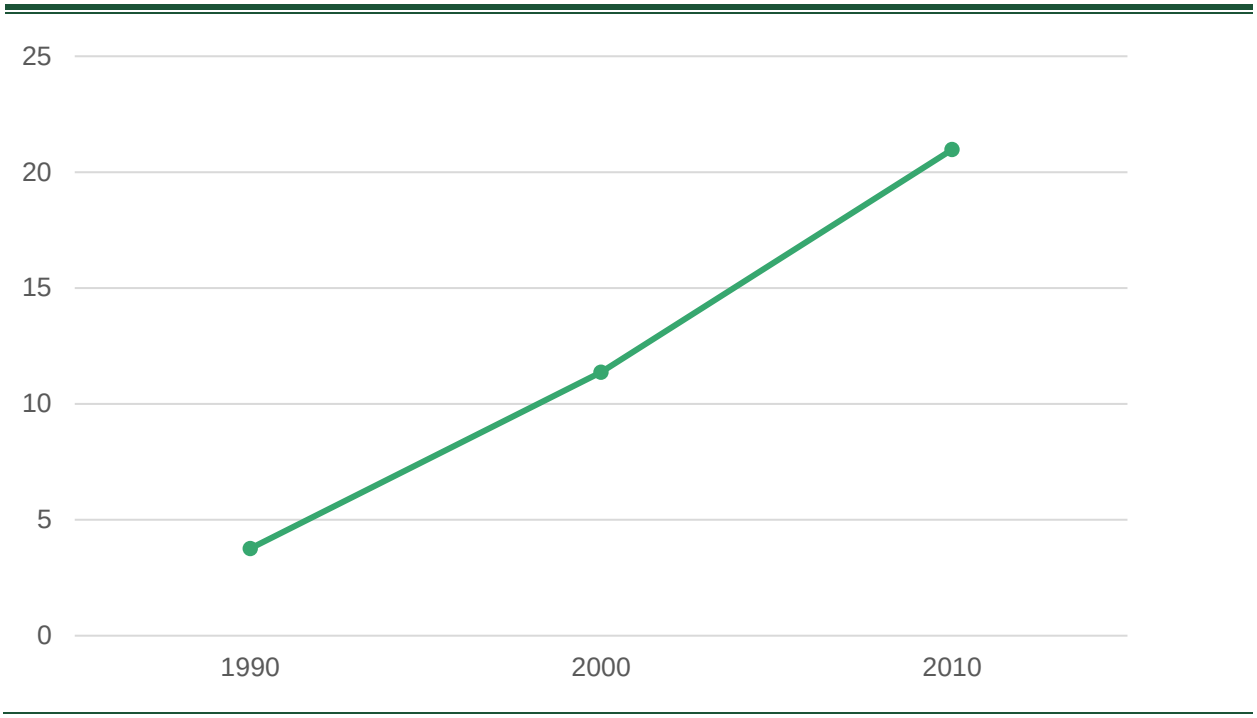
Gráfica 20. Cambio de uso de suelo agrícola en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. Fuente: Elaboración propia.

El uso de suelo pastizal, presenta fluctuaciones en su cobertura superficial mismo que se visualiza en la gráfica 20 que para el año de 1990 cubría 7.20 km^2, posteriormente, en el año 2000 incrementó 2.20 km^2, lo cual representa el 3.062 unidades sin embargo para el año 2010, volvió a valores similares al año de 1990, con 7.07 km^2, partiendo desde que la cobertura de pastizal es mezclada con la agrícola y la urbana, siendo pastizal el que genera esta transición, por lo que, las áreas que eran agrícolas en el año de 1990 transitaron a pastizal para el año 2000 y que para el año de 2010 éstas ya comprendían de urbanización, como lo es al sur de la Fracción I con las localidades de Huitzilac, Real Montecasino y el norte de Cuernavaca, como al occidente de la Fracción II por parte de Tepoztlán.



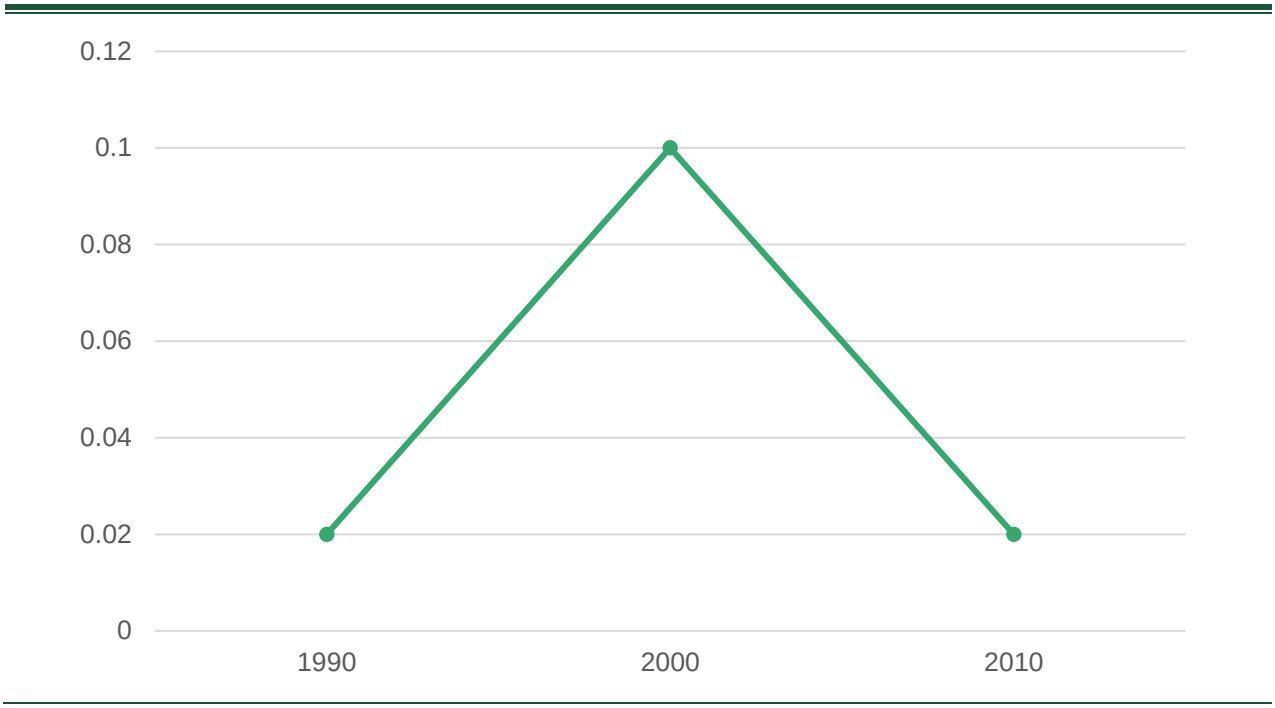
Gráfica 21. Cambio de uso de suelo pastizal en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la *Gráfica* el uso urbano es el que mayor incremento ha presentado, partiendo que en 1990 tenía una superficie de 3.76 km^2 y representaba el 1% de la superficie total del ANP y que para el año 2000 incrementó a 11.37 km^2, representando el 3.05% de la superficie total, finalmente, para el año 2010 con una superficie de 20.97 km^2, representaba el 5.62%, arrojando un incremento de 45.70 unidades en 20 años; este crecimiento en el uso urbano es dado a través del crecimiento demográfico y de diversificación de ingresos, ya que para el año 2010 la venta de lotes en predios para la construcción de bienes inmuebles incrementó, sin embargo, se generan dos contrastes dentro del mismo espacio, por un lado se encuentran los asentamientos urbanos que carecen de servicios básicos, en localidades como Fierro del Toro y por otro lado los de tipo fraccionamiento donde el poder adquisitivo es mayor, como Real Montecassino, en la Fracción I; mismo fenómeno que ocurre en Amatlán de Quetzalcóatl en la Fracción II.



Gráfica 22. Cambio de uso de suelo urbano en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. Fuente: Elaboración propia.

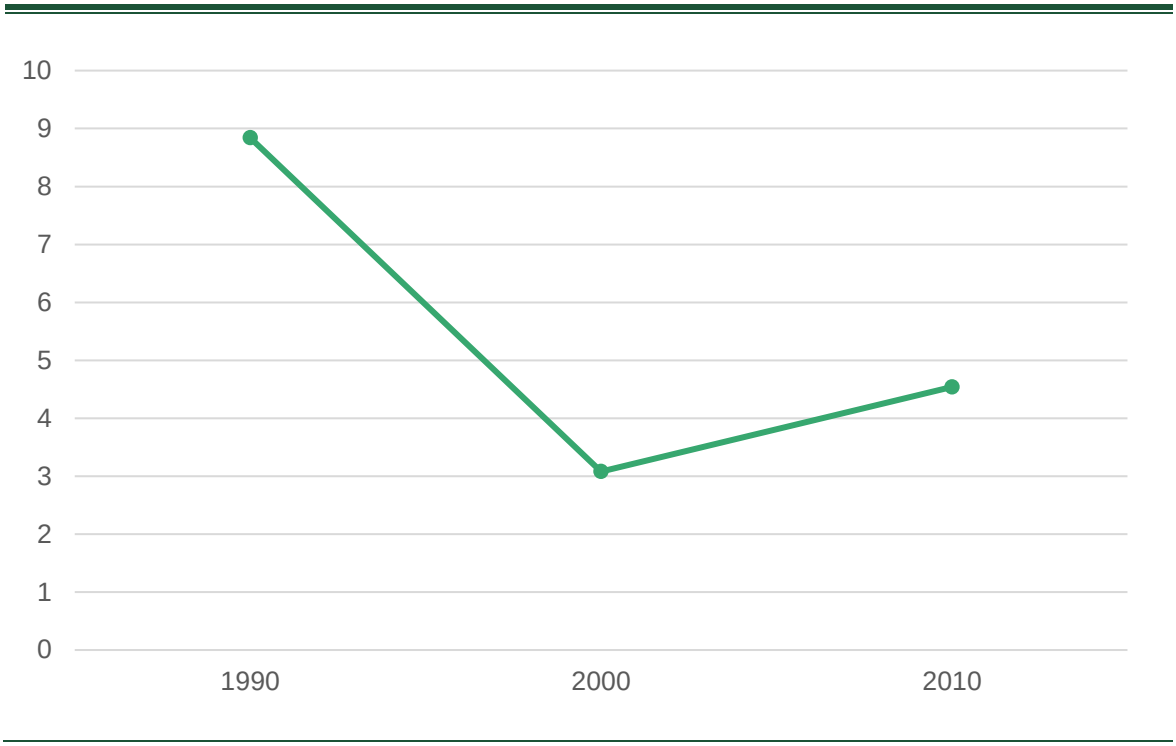
Por otro lado, la Gráfica 23 arroja que los cuerpos de agua presentan una variación en forma de pirámide, partiendo una superficie de 0.02 km^2 en 1990, mientras que para el año 2000 incrementó considerablemente su superficie a 0.10 km^2, con 39.66 unidades de aumento, no obstante, para el año 2010, ya había vuelto a los mismos valores de 1990 con una superficie de 0.02 km^2; obteniendo un promedio de variación mínimo de 1.75 unidades; una explicación plausible es la pérdida de cobertura boscosa a causa de la deforestación e incendios, lo cual disminuye su presencia, además del incremento en las actividades como la agricultura y ganadería que emplean grandes volúmenes de agua.



Gráfica 23. Cambio de uso de suelo cuerpo de agua en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el uso de suelo pecuario presentó un decremento considerable para el año 2000, la gráfica 23 muestra cómo disminuyó de 8.84 km^2 a 3.08 km^2 siendo sustituido por los usos urbano, pastizal y agrícola de manera ascendente respectivamente, la Fracción I es donde la reducción fue dado por la sustitución del uso urbano, agrícola y pastizal, mientras que en la Fracción II, su disminución se consideró por la expansión agrícola; una plausible explicación para el incrementó que tuvo en el año 2010 es la inversión pública destinada al sector ganadero a nivel estatal Ruiz (2017). En lo referente a este sector se observa que, contrario a la tendencia para el Estado de Morelos INEGI (2007) en donde esta actividad tiende a decrecer, en el ANP se aprecia un incremento gradual, mencionando el ganado bovino, caprino, ovino, equino, porcino y aviar.

Sin embargo, es necesario mencionar que el incremento de superficie pecuaria no quiere decir necesariamente que existió un mayor número de especies de ganado o de la actividad pecuaria, sino que también es resultado del sobrepastoreo que genera una compactación y erosión del suelo mismas que inhabilitan la potencialidad de éste e implicando que cada vez hay más superficie por animal.



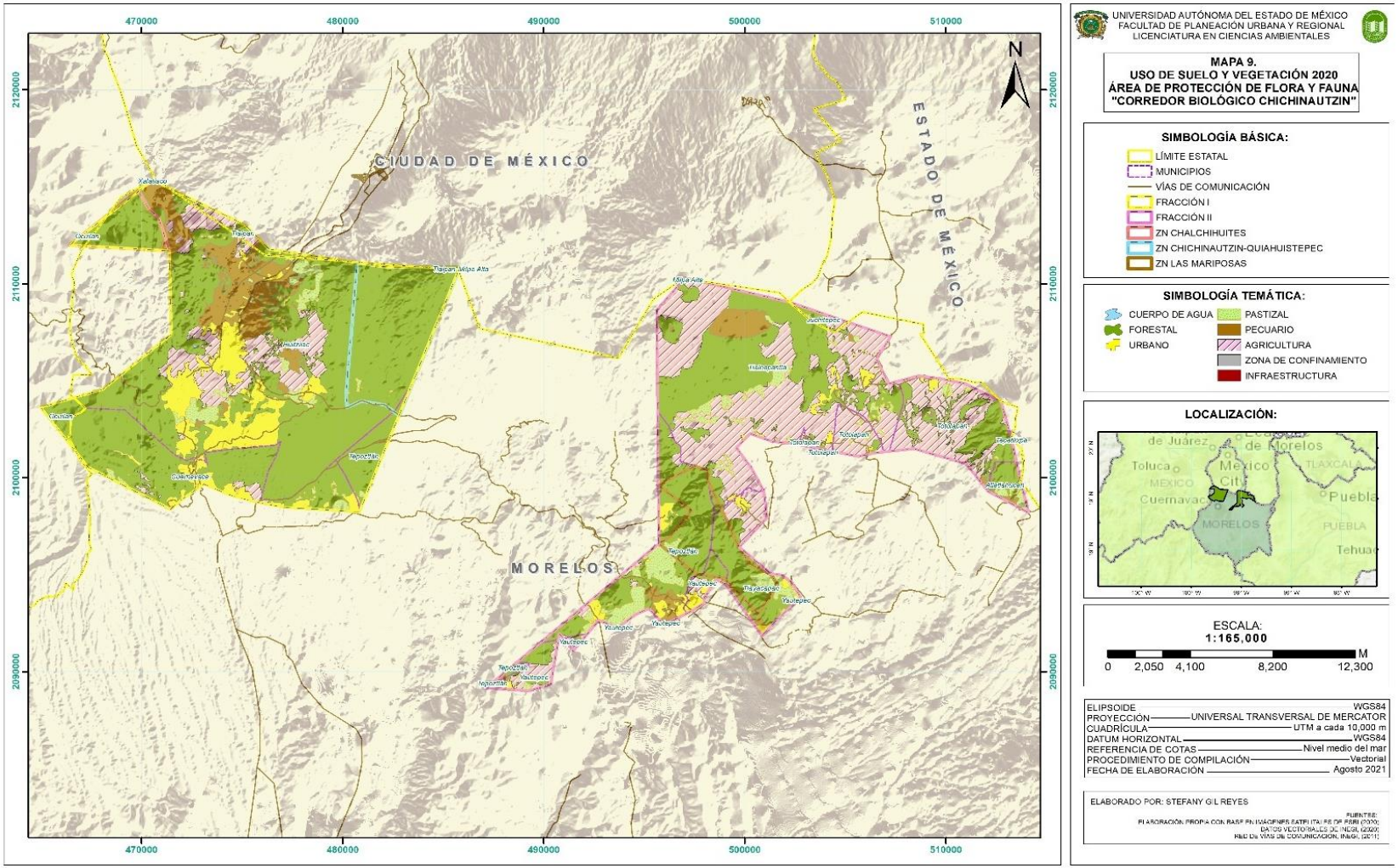
Gráfica 24. Cambio de uso de suelo pecuario en el Corredor Biológico Chichinautzin en 1990-2010. Fuente: Elaboración propia.

De manera general, durante el periodo de 1990-2010 se obtuvo que el uso de suelo con mayor reducción fue el forestal, con una pérdida de 40.99 km^2, la implicancia que tiene la pérdida de este uso repercute de manera directa en la provisión de servicios ecosistémicos y en los objetivos planteados para decretar la zona como ANP, en contraposición, se encuentra que el uso que tuvo un mayor incremento fue el agrícola con una ganancia de 28.18 km^2.

3.6 Análisis del cambio de uso de suelo mediante factores determinantes para el año 2020

Finalmente, el año 2020 permite conocer las condiciones actuales del ANP partiendo que, con el paso del tiempo y constatado durante el trabajo en campo se obtuvo que tanto la población como las autoridades locales han dejado a un lado la concepción del territorio como el Corredor Biológico Chichinautzin, en parte se encuentra la ausencia de un Programa de Manejo que sustente y genere canales de participación entre los distintos actores para garantizar el cumplimiento de los objetivos que decretaron el ANP,

por otro lado las condiciones socioeconómicas que por obtener ganancias en menor tiempo, ha proliferado la venta de terrenos y predios para la construcción de bienes inmuebles y además una expansión agrícola para el cultivo de nopal con carencia en su planificación, han conllevado a que un territorio que pretende conectar dos Parques Nacionales y contener la urbanización mediante actividades productivas sustentables presente índices de fragmentación considerables.



Mapa 9. Uso de suelo y vegetación del APFF Corredor Biológico Chichinautzin 2020. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12.

Usos de suelo y vegetación del COBIO para el año 2020.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	2020 (KM^2)	%
Agrícola	85.836	23.012
Urbano	29.295	7.854
Pastizal	19.474	5.221
Pecuario	24.987	6.699
Forestal	213.319	57.190
Cuerpo de agua	0.024	0.006
Zona de confinamiento	0.051	0.014
Infraestructura	0.013	0.003
TOTAL	372.93	100

Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2020, los usos de suelo pecuario, pastizal y urbano presentaron un incremento respecto a la superficie de la década pasada, mientras que el uso agrícola comienza a presentar disminución en superficie, seguido del uso forestal y finalmente se resalta la integración de un nuevo uso de suelo, correspondiente al de infraestructura, relacionado a las torres de electricidad que constituyen la provisión del suministro de energía eléctrica.

3.6.1. Uso forestal para el año 2020

El uso de suelo con mayor predominancia para el año 2020 es el forestal con una extensión total de 213.319 km^2. Es importante considerar que la superficie forestal continuó disminuyendo, respecto a la década anterior fue de -1.53 km^2, que parece ser un valor mínimo, sin embargo, contrastando este valor con el de 1990, disminuyó 42.532 km^2, lo cual representa una disminución de -1.662 unidades respecto a su cobertura inicial; de acuerdo a la interpretación de la metodología para la TCUS, este nivel representa un valor mínimo de perturbación, ya que es cercano a 0; si bien continúa presentando reducción es necesario considerar un par de aspectos: las campañas de reforestación las cuales han sido consideradas como una de las principales estrategias de restauración ecológica que implementan las autoridades municipales en las áreas que conforman parte del Corredor Biológico, no obstante posterior a su reforestación, se omite

su seguimiento propiciando plagas y enfermedades en las especies por lo que la cobertura forestal no representa necesariamente un ecosistema saludable.

Al norte de la Fracción I, la cobertura forestal regresó a su superficie inicial en un periodo de 30 años transitando de una predominancia agrícola a una forestal, siendo un cambio de uso de suelo positivo, un aspecto válido es la lejanía y falta de vías de comunicación existentes en la zona respecto a las de asentamientos humanos, por lo que se opta por abandonar los terrenos con baja productividad agrícola, esto genera una reestructuración natural del entorno. No obstante, la restauración ambiental no solo considera la superficie boscosa, sino que también se debe evaluar su efectividad ecosistémica, en pocas palabras, cantidad no siempre es calidad.

Como Vargas (2018) subraya, la localidad de Coajomulco se destaca por ser una localidad que percibe y gestiona sus recursos como un bien común a través del aprovechamiento, protección y restauración de sus recursos naturales, a través de campañas de reforestación, educación ambiental enfocada al uso de sus recursos naturales, la protección de flora y fauna etc. Por estos motivos, al norte de la localidad se presencia una considerable restauración de la vegetación secundaria inducida.

Mientras que, al sur del extinto volcán "Los Cardos" de la Fracción I, al noroeste, la restauración del uso forestal debe en medida por el abandono de tierras dedicadas con anterioridad a la agricultura y a la ausencia de vías de comunicación a éstas, sin embargo, al sureste de la zona, la actividad realizada por los talamontes se convierte en una zona de alto riesgo de amenaza por la actividad de tala ilegal ya que la deforestación es una de las principales amenazas del COBIO, y que es una actividad que continúa realizándose; por este motivo los pastizales inducidos crecen abruptamente por la región, quedando los bosques aislados en la cima de las montañas, reflejando una disminución de 6.822 km^2 de cobertura forestal en la Fracción I en un periodo de 30 años.

Finalmente, al sureste de la Fracción I, se presentan mezclas de uso de suelo por parte de la capital morelense, encontrando al suroeste, asentamientos urbanos como cabañas con fines recreativos, mientras que al sur y sureste la expansión urbana en conjunto con la agrícola y pastizal es parte del crecimiento demográfico que ha presentado Cuernavaca,

ocasionando una transformación en el paisaje de manera abrupta. Obteniendo 136.42 km^2 de cobertura forestal en dicha fracción.

Por otro lado, en la Fracción II, la superficie ocupada por la cobertura forestal es de 76.89 km^2, teniendo una disminución de 31.43 km^2 respecto a 1990, sin embargo, al sur se destaca un crecimiento en la superficie forestal, e inclusive la generación de unas nuevas áreas boscosas como resultado del abandono de tierras pecuarias, no obstante, mientras avanzamos hacia el noreste del municipio de Yautepec las actividades agropecuarias fragmentan el uso forestal; a los rededores de la zona núcleo "Las Mariposas" ocurre una intensificación agrícola, comenzando a aislar la zona núcleo del resto de las áreas boscosas que hacen parte del Corredor Biológico.

3.6.2. Uso agrícola para el año 2020

El siguiente uso de suelo con mayor predominancia es el agrícola, ocupando una extensión total de 85.836 km^2 sufriendo una disminución de -39.68 km^2 con valor de -3.162 unidades respecto al 2010, gran parte de estos terrenos anteriormente agrícolas comienzan a ser ocupados por el urbano y el pecuario, cabe destacar que esta reducción es vista de manera diferenciada en cada periodo generando aumentos y disminuciones constantes.

En la Fracción I la superficie agrícola pasó de 43.75 km^2 en el año 2010 al 18.22 km^2 para el 2020 disminuyendo 25.52 km^2, en dicha fracción el uso agrícola fue mayormente sustituido por el uso urbano y el pecuario.

INEGI (2019), demuestra cómo la Fracción I se dedica al terciario, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Huitzilac fueron Comercio al por Menor (514 unidades), Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (211 unidades) y el de Industrias Manufactureras (132 unidades). Representando en su totalidad al sector terciario, dejando a un lado el sector primario. Finalmente, al sur de la Fracción I el uso urbano se conjunta con el agrícola, siendo la única presencia existente en esta zona.

Sin embargo, en la Fracción II, la zona agrícola aumentó en superficie 12.722 km^2, no obstante, la actividad primaria ya no es representativa, el sector terciario ocupa un 55.8%,

el sector secundario representa el 29.9%, mientras que el sector primario ocupa solamente un 14.3% de acuerdo con el Ayuntamiento de Yautepec (2019); esto quiere decir que el aumento en superficie no implica necesariamente un crecimiento económico en dicha actividad, por otro lado, el municipio de Tepoztlán es el que actualmente cuenta con mayor afluencia turística, además de un crecimiento de 32.1% poblacional respecto a la década anterior (INEGI, 2020); por su parte el sector agrícola presenta una baja producción por lo que las parcelas empleadas es baja en producción para consumo personal entre los principales se encuentran: maíz, frijol, calabaza y chiles representando una mínima extensión dentro del municipio.

Al sureste de la Fracción II se encuentra Tlayacapan donde la localidad de San José de los Laureles es la que mayor actividad agrícola representa la principal actividad económica destacando cultivos de maíz, frijol, jitomate y tomate; en los años resientes el cultivo de nopal ha tomado mayor relevancia económica siendo el producto que más se cultiva, siendo el principal uso de suelo presente en el municipio de Tlayacapan.

Por otro lado, al norte de la Fracción II, dentro del municipio de Tlalnepantla, predomina de igual manera el cultivo de nopal, siendo de producción relevante en el municipio generando un reconocimiento a nivel nacional e internacional, abasteciendo principalmente a la Ciudad de México, además de tener presencia internacional exportando el producto a Estados Unidos, además se encuentran cultivos de aguacate, durazno, pera, níspero, membrillo, nogal, maguey, etc. Siendo una extensión considerable y además de baja transformación en su uso de suelo. De igual manera, ocurre en el municipio de Totolapan, donde la actividad agrícola es de mayor predominancia en los ingresos económicos municipales, además el municipio de Totolapan se destaca por la diversificación existente en sus cultivos asociados con la milpa y encontrando productores que asocian el maíz con el aguacate, las técnicas agrícolas empleadas generan un mínimo impacto en los suelos destinados a esta actividad y siendo un conocimiento heredado generación tras generación. Finalmente, al sureste de la Fracción II, en el municipio de Atlatlahucan, la cobertura agrícola es nula, debido a que su relieve impide el desarrollo de actividades antrópicas.

3.6.3. Uso pecuario para el año 2020

El uso de suelo pecuario cubre 24.98 km^2 para el año 2020, teniendo mayor predominancia al norte de la Fracción I, entre las localidades de Fierro del Toro y Tres Marías en las áreas donde previamente existían zonas agrícolas; es mezclada con el uso urbano con nuevas localidades.

La Fracción I tiene un aumento superficial de 17.89 km^2 respecto a la década anterior, una plausible explicación es la transición en la actividad agrícola para las actividades pecuarias, de pastizal y urbanas, de igual manera, en el centro de la Fracción I la actividad agrícola es ocupada por los distintos usos de suelo, teniendo como el de mayor expansión, el urbano, seguido del pastizal y continuando con el pecuario.

Mientras que el uso pecuario localizado al noroeste de la Fracción I es producto de los incendios forestales que han ocurrido en el ANP en las recientes fechas, García (2021) reporta que, durante el periodo de enero a abril del 2021, 1,221 ha del Corredor Biológico sufrieron de incendio forestal, siendo la octava ANP con mayor superficie afectada. Los vecinos de Huitzilac son los mismos que combaten los incendios forestales, sin embargo, en notas periodísticas 24 Morelos y Aristegui Noticias (2021) se hace hincapié en las amenazas que han recibido por parte de los talamontes, dando un panorama de incendios forestales provocados. Esta área de pastizal es la más cercana al Parque Nacional Lagunas de Zempoala, donde se encuentra un paraje denominado "La Gloria" y que fue un incendio con una prolongada duración.

Las áreas pecuarias localizadas al centro de la Fracción I se encuentran mezcladas con el uso urbano y pastizal, siendo la zona con una mayor mezcla de usos de suelo, que respecto al año 1990 existía un uso agrícola, esto arroja que el pecuario le procede al agrícola.

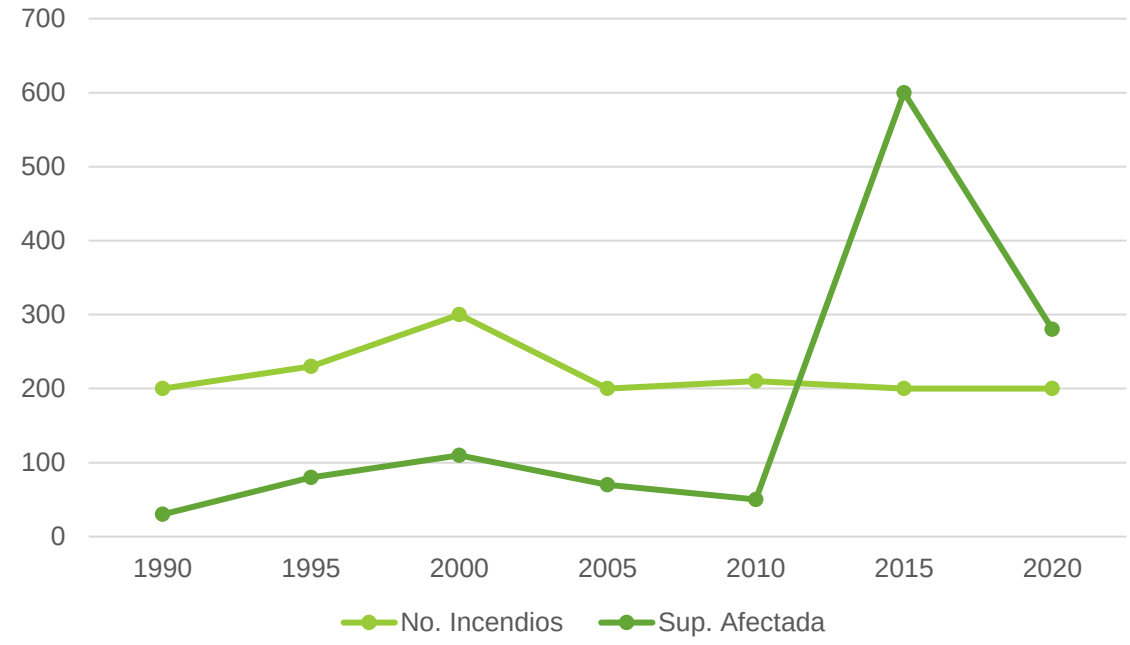
Al norte de la Fracción II el uso de suelo pecuario se encuentra mezclado con el forestal, como transición de cambio, un aspecto importante para tener en cuenta es la reducción del uso pecuario en la década anterior siendo ocupado por uso forestal.

3.6.4. Uso pastizal para el año 2020

El pastizal inducido es producto del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien en terrenos que se incendian con frecuencia, diversas son las causas que han conllevado a un aumento del 16.90% en la cobertura superficial durante las 3 décadas, destacando un notable incremento durante el periodo 2010-2020, pasando de 7.07 km^2 de cobertura a 19.47 km^2.

Una de las principales amenazas que presionan al COBIO son los incendios forestales, para darle pie a las actividades agropecuarias mediante los como producto de una falta de sinergia institucional, a través de programas como: Programa para el Campo (PROCAMPO) el cual es llevado anualmente, donde la retribución económica se atribuye a la conversión del terreno en tierras de cultivo de maíz o el Programa Crédito Ganadero dirigido a pequeños productores a través de la entrega de bovino y recuperación de crías, dichos programas son un ejemplo de la falta de sinergia con las instituciones de conservación de los recursos naturales, como la CONANP o la SEMARNAT.

La gráfica 25 muestra como el COBIO es de alta vulnerabilidad ante los incendios forestales, factores como: la gran extensión de pastizales, sequías prolongadas y la presencia de fogatas son desencadenantes de estos incendios con temporada anual entre marzo a mayo obteniendo un promedio de 220 incendios por lustro, mismos que hasta el año 2010 presentaba una tendencia similar a la superficie afectada, obteniendo en promedio 68 hectáreas afectadas, no obstante, para el año 2015 y 2020 la superficie afectada fue mayor al número de incendios, de 600 y 280 hectáreas respectivamente mismo que se ve reflejado en el incremento de los usos pastizal y pecuario.



Gráfica 25. Número de incendios y superficie afectada en Morelos 1990-2020. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2021.

3.6.5. Uso urbano para el año 2020

El uso de suelo urbano aumentó considerablemente, abarcando una superficie total de 29.295 km^2, con un aumento total de 67.809 unidades, este valor representa que incrementó en más de la mitad respecto a su superficie inicial, siendo el tercer uso de suelo con mayor expansión (sólo por detrás de la zona de confinamiento), la tendencia a la urbanización está dándose a través de la conurbación entre las principales localidades las cuales son: Huitzilac, Tres Marías, Coajomulco, el norte de Cuernavaca y la zona de fraccionamientos; sin embargo, para el año 2020, la localidad Fierro del Toro incrementó considerablemente generando mezclas de uso de suelo con el pecuario, derivado de su actividad económica principal la cual es la agropecuaria y además surgieron nuevos asentamientos urbanos, que, de acuerdo a su distribución espacial, sigue la secuencia de la autopista México-Cuernavaca, ésta se extiende de norte a sur y viceversa, las vías de comunicación son un factor clave en la urbanización, debido a que facilita la movilización para los habitantes y además, la provisión de servicios básicos, no obstante, la ubicación geográfica de las localidades menores de 2,500 habitantes se relaciona con su grado de marginación enfrentando mayores rezagos, por lo que la autopista facilita el

flujo vehicular entre la Ciudad de México y Cuernavaca. Finalmente, al sur de la Fracción I se presentan nuevos asentamientos urbanos por parte de Cuernavaca, con 3.65 km^2 distribuidos en diversas ocupaciones territoriales, al suroeste predominan las cabañas con fines recreativos y turísticos, mientras que los asentamientos que se expanden de sur a norte son resultado de la conurbación entre Huitzilac y Cuernavaca; una característica importante por mencionar es que los asentamientos ubicados al sureste presentan la misma tendencia que la del suroeste, por la cercanía a los bosques, se convierten en zonas para recibir turismo recreacional.

En la Fracción II se observa en el municipio de Totolapan a la localidad Villa Nicolás Zapata, donde los asentamientos humanos se presentan son dados en donde previamente existía zona agrícola, encontrando además la presencia de un fraccionamiento de años recientes, la venta de lotes y las obras en proceso de nuevos asentamientos. De otra forma, en Yautepec se han expandido los asentamientos humanos donde previamente predominaba el uso agrícola y el pecuario, siendo estos de transición y antecedente para el establecimiento del urbano; el Ayuntamiento de Yautepec (2019) describe que estas áreas son de baja aptitud urbana, descritos como asentamientos irregulares y que han ocasionado conflictos territoriales.

En lo que refiere a las incidencias en las actividades productivas, se documenta que el sector terciario es el de mayor incidencia en el municipio de Huitzilac y que el crecimiento en los asentamientos urbanos es resultado de la búsqueda de nuevas formas de generar ingresos económicos a través de restaurantes para los turistas.

De igual manera, la Fracción II del Corredor Biológico presenta una expansión urbana, predominando al oeste en el municipio de Tepoztlán, donde se localizan 5 nuevas localidades respecto a la década anterior, la principal actividad económica es la de servicios con fines turísticos, debido a que dentro de ellas podemos encontrar balnearios, fincas o albercas.

Por otro lado, al sur de la Fracción II, la localidad presente del municipio de Yautepec muestra un crecimiento lento, donde el contraste socioeconómico es distinto, encontrando asentamientos en zonas de riesgo por deslave; de igual manera, el crecimiento urbano que

presenta Tlayacapan es poco representativo en cuanto a expansión. Esto puede generar una comparación respecto a las condiciones sociales con contrastes en la que se contextualizan las distintas localidades dentro del ANP.

En años recientes se ha generado una tendencia residencial en la afluencia de fraccionamientos con cercanía a la naturaleza buscando una lejanía de la vida acelerada y caótica de las ciudades. El fenómeno se intensifica aún más en el ANP debido a que es la zona boscosa con mayor cercanía entre la Ciudad de México y a Cuernavaca y que sus habitantes han migrado a esta zona.

El COBIO ha presentado tendencias de urbanización encaminadas a la construcción de fraccionamientos, que, de acuerdo con notas periodísticas Diario de Morelos (2017) e informes de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (2018) se han clausurado bienes inmuebles, ya que los cambios de uso de suelo no cuentan con autorización por parte de la SEMARNAT, sin embargo, es relevante destacar que los habitantes han alertado de la construcción de estos en las áreas con menor perturbación antrópica y no han obtenido respuestas y atención continúa por parte de la autoridad competente.

3.6.6. Cuerpos de agua para el año 2020

En lo que concierne los cuerpos de agua, no tuvo variación entre 2010 y 2020 abarcando para este último año una superficie de 0.02 km^2 el COBIO es de alta relevancia de recarga de mantos acuíferos, mismos que proveen a las dos grandes urbes que se localizan al norte y sur, la Ciudad de México y Cuernavaca respectivamente para cubrir sus necesidades económicas como domésticas; no obstante pareciera que la importancia radica más en la provisión de las grandes urbes, ya que el 78.13% de la población local para 2020 cuenta con agua potable como servicio básico y que por la cercanía a este recurso su cobertura debe ser mayor.

Además, recarga de mantos acuíferos se ven presionados por el cambio de uso de suelo, debido a que el desmonte ocasiona que el agua proveniente de la lluvia no se infiltre en el subsuelo y genere fenómenos como deslaves o inundaciones.

3.6.7. Zona de confinamiento para el año 2020

La zona de confinamiento se localiza al norte del Volcán Tezontle, y para el 2020 abarca una extensión de 0.051 km^2, Paredes (2019) mediante El Sol de Cuernavaca alerta sobre la existencia de 24 tiraderos a cielo abierto en el Estado de Morelos, siendo el que se encuentra dentro del Corredor Biológico uno de esos y que el Ayuntamiento de Huitzilac (2019) y las autoridades estatales no encuentran colaboración para la clausura de estos; a pesar de que el Ayuntamiento de Huitzilac (2010) resaltó que durante esa administración el H. Ayuntamiento y el Gobierno Estatal firmaron un convenio de colaboración administrativa para realizar el Proyecto Ejecutivo de Remediación y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos Municipales el cual tiene como finalidad la instalación de un relleno sanitario que cumpla con los requerimientos en la NOM-083-SEMARNAT-2003. Mismo que hasta el 2020 no ha sido atendido y continúa en crecimiento.

Las actividades y obras que pretendan realizarse debe apegarse a la sección V de la LGEEPA, además de consultar la legislación aplicable en el municipio y estado correspondiente, la planeación urbana, en la que se establecen los distintos usos de suelo de las diferentes zonas del municipio y el Programa de Manejo del ANP, sin embargo, el desconocimiento y falta de estos instrumentos por parte de los actores determinantes, ha destinado a la venta ilegal de estos predios para la construcción de viviendas convirtiéndose en una amenaza por el crecimiento demográfico que conlleva esta actividad; generalmente estos terrenos son vendidos a gente de fuera, quienes desconocen las regulaciones del COBIO.

La problemática existente en el cambio de uso de suelo es una consecuencia de la falta de sinergia interinstitucional respecto a los proyectos gubernamentales entre las 3 autoridades, municipal, estatal y federal, sin embargo, las causas son distintas, las cuales continuarán discutiéndose.

3.7 Tasa de cambio de uso de suelo 1990-2020

Finalmente, la tasa de cambio de uso de suelo que comprende el periodo inicial como el final permite brindar un contraste más generalizado sobre los procesos de cambio de uso de suelo, destacando el uso urbano como el de mayor expansión

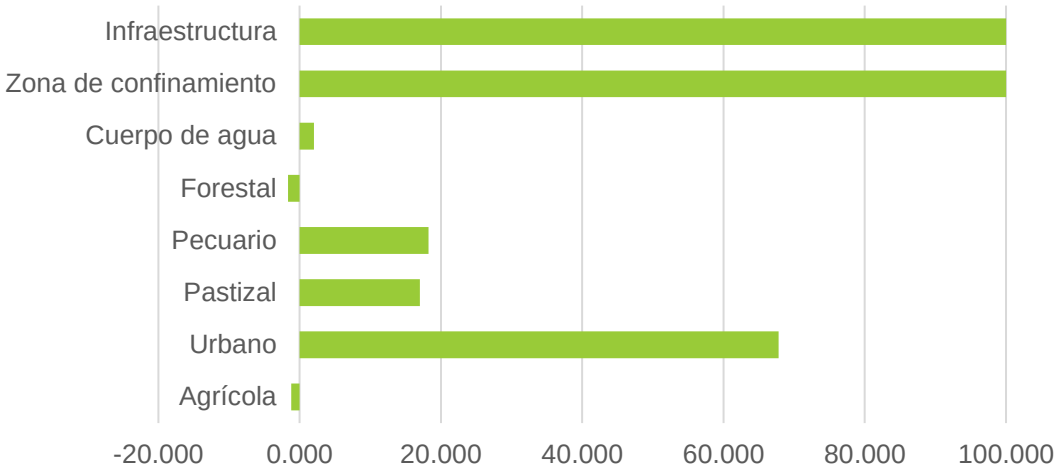
superficial, creciendo 25.53 km^2 con un promedio de variación representativo de 67.80 unidades; mientras que el uso forestal fue el que presentó mayor reducción, perdiendo 42.53 km^2 y que corresponde a -1.66 unidades, mínimas pero representativas en un territorio que es concebido como Área Natural Protegida y la cobertura forestal debe mantenerse o aumentar.

Tabla 13.

Tasa de cambio de uso de suelo 1990-2020.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	1990 (KM^2)	2020 (KM^2)	DIFERENCIA EN KM^2	PROMEDIO DE VARIACIÓN
Agrícola	97.338	85.836	-11.502	-1.182
Urbano	3.765	29.295	25.530	67.809
Pastizal	7.207	19.474	12.267	17.021
Pecuario	8.841	24.987	16.146	18.262
Forestal	255.851	213.319	-42.532	-1.662
Cuerpo de agua	0.020	0.024	0.004	2.030
Zona de confinamiento	0	0.051	0.051	100
Infraestructura	0	0.013	0.013	100
TOTAL	373.02	373.02		

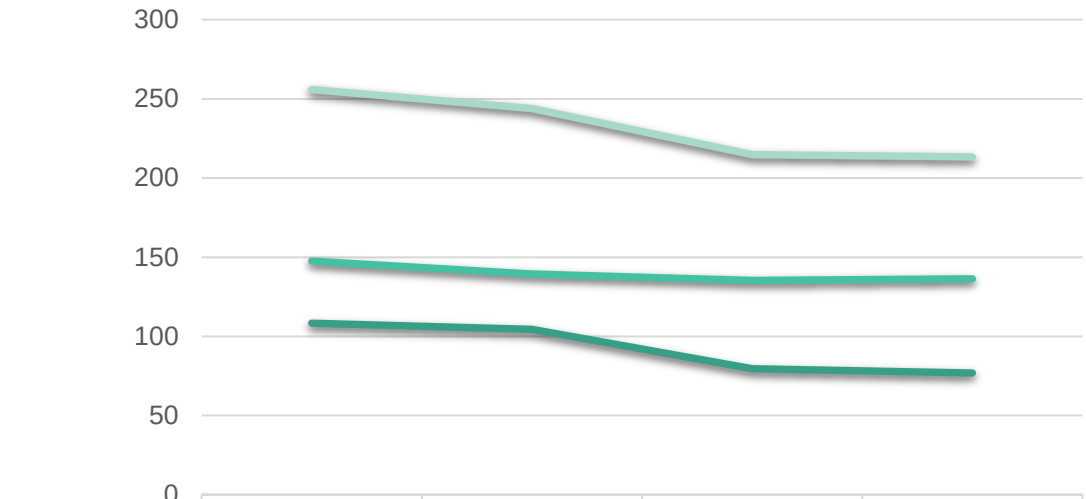
Fuente: Elaboración propia.



	Agrícola	Urbano	Pastizal	Pecuario	Forestal	Cuerpo de agua	Zona de confinamiento	Infraestructura
Promedio de variación	-1.182	67.809	17.021	18.262	-1.662	2.030	100	100

Gráfica 26. Promedio de variación de la tasa de cambio de uso de suelo de 1990 al 2020. Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 26 se representa el cambio que presentó cada uso de suelo durante el periodo de 30 años, distinguiendo en grandes rasgos que los usos de suelo que presentaron un decremento fueron el forestal seguido del agrícola, con una pérdida de -1.66 y -1.18 unidades respectivamente, arrojando resultados de pérdida muy similares entre sí, por otro lado, la zona de confinamiento y de infraestructura aumentaron 100 unidades, esto a raíz del aumento poblacional que ha presentado el ANP y por ende, la demanda de servicios básicos.



	1990	2000	2010	2020
CB	255.85	243.84	214.85	213.32
Fracción I	147.52	139.39	135.34	136.43
Fracción II	108.32	104.45	79.51	76.89

Gráfica 27. Superficie forestal en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 27 muestra que a lo largo del periodo de estudio el uso forestal ha presentado una disminución constante y total del 42.53 km^2 en superficie y -1.66 unidades; obteniendo que para 1990 la superficie forestal representaba el 68.58% del COBIO con 255.85 km^2, pasando a 243.84 km^2 en el año 2000, continuando con 214.85 km^2 y para el año 2020, éste disminuyó a 213.32 km^2 siendo el 57.18% transformado principalmente en agricultura, pastizales y zonas urbanas, no obstante, el fenómeno fue distinto en ambas fracciones.

Como parteaguas en los procesos de fragmentación a inicios de 1990 se encuentra que en la Fracción I hay tres carreteras, que se extienden de norte a sur (México-Cuernavaca), al oeste de la misma carretera se desprende una secundaria que conduce a la ciudad de Toluca; paralelamente a la libre 95, se encuentra la carretera de cuota que se dirige directamente al municipio de Tepoztlán.

Por un lado, en la Fracción I, la reducción total ha sido de 11.09 km^2, no obstante, es importante considerar que durante el periodo 2010-2020 incrementó 1.08 ha por las actividades de restauración ambiental; no obstante a la par se presenta una tendencia de

crecimiento urbano en las localidades de Real Montecassino y las pertenecientes a Cuernavaca, ubicadas al sur de dicha Fracción; esto como respuesta al desarrollo inmobiliario que brinda un concepto de "desconexión en la naturaleza" y que además la facilidad en la venta de lotes y predios dentro de esta zona ha fomentado la urbanización; por lo que se ha mostrado una tendencia de abandono de tierras agrícolas para la venta de éstas; ya que, a corto plazo resulta más redituable, estos datos deben ser interpretados con cautela, como resultado de la superposición de dominios en los bienes comunales que abarcan mayormente al municipio de Huitzilac y ayuntamientos municipales, ha generado conflictos sociales y económicos para los originarios de la zona y por ende, en los principios de conservación enmarcados en el Decreto y el Programa de Manejo del ANP.

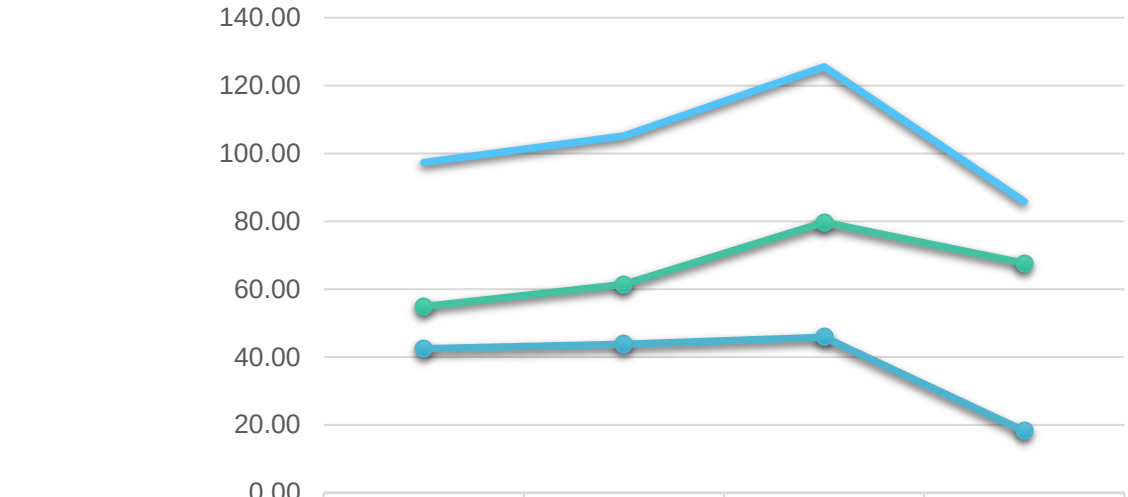


Figura 28. Venta de terrenos a pie de carretera en la Fracción I. Fuente: Fotografía propia.

Por otro lado, al sur de la Fracción II se destacan dos carreteras, al sur la de Tepoztlán-Yautepec y la de Tepoztlán-Cuautla, fraccionando paralelamente esa área, al centro se encuentra la carretera Oaxtepec que cruza de norte a sur y se divide en dos carreteras secundarias las cuales dan paso a los asentamientos urbanos; finalmente, al oriente de la Fracción II en menor proporción se encuentra la carretera 115D.

La Fracción II ha transformado su superficie forestal en actividades agrícolas y pecuarias, mismas que se reflejan en la figura 28 en su constante decremento, las actividades productivas de la zona responden a las necesidades de la población y que, por la falta de subzonificaciones de protección y productivas ocasiona un desequilibrio en los

ecosistemas presentes en el ANP y que la mayor reducción forestal se ha presentado en esta Fracción, con una pérdida total de 31.43 km^2, además, durante la visita en campo en Tlayacapan y Tepoztlán, los habitantes mencionaban que desconocían el Corredor Biológico y en mayor respuesta mencionaron que el Corredor Biológico lo conforman las montañas que rodean los municipios y de donde provienen las corrientes de agua, no obstante, se mostraban indiferentes ante ello, ya que no representa algún sustento económico de manera directa para la población.



	1990	2000	2010	2020
CB Chichinautzin	97.34	105.20	125.55	85.83
Fracción I	42.45	43.75	45.84	18.22
Fracción II	54.89	61.45	79.71	67.61

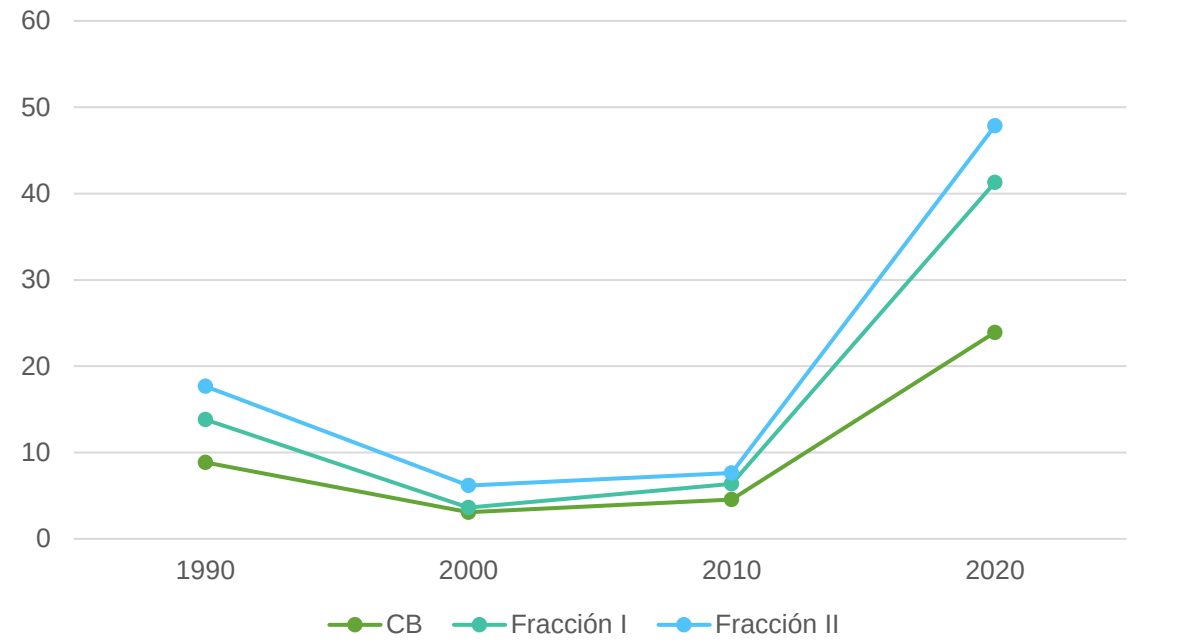
Gráfica 28. Superficie agrícola en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la *Gráfica 2* demuestra que el uso de suelo agrícola ha tenido una reducción general de 11.51 km^2, con un promedio de variación de -1.18. Escalante *et. al.* (2007) afirman que el sector agropecuario, a comparación del resto, es caracterizado por un menor ritmo de crecimiento, con una mayor frecuencia de períodos de contracción, así como una mayor volatilidad que incrementa el riesgo en la producción. Actualmente, los subsidios a la agricultura en México se destinan principalmente a los grandes agricultores, siendo el sector mayor sujeto a las regulaciones de Estado, mientras que en la Fracción I la agricultura realizada es de carácter doméstico, en la Fracción II los habitantes dependen mayormente de esta actividad.

En la Fracción I tuvo una considerable disminución durante el periodo 2010-2020, siendo de 27.63 km^2, en promedio perdió 24.23 km^2 esto a raíz del continuo incremento en el proceso de urbanización y, por ende, el crecimiento demográfico el cual requiere de la satisfacción de sus necesidades, entre ellas la alimenticia, donde el sector agrícola se debe ajustar a las condicionantes del mercado internacional, siendo uno de tipo exportador lo cual concentra una menor cantidad de productores.

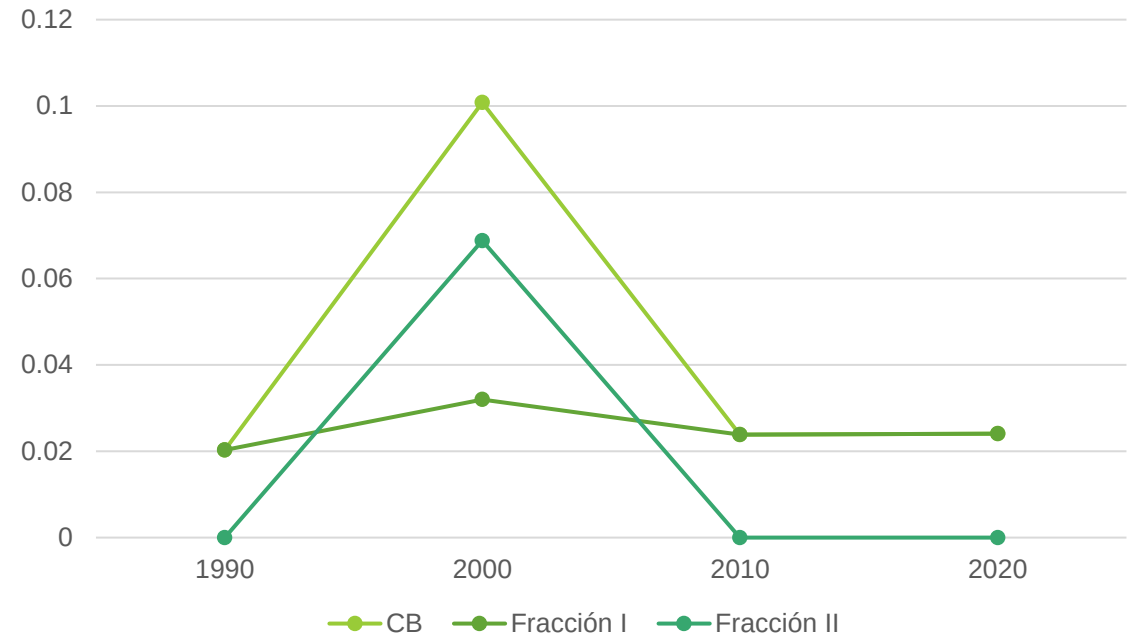
Por otro lado, la Fracción II presentó mayor superficie a la inicial, que durante el periodo 2000-2010 incrementó 18.26 km^2, no obstante su reducción para el periodo 2010-2020 (12.1 km^2) generó un menor crecimiento general siendo de 12.72 km^2, es importante señalar que la mayor superficie agrícola de Morelos se concentra principalmente en los municipios de Totolapan y Tlalnepantla, pertenecientes al COBIO, mismos que son caracterizados por su alta producción nopalera, pero su reducción entre los años 2010-2020 comienza a generar una tendencia distinta a la que había manejado desde 1990, por lo que es relevante explorar la dinámica de este uso y su repercusión en la población para los años posteriores.

Mientras que las tendencias en superficie agrícola del Corredor Biológico, en general se encuentra en decremento superficial; en la Fracción I ha disminuido sustancialmente la actividad agrícola a partir del año 2010, por otro lado, en la Fracción II, la misma ha aumentado ello como resultado de la alta productividad nopalera por parte del municipio de Tlalnepantla y Totolapan.



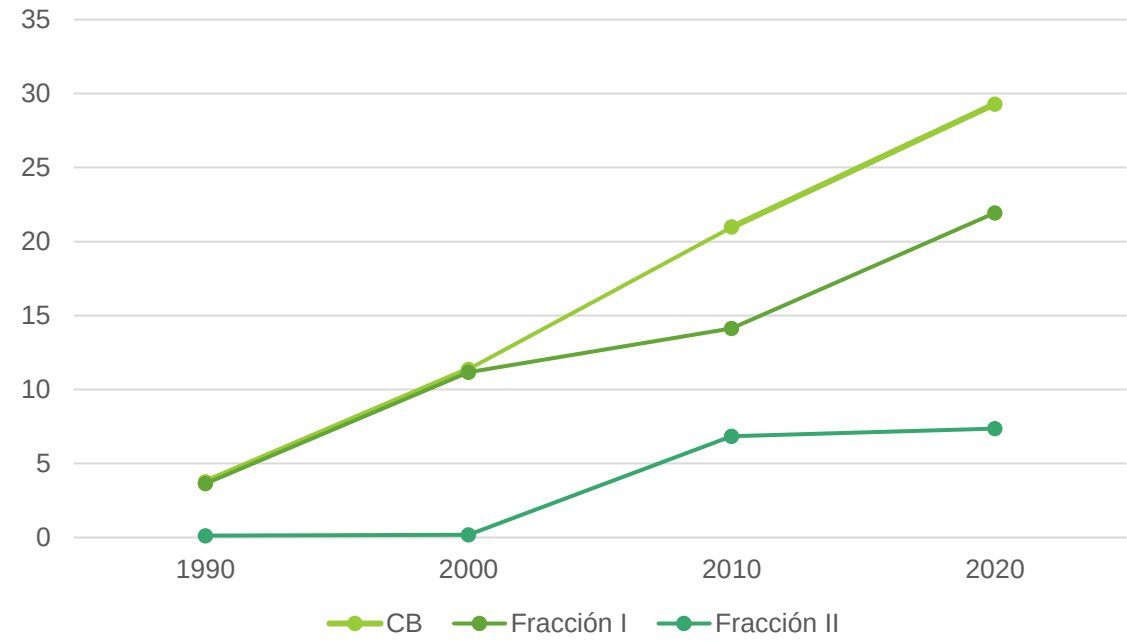
Gráfica 29. Superficie pecuaria en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

La *Gráfica 29* representa la dinámica en superficie del uso pecuario, de manera general obtuvo un incremento de 16.14 km^2 con un promedio de variación de 18.26 unidades; para el año 2000 obtuvo sus valores mínimos con 3.08 km^2 ya que fue sustituido por el uso agrícola en ese año. Sin embargo, el aumento superficial que tuvo el pecuario del año 2010 al 2020 de 20.44 km^2 como resultado de los incendios forestales los cuales se han intensificado en los recientes años, otra posible causa es la deforestación para adecuar el terreno y dar pie al uso urbano mediante los bienes inmuebles y la expansión en la infraestructura vial que comienza a transformar los usos de suelo y que a lo largo del periodo de investigación el uso urbano ocupó el pecuario, partiendo que es el uso de suelo que le precede es el urbano y el abandono de terrenos agrícolas.



Gráfica 30. Superficie de cuerpo de agua en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 30 arroja de manera general, un mínimo cambio en 1990 cubrían 0.020 km^2 mientras que para el 2020 su superficie es de 0.024 km^2 con un promedio de variación de 2.03; un aspecto importante es que el año de mayor superficie fue el 2000 con 0.10 km^2, mismos que se distribuyen en las zonas de mayor altitud como los cerros, su disminución es debido a que estas zonas han sido ocupados por la actividad agrícola repercutiendo en uno de los objetivos en el decreto del Corredor Biológico que menciona la preservación de estas zonas, a nivel antrópico, los cuerpos de agua son utilizadas para la agricultura de riego y para el ganado, sin embargo, la utilización de éstas solamente por temporadas, ya que durante el trabajo en campo se constató que en época de estiaje los habitantes deben acarrear el agua para sus cultivos. Por otro lado, el volcán Chichinautzin es el que menor perturbación ha presentado, esto debido a que se localiza dentro de la zona núcleo Chichinautzin-Quiahuistepec.



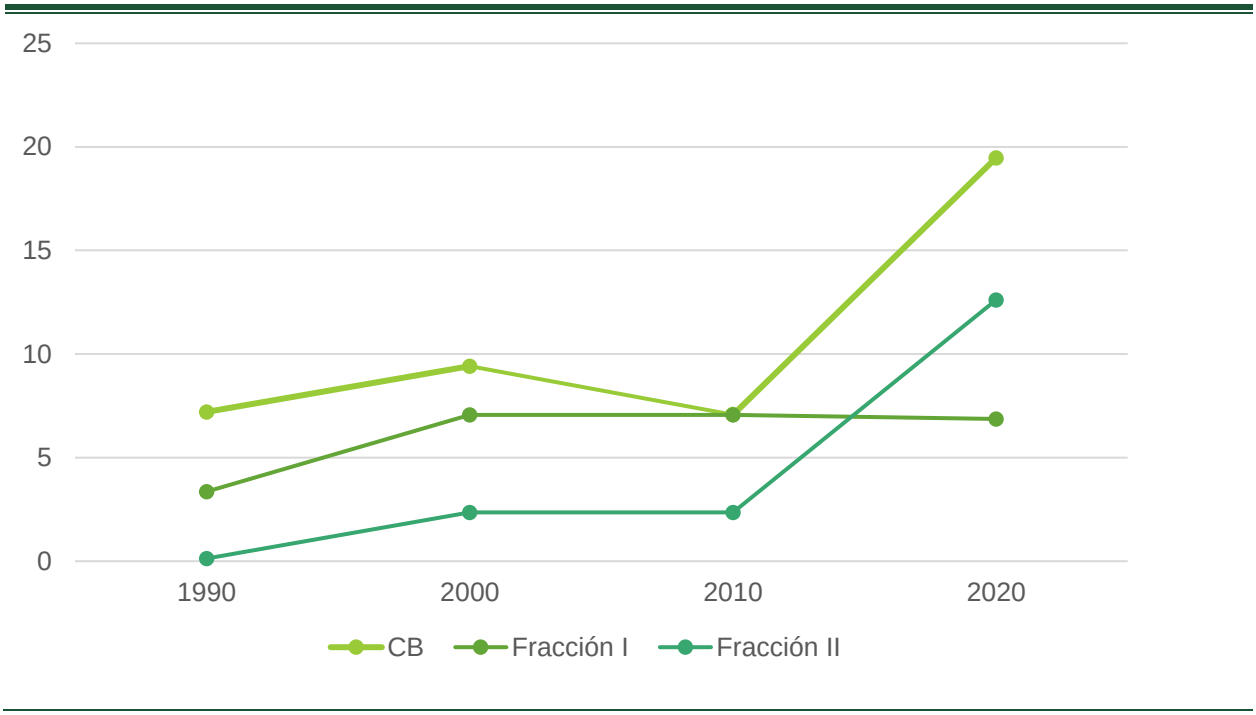
Gráfica 31. Superficie urbana en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la gráfica 31 representa cómo el uso urbano ha presentado un crecimiento lineal, pasando de 3.76 km^2 en 1990 a 11.37 km^2 en el año 2000 continuando en expansión casi al doble de superficie con 20.97 km^2 en el 2010, finalmente para el 2020 con 29.29 km^2 aumentando así aproximadamente 8 veces su superficie inicial con un incremento de 67.80 unidades y con mayor crecimiento en la Fracción I a raíz de la demanda inmobiliaria de la zona que responde al fenómeno de revalorización de la vida rural por parte de las poblaciones urbanas, reflejadas en la elección de la zona rural como lugar de residencia; en contraste con la Fracción II que a pesar de tener un incremento considerable del 2000 al 2010, éste se ha expandido en menor medida.

Si bien, el crecimiento poblacional es un hecho, que cada persona debe contar con una calidad de vida digna y que las ciudades continuarán expandiéndose, el crecimiento del uso de suelo urbano que se ha dado en la zona de estudio no ha sido planificado convirtiéndose en un obstáculo para la prestación de los servicios públicos, por un lado, se venden terrenos con los servicios básicos incluidos, por otro lado, los originarios de la zona

no cuentan con todos los servicios, principalmente en el drenaje y agua, mismo que fue constatado durante el trabajo en campo.

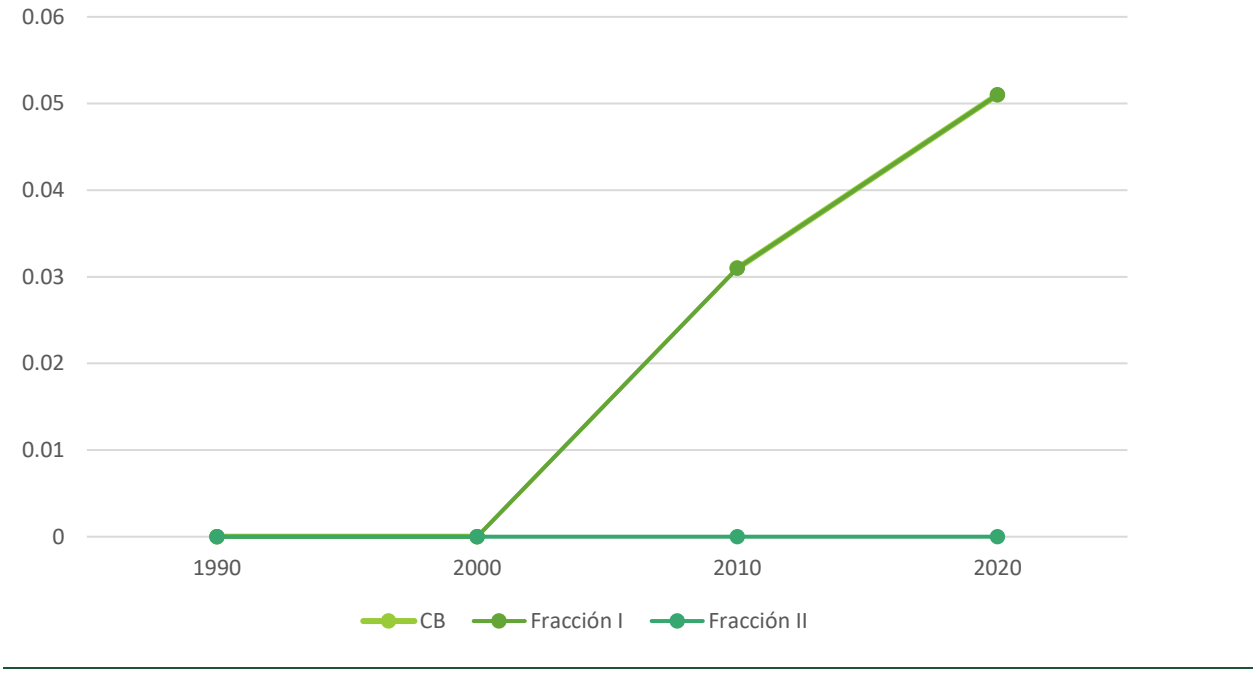
La infraestructura hace referencia al incremento poblacional que ha habido en los últimos 30 años dentro del ANP, lo cual se traduce en una mayor demanda de servicios básicos, como lo es la cobertura de energía eléctrica, siendo el servicio con el que más han contado los habitantes del ANP, se tenía registrado que en el año de 1990 ocupaba el 95.03%, mientras que para el año 2020 pasó a una cobertura de 98.98%.



Gráfica 32. Superficie de pastizal en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la gráfica 32 demuestra cómo a lo largo del periodo de estudio, el uso de suelo pastizal ha variado, partiendo de 7.20 km^2 con mayor representación en la Fracción I, pasando a 9.41 km^2 para el año 2000, no obstante, para el año 2010 este uso decreció a 7.06 km^2 mismo año como punto clave en el detenimiento de este uso en la Fracción I, contrario a ello, la Fracción II presentó un incremento abrupto de 2010 a 2020, siendo de 19.47 km^2 representado mayormente por dicha Fracción.

Merece la pena señalar una serie de aspectos: por un lado se tienen los incendios forestales los cuales incrementaron durante el periodo 2010-2015 al norte y oeste de la Fracción I, y al sur de la Fracción II; además el incremento de este uso evita el desarrollo de otro tipo de vegetación por ser muy poco diversos y de especies invasoras zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) y el pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) son algunos de ellos, por otro lado, es importante señalar que el uso pastizal también es producto de la actividad ganadera, mismos que facilitan el terreno para la expansión del uso urbano.



Gráfica 33. Superficie de zona de confinamiento en el COBIO durante el periodo 1990-2020. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la zona de confinamiento fue detectada en el año 2010 mismo que se representa en la *Gráfica 33*, sin embargo, la existencia de ésta se remonta al año 2005 que fue denunciada por primera vez por parte de la población local de acuerdo con el Ayuntamiento de Huitzilac (2010), se tiene que para el 2010 abarcaba una superficie de 0.031 km^2 y para el año 2020 incrementó al 0.051 km^2, esto debido a dos factores, en primer instancia se tiene el crecimiento poblacional en el Corredor Biológico, por otro lado, la falta de atención a la cobertura de este servicio, ya que las autoridades

municipales de Huitzilac han hecho caso omiso por al menos una década, lo cual genera un parteaguas en la atención y resolución de problemas ambientales sin importar el bando ni cambio de la autoridad competente, ya que, a lo largo de la década, han pasado mínimo seis administraciones las cuales no han atendido la problemática y que actualmente la población lo ha normalizado, depositando de manera directa sus residuos en la zona.

3.8 Discusión general de los hallazgos de 30 años

Los cambios de uso de suelo detectados en la zona de estudio son distintos en ambas Fracciones ya que, a pesar de encontrarse en la misma región, las necesidades de la población y las condicionantes de su medio físico son los que determinan la dinámica de los procesos de uso de suelo. Un hallazgo importante durante la investigación es la diferencia entre los polígonos que conforman el COBIO. Por un lado, la Fracción I presenta mayores tendencias a la urbanización con un incremento de 18.30 km^2 y una reducción en el uso agrícola de 24.22 km^2 relacionado así con la predominancia del sector terciario respecto al primario; por otro lado, las dinámicas de los usos en la Fracción II difiere, encontrando un aumento del uso agrícola de 12.72 km^2 por una predominancia de este sector, mientras que el uso forestal es el que tuvo mayor pérdida de superficie, siendo de 31.43 km^2.

Tabla 14.

Diferencia en superficie Fracción I 1990-2020.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	DIFERENCIA (KM^2)
Agrícola	-24.224
Forestal	-11.094
Cuerpo de agua	0.003
Infraestructura	0.012
Zona de confinamiento	0.050
Pastizal	3.499
Pecuario	13.470
Urbano	18.300

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 14 hace alusión a la tasa de cambio de uso de suelo desde el primer periodo analizado de 1990 al último del año 2020. Ésta es de la mayor relevancia ya que permite contrastar y analizar los factores sociales, políticos y económicos que intervinieron en el cambio de uso de suelo desde su decreto hasta la actualidad.

El uso de suelo agrícola ha sido el que mayor reducción ha presentado con un valor de -24.22 km^2, siendo reemplazado mayormente por el uso pecuario y el urbano. De acuerdo con Yancari (2009) los hogares que dependen en mayor medida del sector primario tienden a ser más pobres y esa condición los vuelve más vulnerables a eventos como la enfermedad, accidente o muerte de alguno de sus miembros o a la inestabilidad económica internacional; este es un factor importante en la transición de actividades económicas que ha tenido la población.

Respecto al uso de suelo forestal, se registra una disminución de -11.09 km^2, importancia mencionar que al este de la localidad de Fierro del Toro se presenta una recuperación del uso forestal, esto como producto de las campañas que reforestación que han estado llevado a cabo en los recientes años por parte de las autoridades municipales y estatales durante la época de lluvias del 2020, las especies arbóreas empleadas en las reforestaciones son las de: palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), el tepeguaje (*Lysiloma acapulcense*), tepemezquite (*Lysiloma divaricatum*), colorín (*Erythrina americana*), tecolohuixtle (*Mimosa benthamii*) y ciruelo silvestre (*Spondias purpurea*), reforestadas principalmente para la delimitación de parcelas.

Si bien, la reforestación es una de las técnicas de mayor eficiencia directa de restauración ecológica, es necesario darle seguimiento y monitoreo para conocer el nivel de resiliencia y adaptación de estas especies que no son endémicas de la región.

Por otro lado, el cuerpo de agua presentó una mínima expansión, correspondiente a 0.0037 km^2, esto es de suma importancia, ya que uno de los motivos que conllevó a decretar el ANP es por la proporción de acuíferos que son explotados por las principales ciudades de Morelos gracias a su elevada permeabilidad registrada en las zonas montañosas, como lo es la zona núcleo "Chichinautzin-Quiahuistepec", misma donde se localiza el Volcán Chichinautzin; la alta permeabilidad es a raíz de la precipitación media

anual, correspondiente a 1,200 mm. Teniendo en cuenta lo anterior, los cuerpos de agua superficiales registrados han presentado índices de contaminación, por lo que, la superficie abarcada no necesariamente se refiere a una buena calidad del vital líquido y que los usos son de carácter doméstico, agrícola e industrial, conllevando a un desequilibrio hidrológico por la sobre explotación de los mantos acuíferos.

De otra forma, la infraestructura la cual hace referencia a la cobertura eléctrica muestra que, en la Fracción I se provee el 98.61% y en la Fracción II el 98.87%, siendo el servicio de mayor cobertura y por lo tanto que la presencia de este uso hace alusión a un detenimiento porque llegó al límite permitido, de tal manera que es una fortaleza en la cobertura de servicios básicos a la población.

Continuando de manera ascendente, el uso de suelo de zona de confinamiento presenta una superficie de 0.050 km^2, lo cual, a pesar de ser mínima, su importancia radica en la finalidad de este predio, representando un problema de salubridad, ambiental y social.

Lo que concierne al uso de suelo pastizal es un aumento en superficie del 3.145 km^2, éste por ser observado dentro del área de estudio, es un uso que le antecede al urbano; además que este mismo se ha presenciado dentro del uso forestal, esto sugiere que es a raíz de los incendios forestales, mismos que han incrementado en los reciente años y han tomado una superficie representativa; de acuerdo con Galindo *et. al.* (2009), en su mayoría son causados por la práctica de actividades agropecuarias en terrenos forestales.

Por otro lado, el uso de suelo pecuario con un incremento del 12.401 km^2, producto de la transición en los sectores económicos de las localidades, como lo es Fiero del Toro en la Fracción I, localidad que, a pesar de tener baja representatividad poblacional, basa sus ingresos en el sector primario, en el caso del uso pecuario, el incremento en superficie no quiere decir que existan más cabezas de ganado, sino que, por la compactación del suelo, erosión y degradación en general son factores que ocurren en la ganadería extensiva.

Finalmente, el uso de suelo urbano el cual es de mayor expansión, con 18.30 km^2, y que no solamente ha surgido en los asentamientos humanos previos al decreto del ANP, sino

que también se han desarrollado nuevos, como resultado de la expansión urbana en la capital morelense en la Fracción I, mientras que en la Fracción II, dicha expansión es dada al sur, en contraste con el norte donde los asentamientos se propician donde previamente existían usos agrícolas.

Tabla 15.

Diferencia en superficie Fracción II 1990-2020.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	DIFERENCIA (KM^2)
Forestal	-31.437
Cuerpo de agua	0.001
Zona de confinamiento	0.013
Infraestructura	0.003
Pecuario	2.674
Urbano	7.230
Pastizal	8.766
Agrícola	12.722

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se presentan datos cuantificables distintos al de la Fracción II, el uso de suelo forestal es el que presenta una considerable reducción, con un valor de -31.43 km^2, este uso de suelo ha obtenido una mayor fragmentación comparado con la Fracción I, siendo sustituido por el agrícola, pastizal, urbano y pecuario; una de las causas de este fenómeno se centra en la falta de instrumentos de política ambiental, como lo es el Ordenamiento Ecológico y el Ordenamiento Territorial en las regiones y municipios que lo conforman, ya que, las dos zonas núcleo presentes en el ANP son las que han sufrido mínima alteración, el resto de la zona boscosa de la Fracción II ha sufrido algún tipo de cambio.

Por otro lado, el uso de suelo pecuario es el primero en presentar un aumento en superficie, con un valor de 2.67 km^2, ocasionando una ocupación en la zona forestal al norte, de tal manera que se genera una relación intrínseca entre la disminución total del cuerpo de agua y la expansión pecuaria.

Continuando de manera ascendente, el uso urbano aumentó 7.23 km^2, a través de nuevos asentamientos humanos distribuidos a lo largo de la Fracción II, encontrando dos tipos de causas de migración; por un lado, el que los municipios al norte de Morelos son productores líderes de nopal y la alta producción de esta planta ha generado fuentes de empleo, por lo que se han asentado inmigrantes de Guerrero dentro de las zonas agrícolas, como lo es en Tlalnepantla y Totolapan; estos a su vez, en la satisfacción de sus necesidades básicas, hacen uso de los recursos no maderables, como leña para cocinar y calentar el agua.

Por otro lado, en Amatlán de Quetzalcóatl, ubicado al oeste, el crecimiento urbano es dado por su alta aptitud turística, predominando esta región con casas de descanso; las variables consideradas son: distancia a los sitios turísticos, paisajes atractivos y accesibilidad.

Finalmente, en Tlayacapan y Yautepec, el crecimiento urbano es dado por la expansión de sus principales localidades, sin embargo, la expansión que presenta Tlayacapan ocasiona una fuerte presión en la zona núcleo "Las Mariposas", ya que, a la par del crecimiento urbano, se encuentran las actividades productivas, las cuales crecen a un ritmo acelerado.

El uso de suelo pastizal es el que continúa en ascendencia, con una expansión de 8.76 km^2, dentro de la Fracción II puede observarse que este uso de suelo es de transición, encontrando que la zona forestal en el año de 1990 ha sido ocupada por el pastizal para el año 2020 como sucedió al sur de Tepoztlán y que, además, el pastizal presente en 1990 es donde actualmente predominan los usos urbanos, como lo fue en Amatlán de Quetzalcóatl, ambos usos se encuentran estrechamente relacionados y que ha sido una tendencia predominante en el uso urbano de Tepoztlán, lo cual genera una fuerte presión en la regulación de este uso.

En el caso del municipio de Tlayacapan, este uso de suelo es destinado a actividades de cultivo de temporal, se consideran de baja calidad y por lo tanto no son aptos para la producción de forraje. Por ello la mayoría de los pastizales son utilizados para el pastoreo de ganado bovino y en menor escala ganado porcino y ovino.

Por último, en el municipio de Atlatlahucan el uso de suelo predominante es el de pastizal, el cual para el año de 1990 ocupaba en su totalidad el área y para el año 2020 éste es mezclado con el pecuario y forestal; es importante mencionar que el municipio es el de menor extensión dentro del ANP, siendo parte del 0.83%, por lo que la tendencia en los cambios de usos de suelo que éste presente es mínima.

Finalmente, y de manera contrastante respecto a la Fracción I, el uso de suelo con mayor expansión para la Fracción II fue el agrícola, con una diferencia de 12.72 km^2, distribuyéndose principalmente al oeste y norte de la zona de estudio, en los municipios de Tlalnepantla, Totolapan y en menor medida, Tepoztlán; Tlalnepantla es el municipio con mayor Valor de producción agrícola por municipio (VPA), convirtiéndolo el de mayor concentración de alta especialidad primaria, además puede sembrarse durante todo el año, de tal manera que este producto es exportado a países como Estados Unidos, Canadá y algunos en Europa; seguido del municipio colindante, el de Totolapan con una moderada especialidad en este sector pero que de igual medida aumentó su superficie agrícola, estas tierras son fértiles por lo que se debe impulsar en su producción y comercialización para brindar alternativas de empleo e captación de recursos federales en beneficio del sector primario. Es importante mencionar que los comuneros en Tlalnepantla nunca vivieron de la explotación forestal, ya que obtienen mayores ingresos agrícolas, principalmente de nopal, creando una identidad nopalera, organizada para un bien económico en común.

Por otro lado, en los municipios de Tlayapacan, Yautepec y Tepoztlán, la falta de organización entre los campesinos, falta de capacitación técnica y de recursos económicos son factores que inciden a que la población transite al sector económico de servicios. Por lo que, su producción principal es en áreas de agricultura temporal, como la milpa, de carácter de consumo local, esto mismo se visualiza en la cercanía que tienen las áreas agrícolas de los asentamientos humanos en dichos municipios.

Durante el capítulo 3 se realizó el análisis de cambio de cada uso de suelo por periodo de investigación y de igual manera, interrelacionándolos entre sí mediante la metodología de TCUS con la finalidad de que cuantificar los usos de suelo y relacionarlos con los factores socioeconómicos que los condicionan, además resultados fueron analizados a

la par de los instrumentos normativos que rigen los usos de suelo del área, como lo Ordenamientos Territoriales, Planes de Desarrollo Municipal y los Programas Municipales de Desarrollo Urbano.

Capítulo 4. Un análisis a los objetivos que decretaron el Chichinautzin

El capítulo cuatro aborda al Corredor Biológico desde los instrumentos normativos basados en el Decreto estipulado en el año 1988, documento que brinda un acercamiento al Programa de Manejo del ANP y la zonificación asignada por este último, en contraste con la situación actual del área, para ello se consideran los factores ambientales, sociales y económicos que han incidido directa e indirectamente en la transformación de los usos de suelo para la satisfacción de sus necesidades para lograr un desarrollo sostenible.

La problemática entorno a la ocupación de suelo en el COBIO surge con la pronta discrepancia entre los objetivos de conservación planteados en su Decreto de creación, respecto con los proyectos impulsados por parte de las diversas instituciones federales como la extinta SEDESOL bajo el Programa para el Campo (PROCAMPO), ya que esta brindaba incentivos como el cultivo de avena forrajera en Huitzilac en la Fracción I y de nopal en Tlalnepantla en la Fracción II, o el otorgamiento de créditos ganaderos por parte de la entonces SAGARPA para la extensión de sus parcelas. Estas actividades productivas resultaron más atractivas por la obtención de ingresos económicos que el conservar un terreno sin percibir dinero, arrojando así a un paulatino abandono de las disposiciones normativas que enmarca el ANP por parte de los pobladores. Posteriormente, con el programa de Pagos por Servicios Ambientales (PPSA) iniciado en el año 2002 por parte de CONAFOR que tiene como objetivo la conservación de los recursos naturales a través de un esquema de compensación económica a los propietarios de los terrenos con cobertura forestal que proveen servicios hidrológicos; no obstante, el recurso económico brindado por hectárea no resulta competitivo contra otros usos que le pueden dar a su territorio obteniendo hasta la fecha una incompatibilidad entre los instrumentos jurídicos que componen el COBIO con los usos de suelo que actualmente rigen el territorio.

Por otro lado, otro factor que ha limitado los esfuerzos de conservación es el relacionado al Plan de Manejo. El proyecto de Plan de Manejo del ANP Corredor Biológico Chichinautzin fue elaborado por Centro de Investigaciones Biológicas (C.I.B.) de la UAEM en el año 2002 bajo la coordinación del Dr. Topiltzin Contreras; sin embargo, el área jurídica

de CONANP negó la publicación de un Programa de Manejo que incluyera tres ANP, los Parques Nacionales Tepozteco, Lagunas de Zempoala y las dos fracciones del COBIO, a pesar de que la idea planteada por el C.I.B. de crear un Corredor fue precisamente unir a los dos Parques Nacionales. Se gestionó su aprobación durante varios años sin éxito alguno debido a las distintas categorías que los rigen, por ello la CONANP optó por publicar por separado los Programas de Manejo de Zempoala y el Tepozteco. Esto se complica aún más en la regulación de las actividades productivas, ya que el PM funge como un instrumento de planeación y regulación que establece y fortalece la sinergia entre los actores, promueve su participación en las políticas ambientales, garantiza seguridad jurídica a los propietarios de los territorios, todo ello para dar cumplimiento a los objetivos de creación del área.

En esta sección se brindará un panorama general sobre la incidencia que ha tenido el cambio del uso de suelo como factor determinante en las condiciones sociales, ambientales y económicas actuales de la zona de estudio, mismas que han tenido repercusión tiempo antes del establecimiento del ANP y que su establecimiento ha sido omitido por los diversos actores que injieren en su manejo y administración.

4.1. Un acercamiento al cumplimiento de los objetivos del ANP

El Decreto del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" describe los principales objetivos que fundamentaron su establecimiento: La preservación de las especies endémicas y amenazadas, la regulación del crecimiento urbano tanto al norte por parte de la Ciudad de México y al sur por parte de Cuernavaca, así como proteger sus cuencas hidrográficas (*Figura*).

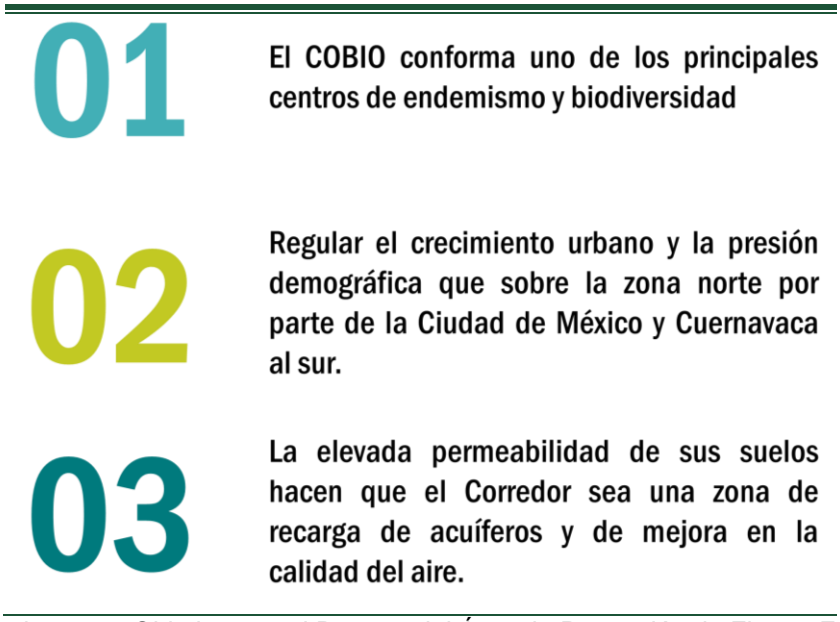


Figura 29. Objetivos en el Decreto del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin". Fuente: Elaboración propia con base en el Decreto, 1988.

4.1.1. Centro de endemismo y biodiversidad

La categoría de Área de Protección de Flora y Fauna tiene como propósito, la preservación de la diversidad genética de las especies florísticas y faunísticas, la repoblación, propagación, aclimatación, refugio e investigación de las especies endémicas, nativas, representativas, raras y/o en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como las relativas a educación y difusión en la materia, durante el periodo de tiempo de la investigación se encontró que se añadieron cuatro especies del COBIO a la lista: Víbora de cascabel pigmea mexicana (*Crotalus ravus),* Aguililla aurea (*Buteo albonotatus*) Vencejo (*Streptoprocne semicollaris*) y Codorniz

montezuma (*Cyrtonyx montezumae)*, sirviendo así como indicador del nivel de efectividad de esta categoría de ANP para el Corredor Biológico.

La pérdida de biodiversidad está en estrecha relación con la degradación de los ecosistemas, considerando que a lo largo de las 3 décadas la cobertura forestal se redujo -1.18 unidades (11.50 km^2) y que, puede parecer mínima superficie por la escala de tiempo, sin embargo, el hecho de que exista pérdida lo convierte en una variable a considerar, no obstante, no es el único determinante en la salud de los ecosistemas, aunado a ello se encuentra la cacería furtiva, actividad arraigada a la población que no es vigilada ni controlada por la falta de personal en el COBIO, además se encuentra la presencia de fauna feral en los bosques, como los perros establecidos en el tiradero a cielo abierto en la Fracción I, que por su cercanía al cerro de las minas representan una amenaza para la vida silvestre y por otro lado las reforestaciones de monocultivo, presentando deficiencias técnicas en la planeación y ejecución se ven reflejadas en la condición del ecosistema ya que solamente comprenden de un momento, la siembra de las especies arbóreas que posteriormente crecen sin monitoreo ni mantenimiento y que no permiten el desarrollo de otras comunidades vegetales ni de vida silvestre a su alrededor, arrojando que estas áreas verdes no cumple con las condiciones fitosanitarias para ser el hábitat de las especies mencionadas anteriormente.



A B

Figura 30. A) Monocultivo de pinos; B) Árbol con plaga. Fuente: Fotografías propias.

En lo que concierne el principal instrumento de conservación de vida silvestre a nivel nacional, se encuentran las Unidades de Manejo para la Vida Silvestre (UMAs) y los Predios

o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre (PIMVs) mismos que surgen como respuesta al aprovechamiento sustentable, a la reproducción, investigación y conservación de las especies que usualmente se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, las UMAs y los PIMVs están establecidos en predios destinados voluntariamente y que funge como alternativa para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo socioeconómico de los propietarios, no obstante, esta estrategia registra solamente una UMA extensiva donde se encuentran venados cola blanca (SEMARNAT-UMA-EX-018-MOR) en el municipio de Huitzilac con una superficie de 22.90 km^2, mismo que resulta insuficiente para un APFF de una superficie de 378 km^2 donde existe una dinámica veloz en sus usos de suelo, las UMAs y los PIMVs son una alternativa para el cumplimiento del objetivo mediante el aprovechamiento de las especies con mayor representatividad, como el ajolote de Zempoala, el venado cola blanca, el conejo teporingo, la gallina de monte, por mencionar algunos, asimismo como alternativa en los ingresos económicos de los poseedores de los predios en sus usos de suelo.

Por otro lado, para el fomento del reconocimiento de la biodiversidad y el fortalecimiento del vínculo entre el Estado y las comunidades locales en el área se pueden formar proyectos de monitoreos comunitarios de flora y fauna mediante capacitaciones técnicas que posteriormente estos conocimientos pueden emplearse en actividades de turismo rural.

4.1.2. Contención de la urbanización

El segundo objetivo del Decreto del ANP es la regulación del crecimiento urbano y la presión demográfica, tanto al norte por parte de la Ciudad de México, como al sur por parte de Cuernavaca a través de normar y regularizar el crecimiento urbano dentro del ANP.

El crecimiento urbano en Morelos ha incrementado debido a la expansión de varios centros urbanos y semiurbanos generando una mayor comunicación terrestre entre estos, como ocurren con las localidades de Huitzilac, Tres Marías, Coajomulco y la zona de fraccionamientos, dentro del municipio de Huitzilac, en otro sentido dentro de la Fracción II, se distinguen nuevos asentamientos humanos en Amatlán de Quetzalcóatl y la Colonia Obrera en Tepoztlán misma que colinda con Lázaro Cárdenas en Yautepec,

estos asentamientos son en su mayoría nuevos, obteniendo fenómenos distintos como cuales en el crecimiento urbano entre ambas fracciones.

Es importante tener en cuenta que el fenómeno de urbanización no es homogéneo en ambas fracciones, ya que, la Fracción I es la que mayores tendencias de urbanización ha tenido y que la entonces Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, ahora SEMARNAT sería la encargada de brindarle seguimiento a la administración del COBIO haciendo énfasis que el aprovechamiento de los recursos naturales podrán autorizarse a las comunidades que ahí habiten en el momento de la declaratoria del Área Natural Protegida y además tener coherencia con usos de suelo establecidos en el Programa de Manejo, posteriormente se añadieron nuevos instrumentos normativos, como el Ordenamiento Ecológico Territorial en Huitzilac y Tepoztlán así como los Programas Municipales de Desarrollo renovados en periodos de tres años, cada documento contiene un apartado que establece políticas públicas para el uso urbano; sin embargo, esta cobertura no ha respondido a las especificaciones ni estrategias, muestra de ello son los asentamientos irregulares carentes de servicios básicos como agua, drenaje, electricidad y construcción de caminos.

Es importante señalar que persisten dos fenómenos peculiares y similares en ambas Fracciones, por un lado, al norte de la Fracción I de la zona de fraccionamientos, al sureste pero de la de Fracción II en Tepoztlán y en Tlalnepantla ocurren cambios de cobertura abrupto, pasando del forestal a ser uso mixto haciendo énfasis en el urbano de tipo campestre, esta tendencia inmobiliaria funge con la premisa que vivir alejado de las grandes urbes, genera una percepción de paz en la naturaleza, por ende brinda beneficios psicológicos que además que mejora calidad de vida; este tipo de asentamientos suelen ser ocupados por particulares de alto poder adquisitivo proveniente de las grandes ciudades, la venta de estos predios se ha convertido en la actividad más rentables y normalizada en la región, muestra de ello es que durante el recorrido en campo se pudo observar una considerable cantidad de carteles y negocios a pie de carretera que anuncian el remate de terrenos y que están dotados de todos los servicios básicos.

En la Fracción I los vendedores de los predios son grupos reducidos de comuneros, que de acuerdo a las entrevistas de campo, estos han adquirido poder a través del rol de los comisariados de bienes comunales, mismos que se eligen a través de votaciones democráticas donde cada comunero participa y compiten mediante planillas; se comenta que a lo largo de los años, los comisariados han sido el mismo grupo; esta situación se evidenció durante la revisión bibliográfica, ya que durante la época de los 50's donde el C. Serafín Hernández quien era presidente municipal de Huitzilac había sido electo como presidente del comisariado al mismo tiempo; este antecedente evidencia la sobre posición de dominios y que las figuras regulatorias no han sido concebidas por distintos individuos, por ende, a lo largo de los años, estos grupos han tomado ventaja frente a las condiciones y vacíos legales que definen los bienes comunales, comprendidos en pocas palabras como terrenos que pertenecen a todos y a la vez a nadie y que, la venta de terrenos y predios se ha convertido en una actividad normalizada, misma que se visualiza con carteles en cada esquina e inclusive negocios a pie de carretera que hacen alusión a la venta de terrenos para la construcción de bienes inmuebles.

Mientras tanto, en la Fracción II la actividad se ha dado mediante la venta de predios de propietarios particulares debido a la demanda inmobiliaria que presentan zonas cercanas a los relieves pronunciadas por su alto valor paisajístico y que, primero, la actividad agrícola donde se sembraba maíz y capulín ya no es rentable y, segundo, las condiciones edafológicas y las altas temporadas de estiaje han hecho de la venta de predios una actividad más rentable a corto plazo para los habitantes y que son vendidos a particulares que provienen de fuera.

En Tepoztlán la inmigración extranjera ha sido un fenómeno en constante crecimiento, muestra de ello es que durante los últimos 5 años población asentada proviene de Estados Unidos (185 personas), Argentina (67 personas) y Canadá (46 personas) INEGI (2020), no obstante, gran parte de los nuevos residentes se establecen en Amatlán de Quetzalcóatl debido a que los precios de los terrenos son más accesibles que la cabecera municipal y es de fácil acceso; hasta la fecha, los pobladores originarios de Amatlán no presentan inconformidad con los nuevos habitantes, mencionando que aún se conserva la seguridad pública y se asientan en las periferias de la localidad; no obstante estos

asentamientos presentan riesgos, ya que, por lo relatado por una habitante originaria es que a causa del sismo del 2017 se desprendieron cuerpos rocosos de las montañas que rodean la localidad, no presentaron afectaciones ni pérdidas humanas sin embargo recientemente los asentamientos se acercan cada vez más a las faldas de estos cerros y que continúan proliferando sin ninguna regulación que representan riesgos por derrumbe o deslave.

Por último, es importante señala que dentro de la zona de estudio se encuentran dos instrumentos vigentes: Ordenamientos Ecológicos Territoriales (OET), Planes Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU), correspondientes a los municipios que integran el COBIO y que fungen como instrumentos normativos que rigen los usos de suelo en los territorios, no obstante, no son congruentes entre ellos por las diferencias de años de elaboración. En dichos documentos se plantean las aptitudes del suelo de acuerdo con las características físicas, sociales y económicas a través de la congruencia entre las políticas ambientales y de desarrollo urbano. Pero en contraste con los usos de suelo que actualmente rigen el ANP, se observa una discrepancia encontrando más asentamientos humanos de los permitidos, inclusive con algunos de estos en zonas de riesgo. Por ende, el crecimiento de esta cobertura de suelo no está siguiendo realmente las políticas establecidas de ninguno de esos instrumentos. Por lo que se propone actualizar de forma coordinada y congruente entre ellos y por otro lado fortalecer los mecanismos de instrumentación y ejecución.

4.1.3. Recarga de mantos acuíferos

El tercer objetivo menciona la planificación, administración y uso adecuado del recurso hídrico que es de suma importancia para la recarga de mantos acuíferos, mismos que proveen de este servicio a una quinta parte de la población de las zonas metropolitanas de México, Toluca y Cuernavaca, por lo que su conservación y protección depende de las acciones llevadas dentro del COBIO.

Un factor en común que comparten los volcanes en el COBIO es que alrededor de estos se genera una fuerte presión agropecuaria y urbana, en lo que concierne a la primera, las cantidades hídricas requeridas son mayores que las de uso doméstico y que la cercanía de ganado a los cuerpos de agua representa un factor de riesgo en la calidad

del recurso, por una parte en la descarga directa de aguas residuales, como la compactación del suelo por parte del ganado, disminuyendo la recarga de mantos acuíferos; sin embargo, la actividad ganadera es una fuente de ingresos para cierto sector de la población local y el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con mayor aptitud permite la continuidad de dicha actividad.

El relieve montañoso al noroeste de Cuernavaca, en Amatlán de Quetzalcóatl y cercanías de la ZN "Las Mariposas" en Tlayacapan han sido rodeados con asfalto para dar pauta al uso urbano impidiendo directamente la infiltración del agua proveniente de las partes altas de la montaña, este cambio de uso de suelo en zonas forestales genera un aumento de escorrentía superficial que no está siendo capturada por el subsuelo ni infiltrada en los mantos acuíferos, lo cual tendrá podría tener consecuencias negativas tanto para la disponibilidad de agua en la población local y de las principales ciudades del centro del país, como ser un riesgo de tipo inundación en los asentamientos que se encuentran en pendientes más bajas.

Por otro lado, se encuentra la amenaza de tala ilegal por parte de grupos armados que con el tiempo han ido consolidándose y que extraen grandes cantidades de madera al oeste de la Fracción I zona que se caracteriza por su alta recarga de mantos acuíferos y que a su vez se encuentran las especies de pino, caracterizadas por ser de alto valor económico en el mercado; la tala ilegal representa una de las principales amenazas en la deforestación misma que se ve reflejada en el crecimiento de pastizales y en la erosión del suelo disminuyendo de esta manera tanto la cantidad como calidad del recurso hídrico.

Entendiendo de esta manera que las coberturas de uso de suelo en la región, usualmente destinados a actividades agropecuarias y urbanas o a actividades antrópicas como la tala ilegal tienen incidencia directa en la capacidad de infiltración de los mantos acuíferos por lo que las acciones de conservación encaminadas a este objetivo deben permitir incentivos que equiparen el valor ecosistémico que brindan sus terrenos de manera que sea competitiva económicamente en comparación con el resto de actividades.

La preservación del recurso hídrico a través de este servicio ambiental es de suma importancia ya que el área presenta altos valores por hectárea de recarga de acuíferos, principalmente en Huitzilac, Coajomulco, Tepoztlán, Tlalnepantla y Santa María Ahuacatitlán, como estrategia por parte de las instituciones ambientales se cuenta con el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PPSAH) sin embargo, a poco más de 15 años de operación a nivel nacional ha tenido baja incidencia en estas localidades debido a que la retribución proporcionada por hectárea ha sido mínima, comparada con otras actividades productivas con incidencia directa en el territorio.

4.2. Programa de Manejo como sustento del COBIO

El rol del Gobierno Federal como actor en este contexto, surge para impulsar una propuesta de conservación de los bosques y lo hacen sin considerar los conflictos internos y desde su propia posición de poder. Como antecedente, se tiene que hasta 1994, la protección de las ANP federales se había limitado a contar con un decreto, que, en el caso de la zona de estudio, por ser establecida en 1988 y el contar con un PM no era obligatorio. En 1996 se realizó una reforma a la LGEEPA, motivada en la procuración de un ambiente sano y adecuado para la vida y el desarrollo sustentable, mediante el cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental con instrumentos realmente eficientes y eficaces, siendo esta reforma un parteaguas en la consolidación del Programa de Manejo como instrumento.

"ARTÍCULO 65.- La Secretaría formulará, dentro del plazo de un año contado a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación, el programa de manejo del área natural protegida de que se trate, dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos, a las demás dependencias competentes, los gobiernos de las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en su caso, así como a organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas." Artículo 65 LGEEPA (2022).

Una de las principales implicancias que tiene la falta del Programa de Manejo del COBIO es que se hayan perdido de vista los objetivos de conservación que se enmarcan en sus

decretos y que, no solamente es un fenómeno que ocurre en la zona de estudio, sino también afecta al 54.16% de las ANP federales, ya que son las que no cuentan con un Programa de Manejo publicado, esto se convierte en una condición de vulnerabilidad y amenaza actual ante la densidad e intensidad de obras, proyectos o actividades que se realizan.

La falta de Programa de Manejo en el COBIO ha generado vacíos legales en su administración y la regulación en el manejo de recursos naturales intensificado así los conflictos sociales, políticos y económicos dentro de la región; además que, incrementa las presiones que diversas investigaciones han detectado, como la venta ilegal de terrenos, deforestación, la falta de sinergia institucional, los incendios forestales, la cacería furtiva, etc. Por ende, el documento normativo es la base para su administración y manejo de recursos naturales, conociendo las actividades permitidas, su ubicación, asimismo las restricciones y establecer prioridades para organizar acciones futuras.

En un acercamiento con la Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico de la CONANP se conoció el estatus del documento normativo, mencionando que actualmente se encuentra en proceso de elaboración, tal como se señala en la ficha Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC), esto debido a que el elaborado por el Centro de Investigaciones Biológicas (C.I.B.) no fue aprobado.

La elaboración y publicación del Programa de Manejo del COBIO acorde a la situación actual que rige el área es fundamental para el aseguramiento de los derechos humanos, como a un medio ambiente sano, la seguridad jurídica del suelo y la vinculación entre los distintos actores permitiendo su corresponsabilidad por medio de su participación en los comités que sean designados en el PM además de la vinculación con los acuerdos internacionales a los que se ha comprometido la nación, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en total son 17 que pretenden articularse y accionarse en conjunto con ayuda de la participación local, gubernamental, social y privada para encaminar a la sociedad en un desarrollo sostenible para la preservación de la misma especie; en lo que concierne la presente investigación, el ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, es el encaminado en prevenir, detener y revertir la degradación de los ecosistemas a través

de la participación de la población local y la capacidad políticas públicas para un eficiente manejo de los ecosistemas.

Las autoridades municipales y estatales deben de fungir como enlace para la elaboración y publicación del PM; las autoridades federales a través del Presupuesto de Egreso Federal (PEF) de manera anual es la encargada de autorizar o negar los proyectos presentados; en la zona de estudio se encuentra que el PM realizado hace dos décadas no responde a las necesidades actuales del ANP por lo que éste es obsoleto; sin embargo, una de las mayores limitaciones es la falta de conocimiento por parte de las autoridades en su competencia para la apertura de proyectos.

4.3 Zonificación en la actualidad

En el Decreto del ANP Corredor Biológico Chichinautzin, se menciona que, en dicha área, se distinguen dos tipos de zonas; las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento. En el Artículo 48 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas se realiza un énfasis en que, cuando se determinen las zonas núcleo y de amortiguamiento deberán señalarse sus respectivas subzonas; las cuales enuncian de manera más detallada las actividades permitidas y las restringidas, propiciando una eficiente ordenación del territorio, no obstante, en el caso del Corredor Biológico no se cuenta con subzonas, distribuyendo el territorio en tres zonas núcleo: la zona de Chalchihuites, Chichinautzin-Quiahuistepec y Las Mariposas, descritas anteriormente; el resto del Área Natural Protegida es considerada zona de amortiguamiento generalizada, como menciona el Decreto del COBIO:

"ARTICULO TERCERO. - Dentro de la citada área natural protegida se establece como zona de amortiguamiento, una superficie total de 31,905-28-25 hectáreas, para los fines que se precisan en el presente Decreto."

Uno de los primeros momentos de quiebre en la relación entre las autoridades municipales y la población local se encuentra en el decreto del ANP, ya que, en Coajomulco, localidad ubicada al este de la Fracción I, los habitantes no fueron consultados sobre el establecimiento de un área protegida, de acuerdo a Paz (2005) algunos se enteraron de la firma porque asistieron a la ceremonia que se llevó a cabo en terrenos cercanos a su

comunidad, pero la entonces Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (ahora SEMARNAT) no acudió previamente a la comunidad para realizar asamblea de información y discusión del establecimiento del COBIO; la zona núcleo Chichinautzin-Quiahuistepec, comprende el 47.79% de los bienes comunales de Coajomulco lo cual restringe el aprovechamiento forestal, pasando 365 días del decreto del área los pobladores no recibieron el Diario Oficial de la Federación ni dónde se iba a establecer legalmente, sin embargo y de acuerdo con testimonios recabados por Paz (2005) menciona que como pueblo se reconoce al COBIO como parte de su comunidad y que la idea de conservar el área no le es ajena ni genera inconvenientes, ya que previo a ésta, se brecheaba, reforestaba y combatían incendios; lo que les genera ruido es por qué conservar algo de lo que no pueden beneficiarse ni social ni económicamente, como lo es una zona núcleo; si bien, algunas de las leyes y artículos mencionados en el Diario Oficial de la Federación han sido modificadas o derogadas; se tiene como punto de partida a una especie de expropiación sin indemnización ya que se estarían imponiendo limitaciones y restricciones a los ejidatarios y comuneros en sus derechos de propiedad.

"ARTICULO QUINTO.- Los ejidatarios propietarios particulares, que se encuentren dentro de la superficie del área de protección de la flora y fauna "Corredor Biológico Chichinautzin", estarán obligados a la conservación y cuidado del área, conforme a las disposiciones que al efecto emitan las Secretarías de Desarrollo Urbano y Ecología y Agricultura y Recursos Hidráulicos de acuerdo con lo establecido en los artículos 154 de la Ley Federal de Reforma Agraria y 69 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y los correspondientes de la Ley Forestal.", Decreto del Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin, 1988.

No obstante, la falta de una delimitación certera de las zonificaciones como raíz a la falta de un PM ha provocado que el "Chichinautzin-Quiahuistepec" sea atravesada en una parte por la carretera federal 95D que conecta a Huitzilac y a Cuernavaca al sur, mismo que está prohibido para esta zonificación y que a su vez, las vías de comunicación son las primeras infraestructuras que propician el crecimiento urbano.



Figura 31. PPSA en la localidad de Coajomulco, Fracción I. Fuente: Fotografía propia.

La falta del Programa de Manejo del COBIO ha generado disyuntivas en otras modalidades de conservación, tal y como es la sobre posición del Área Natural Protegida Estatal "Parque Otomí-Mexica" sobre la zona núcleo "Chalchihuites" al oeste de la Fracción I y que cuenta con un Programa de Manejo donde hace mención del Parque Nacional Lagunas de Zempoala pero no del Chichinautzin, menos de la zona núcleo, por lo que su zonificación dentro del COBIO permite actividades de protección, restauración y de aprovechamiento, siendo este último el de mayor contraposición con la Zona Núcleo misma que restringe las actividades de aprovechamiento.

Finalmente, en lo que concierne la amenaza latente de la Zona Núcleo "Las Mariposas" es la proliferación de asentamientos humanos a sus faldas, mismos que se establecen en parte por la belleza paisajística del área y, por otro lado, su poder adquisitivo, aunque gran parte del relieve no permite una mayor expansión urbana pueda permitir una ventaja para el ANP, se consideran de alta importancia por la recarga de mantos acuíferos.

La zonificación del COBIO es generalizada y poco concreta, además que las tres zonas núcleo son amenazadas por distintas actividades antrópicas, por ello, la elaboración y publicación del Plan de Manejo debe establecer una subzonificación con mayor precisión

en las actividades permitidas y las negadas para una mayor regulación de los usos de suelo, ya que actualmente existe una omisión de este instrumento en la zona y desatención por parte de las autoridades, arrojando a un desinterés común entre todos los actores.

4.4. Uso de suelo urbano como el de mayor incremento

En lo que concierne el impacto urbano se destaca de primera instancia la heterogeneidad de este proceso en ambas fracciones, por un lado, en la Fracción I con mayores tendencias de urbanización que la Fracción II y que durante el periodo de investigación se resaltó un incremento abrupto de este uso.

La urbanización en el ANP como fenómeno continúa en crecimiento por la facilidad existente en la venta ilegal de predios y lotes es uno de los principales factores del crecimiento en este uso de suelo, este fenómeno no es ajeno de los grupos de poder, como lo han sido los presidentes de bienes comunales y las autoridades competentes en la Fracción I previo al establecimiento del Corredor Biológico; y de los ejidatario, el poder adquisitivo y desconocimiento por parte de los habitantes que integran la Fracción II; que si bien, existe el Decreto que establece cierta parte del territorio como área por conservar y preservar, éste a lo largo del tiempo se ha quedado solamente en el papel, debido a que existe un enorme desconocimiento por parte de la población respecto al ANP, por lo que, sus usos de suelo se han regido en base a las necesidades propias y regulaciones municipales y estatales, como lo son los Programas de Desarrollo Municipal actualizados administración tras administración y los Ordenamientos Territoriales de Huitzilac y Tepoztlán, que durante el trabajo en campo, se constató de la poca injerencia que tienen frente al peso económico de la venta de predios para la construcción de bienes inmuebles, que con el paso del tiempo se ha tornado como un tipo de ingreso normalizado, encontrando al pie de carretera anuncios o locales de esta actividad.

Las áreas con mayor aptitud para el desarrollo de viviendas residenciales se ubican en las zonas cercanas a los cerros conocidos como: el sombrero, las mariposas y Tlatoani Ayuntamiento de Tlayacapan (2011), siendo el paisaje atractivo un criterio, además, teniendo en cuenta que la zona núcleo "Las Mariposas" destaca por su relieve peculiar y la incidencia urbana cada vez es más cercana a ésta, sin embargo, los asentamientos

humanos que se establecen a las faldas de las montañas y cerros presentan algo riesgo a deslave, sin embargo, los asentamientos de este tipo continúan expandiéndose sin considerar la regulación de estos.

Mientras que, el municipio de Tlalnepantla, por tener aproximadamente el 80% de su territorio dentro del Corredor Biológico, sus usos de suelo de carácter económico deben realizarse con mayor apego a las políticas ambientales descritas en su PMDU (2007); en el apartado de Áreas aptas para el desarrollo urbano se enfatiza un subtotal de 41.19 ha y la localización de estos asentamientos humanos, dentro de sus principales localidades (Tlalnepantla, El Vigía y Felipe Neri); sin embargo, para el año 2020, dentro del municipio de Tlalnepantla, el uso urbano ocupa 207.43 ha. Siendo un valor que considerablemente rebasa uno de los lineamientos y que los asentamientos humanos del año 2020 no se han establecido donde el instrumento propone encontrando una de las discrepancias entre el crecimiento urbano y los instrumentos que deben regirlo. Finalmente, y con menor extensión, al este del COBIO pertenece el municipio Atlatlahucan donde actualmente no se encuentra ningún asentamiento humano.

El hecho de presentarse asentamientos humanos posterior al establecimiento del COBIO los convierte en irregulares, esto quiere decir que no solamente están condicionados a los riesgos físicos, sino, también a los normativos y sociales, generando un mayor desconocimiento sobre la existencia del COBIO. Y que, en ambas fracciones, la venta de terrenos es un negocio que continúa creciendo debido a la alta rentabilidad que representa esta actividad y al responder a la dinámica social en la atención de sus necesidades.

Por otro lado y de manera más evidente a la omisión de estos instrumentos, se encuentra el municipio de Huitzilac que es el de mayor porción de territorio dentro del ANP, que a pesar de contar con un OET para la ordenación de los usos de suelo de acuerdo a las aptitudes y necesidades de la población; la presente investigación ha arrojado un incremento considerable del uso urbano de 1990 al 2020 (18.30 km^2) en estos lotes se han desarrollado diferentes tipos de viviendas, no obstante los fraccionamientos campestres y viviendas residenciales como zonas de descanso han sido las que mayor superficie representan.

El crecimiento urbano en la Fracción I es de zonas mixtas, donde los asentamientos humanos, representados en fraccionamientos campestres se establecen dentro de los bosques, generando una fragmentación del hábitat directa y que son los que más se han expandido, como lo es la zona de fraccionamientos al sureste de la Fracción y es que durante el recorrido de campo se pudo obtener información donde se señala que los predios vendidos son respaldados mediante constancias autorizadas por el Comisariado de Bienes Comunales que amparan a los nuevos propietarios de ser despojados de las viviendas construidas, una vez pagado este documento los habitantes construyen sus viviendas sin necesidad de requerir una licencia por parte de las autoridades municipales (*Figura*).



A B

C D

Figura 32. A) Venta de terrenos en la Fracción I; B) Venta de terrenos en la Fracción; C) Construcción de bienes inmuebles en Fracción I; D) Asentamientos humanos a las inmediaciones de la ZN "Las Mariposas*".* Fuente: Fotografías propias.

El crecimiento del uso urbano en conjunto con el aumento demográfico genera una mayor demanda de servicios, las cuales, cada ser humano tiene derecho a gozar, entre éstas se encuentra el manejo de residuos sólidos urbanos, el cual le compete a cada municipio del territorio nacional atender. En la zona de estudio se encuentra el actual tiradero a cielo abierto que ha operado por al menos 15 años y que continúa expandiéndose a la par de los bienes inmuebles a unos metros de éste y que su presencia se ha normalizado a tal punto que los mismos habitantes disponen de manera directa de sus residuos en ese sitio de disposición final, por lo que la omisión de esta problemática no solamente es por las autoridades, sino, también por parte de la población, misma que lo reconoce y lo ha dejado pasar con el tiempo (*Figura 33*).



Figura 33. A) Tiradero a cielo abierto COBIO Chichinautzin; B) Tiradero a cielo abierto COBIO Chichinautzin. Fuente: Fotografías propias.

El proceso de urbanización dentro del COBIO ha respondido a la situación de pobreza en la población local y la presión del mercado inmobiliario, teniendo de esta manera, un mayor peso económico la venta ilegal de predios mismos que no están regulados a las disposiciones normativas para el desarrollo urbano y los propietarios de los terrenos no pueden ser negados a vender su predio a terceros, comenzando por los que se

encuentran a pie de carretera, dichas vías de comunicación que atraviesan el Chichinautzin, como lo son: la carretera México-Cuernavaca, Toluca-Huitzilac, Cuernavaca-Tepoztlán (misma que atraviesa parte de la Zona Núcleo "Chichinautzin-Quiahuistepec") y Tepoztlán-Tlayacapan conectan a las principales ciudades del centro del país convirtiéndolo como un lugar de paso y que esta demanda responde a una modificación al sector terciario por parte de un mayor poder adquisitivo de los particulares que buscan sitios cercanos a áreas forestales.

La regulación de los usos de suelo en el COBIO debe responder a un trabajo en conjunto entre los distintos actores (comuneros, instituciones y la población) como parte de la revalorización del territorio, tomando en cuenta las aptitudes físicas, sociales y económicas del territorio y la atención de las necesidades básicas de la población, como el abastecimiento de agua potable, misma de la que carecen algunos habitantes del ANP.

Capítulo 5. La revalorización del territorio como una alternativa integral en los usos de suelo

Los estudios de cambio de uso de suelo por actividades antrópicas responden a la interacción entre 5 elementos: a la sociedad, al medio ambiente, las instituciones, el capital financiero y la infraestructura. Independientemente de las particularidades que presente cada territorio, la interacción entre estos elementos es fundamental para comprender la particularidad en la modificación del paisaje. Estas dinámicas complejas dependen de las actividades productivas y la situación socioeconómica y política preponderante, como en otras regiones de México.

El Chichinautzin funge como un indicador en los compromisos internacionales de México referentes a la Agenda 2030, la Cumbre de Rio en 1992 en la Convención Marco sobre Cambio Climático, la Convención sobre la Diversidad Biológica, etc. Ya que, como COBIO se entiende como un espacio valorizado como territorio primordial para la conservación ambiental que genera conectividad entre áreas protegidas y que a nivel internacional han tomado importancia. El entendimiento de los cambios de uso de suelo en la zona permite establecer y fortalecer las políticas públicas referentes a la conectividad ecológica, diversos autores coinciden en que los corredores biológicos son fundamentales para la adaptación de los ecosistemas frente al cambio climático reduciendo los efectos de fragmentación del paisaje, por ende, el COBIO es un parteaguas en la ejecución político-administrativa por parte de las instituciones en la concepción de los corredores biológicos, mismas que han sido sobrepasadas por los factores socioeconómicos que han provocado la degradación gradual con el paso del tiempo.

La injerencia del COBIO en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINANP) implica recurso financiero por parte de organizaciones internacionales como el Banco Mundial, el Fondo para Áreas Naturales Protegidas, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) mismo recurso que solo puede ser utilizado para las acciones de conservación que se administra y procura de acuerdo con las prioridades señaladas en los programas de manejo. Las autoridades deben fungir como entes rectores y de enlace en la destinación de recursos financieros por lo que su estructura como ANP debe cumplir con los requerimientos mínimos de planeación,

administración, financiamiento, usos y beneficios, gobernanza, participación social, de manejo y que en conjunto forman un índice de efectividad, sin embargo, el indicador más reciente ha arrojado un total "incumplimiento", demostrado en la *Figura* generando a su vez una sustancial diferencia entre los objetivos que decretaron el ANP, ya que a pesar que la administración del área protegida está trabajando, la zona ha sido frecuentemente afectada por la tala ilegal, extracción de tierra de monte, incendios forestales, desmontes con fines agrícolas, pastoreo incontrolado, cacería furtiva, extracción de especies la explotación del agua para el abastecimiento de las grandes ciudades y actividades terciarias sin considerar la escasez en el recurso para los habitantes de la zona, los litigios agrarios y comuneros, el tiradero a cielo abierto en la Fracción I, la venta consecuente de fraccionamientos de los terrenos comunales y la desvinculación de la población con el ANP cada vez más tangible, son factores de la situación actual del COBIO.

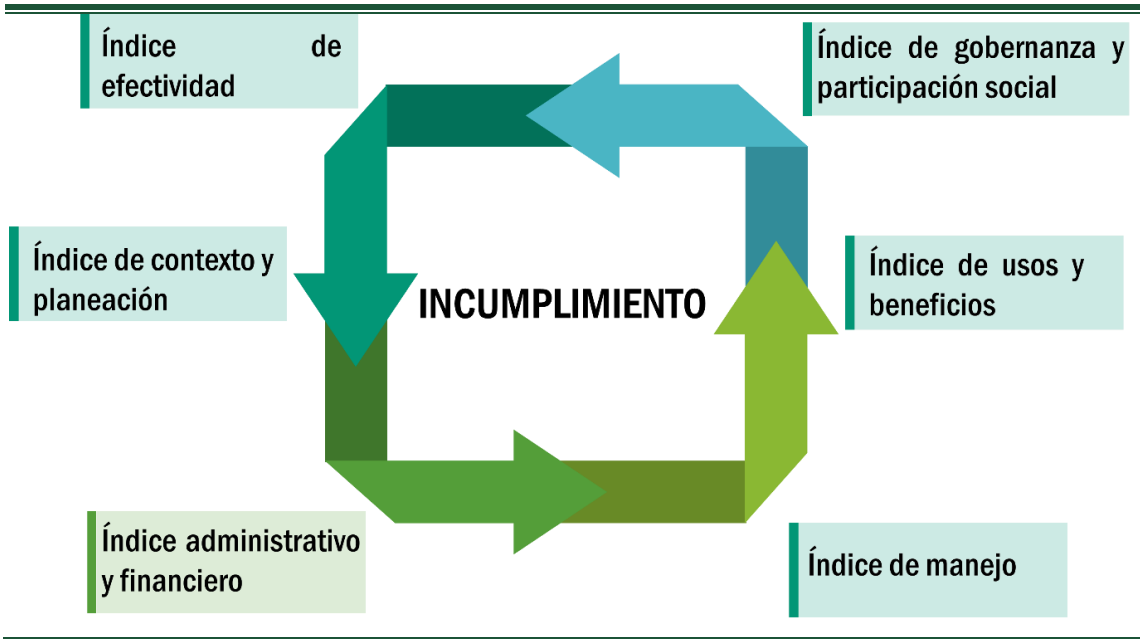


Figura 34. Índice de efectividad del APFF Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en CONANP, 2020.

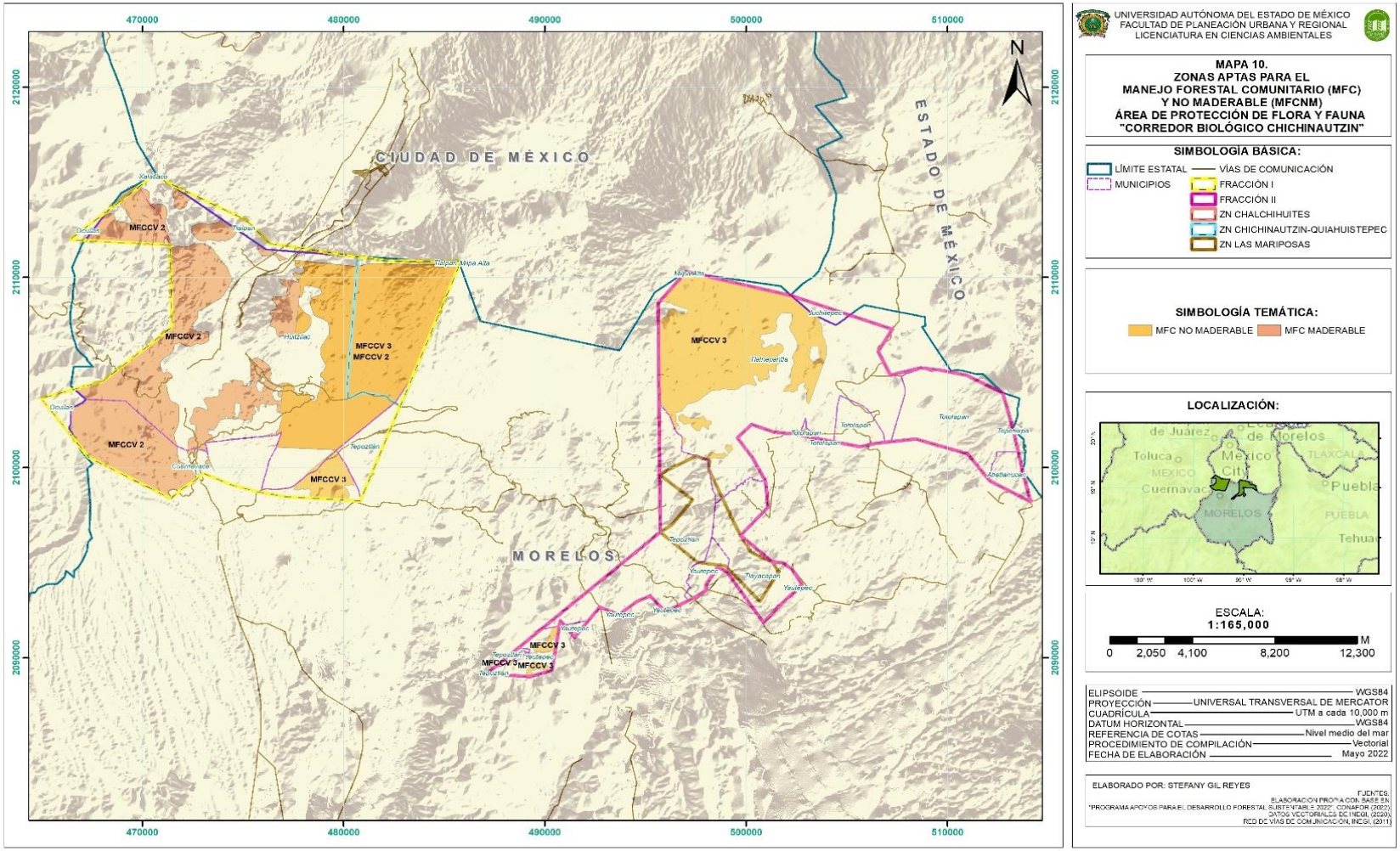
Una de las principales causas que han ocasionado el deterioro de los ecosistemas en el COBIO por parte de uno de los actores clave, se encuentra en que los propietarios de los predios tienen una falta de diversificación en compensaciones económicas por parte de diversos programas gubernamentales, de tal suerte que prefieren realizar el cambio de uso

de suelo para llevar a cabo actividades de subsistencia como la venta de sus predios o en otros casos como en las tierras de uso común en la Fracción I donde el grupo de poder de comuneros se encarga de esta actividad, despojando el sentido del bien comunal. Con ello se provocan impactos negativos a todo el sistema ambiental, dicha problemática ha sido abordada por parte de las autoridades ambientales mediante la imposición unilateral en la restricción sobre los usos del suelo con fines de conservación, por ello, el Programa de Manejo debe reorientar esta visión, hacia un desarrollo que permita la sinergia entre los diversos actores, ya que como se ha venido manejando durante años, los dueños de las tierras que albergan los ecosistemas han sido de escasos recursos, lo que hace totalmente injusto el imponerles restricciones que limitan aún más sus posibilidades de desarrollo.

Una de las principales problemáticas detectadas durante la investigación ha sido la tala ilegal misma que ha sido causa directa de la deforestación representada cuantitativamente, la región del Chichinautzin se ha caracterizado por ser una zona de recursos maderables por rodearse de bosques templados; Otro potencial natural lo constituye el aprovechamiento forestal maderable, por la presencia de los ecosistemas de pino y de pino-encino se deben aprovechar de manera racional en conjunto con los diversos actores que interactúan en el área y que además acciones con el recurso financiero y humano suficiente permiten disminuir el impacto por incendios forestales, cambios de uso de suelo e inclusive la tala ilegal; la Institución competente en este rubro es CONAFOR, que a través de diversas variables se pondera de manera anual a nivel nacional las zonas con mayor aptitud a los programas de plantaciones forestales comerciales como los pinos de navidad y los sistemas agroforestales, de saneamiento forestal y de manejo del fuego, arrojando valores de alta y muy alta aptitud para estas actividades; por ser un programa de carácter voluntario, la difusión de éste en el COBIO es fundamental para la promoción de actividades en pro de la conservación y de la diversificación de ingresos que representa para las comunidades; entendiendo de esta manera un mayor peso en el aspecto económico propiciando los "incentivos verdes" a través de las instituciones y sus programas debidos.

La fracción I presenta una alta aptitud para el aprovechamiento comercial del recurso forestal maderable, misma que debe surgir de la organización local en el diseño y ejecución de

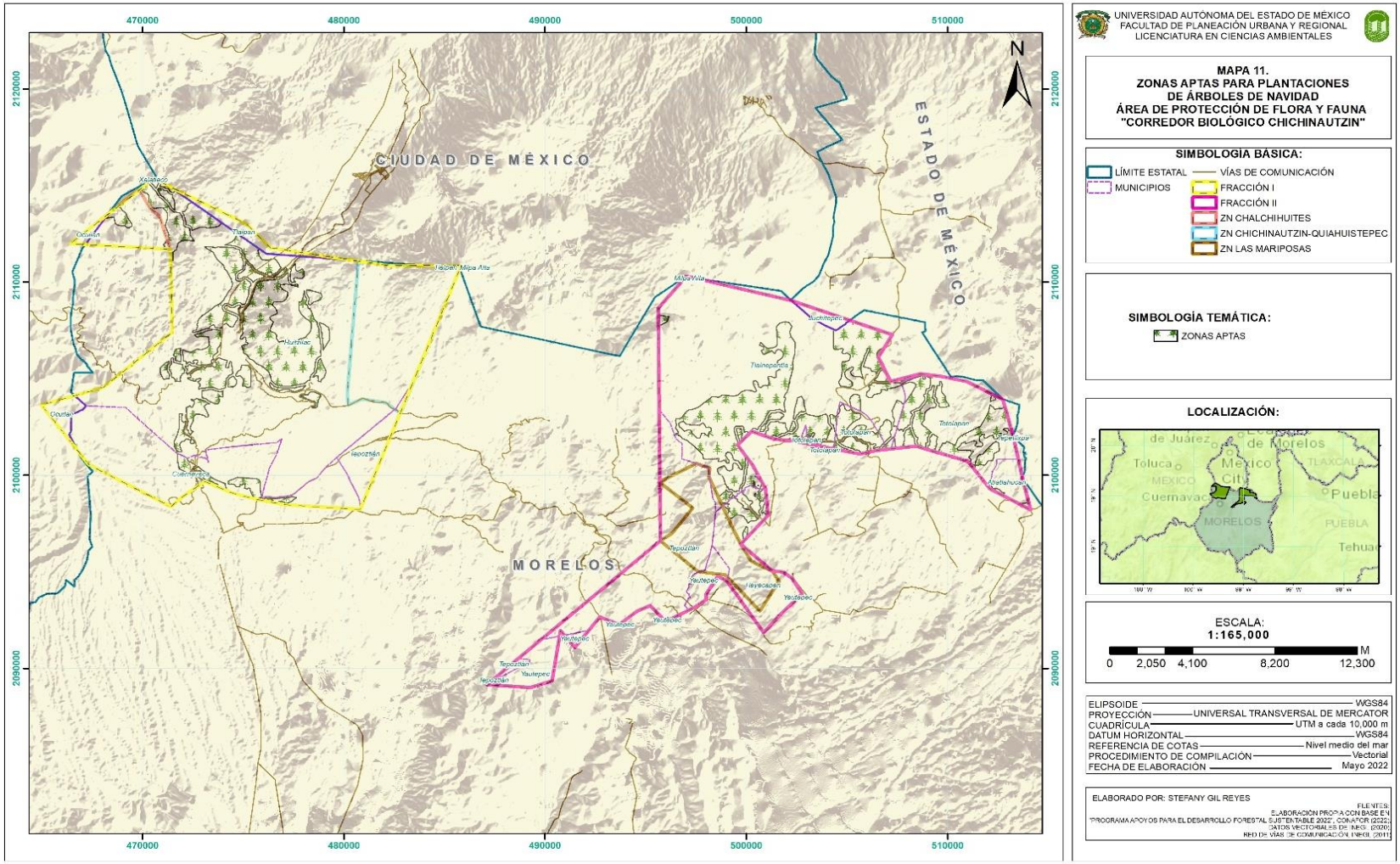
proyectos y que CONAFOR apoya técnica y financieramente con el fin de incentivar el manejo forestal sostenible y la cadena de valor que representa esta actividad. Por otro lado, en la Fracción II la mayor aptitud se encuentra en los productos no maderables que es donde se encuentra el nopal y que solo bastaría obtener la captación de los recursos financieros. Finalmente, la Zona Núcleo "Chichinautzin-Quiahuistepec" presenta una alta aptitud tanto en productos maderables como no maderables, no obstante, su zonificación no permite el desarrollo de ninguna actividad productiva; esto refleja la falta de compatibilidad entre los instrumentos que rigen el área al generar proyectos, además que una subzonificación de aprovechamiento sustentable permite que se realicen estas actividades, por lo que el replantear las subzonificaciones de la zona de amortiguamiento es esencial (*Map10*).



Mapa 10. Zonas de mayor aptitud de Manejo Forestal Comunitario maderable y no maderable en el Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2022.

Las condiciones de uso de suelo y actividades productivas agropecuarias obtienen escenarios distintos, como en Tlalnepantla y Totolapan, municipios de la Fracción II reconocidos nacionalmente por la producción de nopal que con el tiempo se ha fortalecido llegando a ser la principal actividad económica, reflejado en el incremento de la superficie agrícola lo cual quiere decir que existe una compatibilidad entre la aptitud del suelo con la actividad que se desarrolla, no obstante, los programas de apoyo al fomento de la agricultura, ganadería, pesca y acuicultura no considera a Morelos dentro de los estados participantes, además los programas son destinados a los alimentos derivados de la agricultura como el maíz, el frijol y la calabaza; mismos de los cuales no produce Morelos en las mismas cantidades que el resto de entidades, usualmente este tipo de cultivos son de consumo propio. No obstante, el fortalecimiento agrícola y de identidad que han tenido estos municipios entorno a la producción de nopal ha permitido obtener recursos estatales a través del Fondo de Aportaciones Estatales para el Desarrollo Económico (FAEDE), en estas zonas se debe impulsar en su producción y comercialización para brindar alternativas de desarrollo rural sustentable en beneficio de los habitantes dedicados a este sector y que en conjunto con SEMARNAT, CONAFOR y CONANP, se deben encaminar acciones de sistemas agroforestales en estas regiones prioritarias por la diversidad biológica que sostienen y por su papel en la conectividad ecológica.

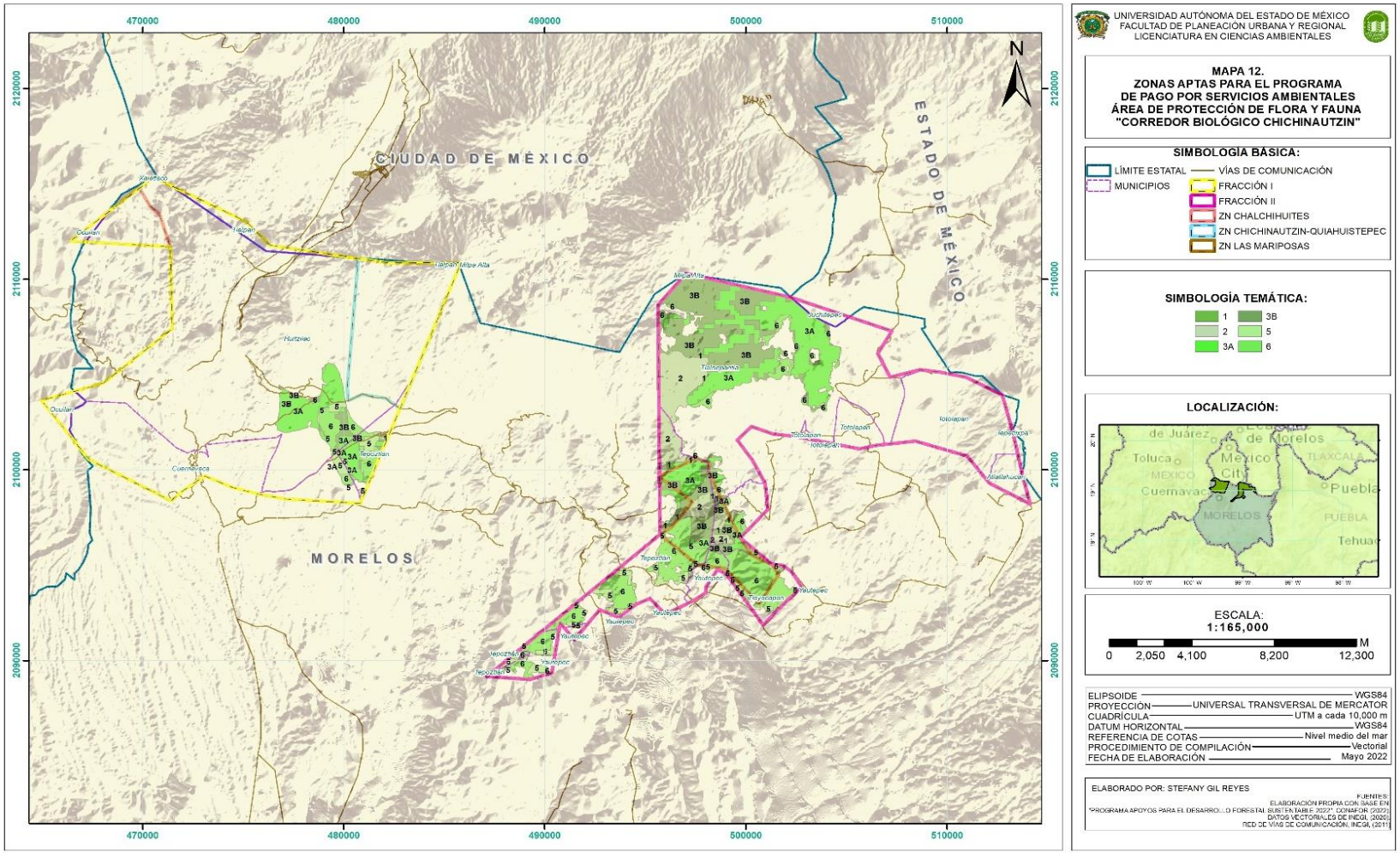
De otra forma, las zonas pecuarias y de pastizal en el 2020 son a raíz de los incendios forestales ocurridos en los últimos años, del abandono de tierra agrícola e inclusive del desmonte de vegetación a raíz de la tala ilegal, cuentan con una oportunidad de restauración forestal a través de actividades productivas, como lo son las plantaciones de árboles de navidad comprendidas por las especies de Oyamel (*Abies religiosa*), Abeto (*Pseudotsuga menziesii*) y de Pino (*Pinus ayacahuite*). Estas especies además de ser nativas de la región permiten una alternativa de desarrollo sustentable para las regiones locales (***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.****1*).



Mapa 11. Zonas aptas para plantaciones de árboles de navidad en el Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2022.

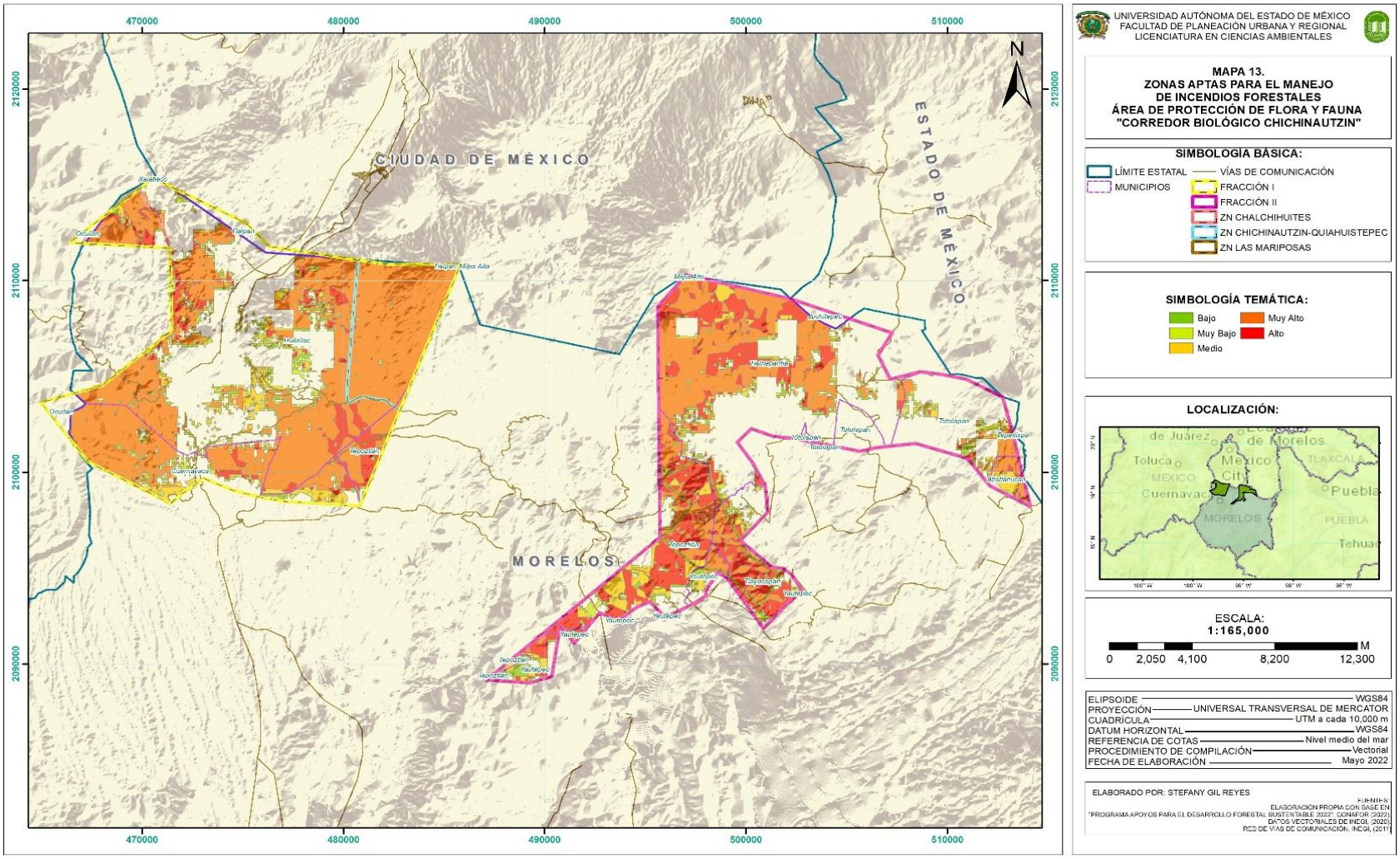
El medio económico permite un entendimiento en la concepción del uso y la valorización de los recursos naturales, esta estrategia en beneficio de la biodiversidad debe acompañarse de asesoría, capacitación y monitoreo constante, este recurso es financiado usualmente por entidades internacionales, uno de los diversos incentivos económicos en México son los PPSA por parte de la CONAFOR ya sea por captación, infiltración y provisión del recurso hídrico, captura y almacenamiento de carbono, etc. Con la finalidad de favorecer y preservar la generación de estos, donde los dueños de la tierra se comprometen a mantener la cobertura forestal, evitando así el cambio de uso de suelo, aunado de realizar prácticas para la conservación y restauración de ecosistemas forestales a cambio de una compensación fija por hectárea con un periodo de cinco años, siendo éste un tipo de modelo de participación pública-privada para la gestión de actividades de conservación, de adaptación al cambio climático y de desarrollo sustentable en los territorios.

EL COBIO presenta diversos tipos de percepciones económicas de acuerdo con el área, esta ponderación se basó en considerar las zonas prioritarias a través de una serie de criterios, como: encontrarse dentro de un ANP, en una microcuenca, zonas con riesgo de deforestación, de desastre natural, si es un sitio prioritario para la conservación, etc. Estos criterios dentro de la zona permiten una mayor ponderación y, por ende, una mayor captación de recursos financieros para la preservación de la biodiversidad por parte de las comunidades locales, como se puede observar, las zonas aptas se localizan en la comunidad de Coajomulco, en la Fracción I, por otro lado, en la Fracción II dentro de la Zona Núcleo "Las Mariposas" y en las regiones montañosas de Tlalnepantla, mismas que son de captación del recurso hídrico y el programa consiste en que las personas propietarias o legítimas poseedoras de terrenos forestales cuyos predios mantienen una cobertura forestal en buen estado de conservación reciban cierta cantidad monetaria considerando un área de pago diferenciado de acuerdo al nivel de conservación del territorio representado de manera ascendente (*Mapa 12*).



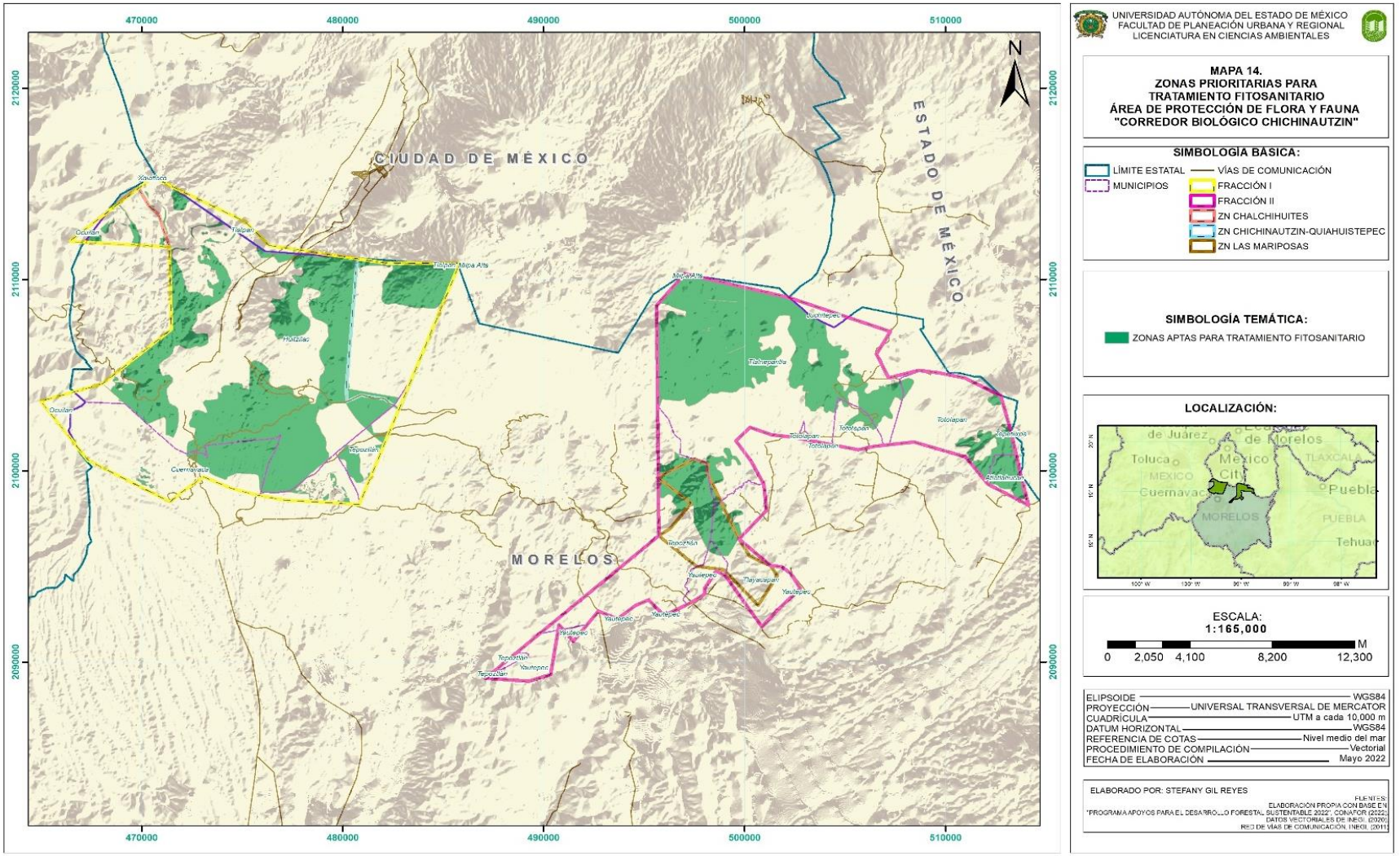
Mapa 12. Zonas aptas para el programa de PSA en el Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2022.

El COBIO es afectado anualmente por incendios forestales, mismos que incrementan a raíz de las causas antrópicas y que no solamente genera la remoción de vegetación, sino que también repercute fitosanitariamente en las especies afectadas y quienes usualmente manejan los incendios forestales son grupos de habitantes locales bajo sus propios medios, esta actividad es de alto riesgo para la integridad física de la población, por ello, CONAFOR dentro de sus programas destaca el equipamiento y operación de las brigadas y que nuevamente recaen en su mayoría dentro de las zonas núcleo, esto permite una preservación de los recursos naturales bajo una percepción económica y de integridad física (*Mapa*).



Mapa 13. Zonas prioritarias para el combate de incendios forestales en el Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2022.

La operación de estos programas debe ser manera sinérgica ya que como se ha apreciado en los mapas, algunos de estos recaen en la misma zona, como lo es el MFC con el de tratamiento fitosanitario, en enlace de ambas estrategias permite un aprovechamiento más integral y que, como se pudo apreciar en campo, la mínima pérdida en la cobertura forestal no quiere decir que el ecosistema se encuentre saludable, en ocasiones se presentan monocultivos con plagas lo que retrocede las condiciones de conservación.



Mapa 14. Zonas aptas para tratamientos fitosanitarios en el Chichinautzin. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2022.

Como ya se mencionó el COBIO conecta dos Parques Naturales, "El Tepozteco" y "Lagunas de Zempoala", ambos parques reciben un flujo considerable de turismo tanto nacional como internacional y que cuentan con la infraestructura necesaria para el turismo; no obstante, el hecho de que la carrera México-Cuernavaca cruce la Fracción I y la carretera La Pera-Cuautla al sur de la Fracción II convierte el COBIO como un área de paso, donde los habitantes del ANP comercializan al pie de carretera algunos de sus productos artesanales, comida tradicional, destacando los hongos comestibles y que en la zona de fraccionamientos y en Cuernavaca se ofrece a los turistas el servicio de alojamiento temporal, dicho lo anterior, se tiene que de las 3 ANP, el COBIO es el de menor infraestructura, siendo principalmente utilizado como una vía de conexión entre ambos Parques.

En general, Morelos por ser un Estado enfocado al sector terciario debe apegar sus propuestas de desarrollo en la Agenda 2030 y la zona de estudio transita en gran medida a ello; la Secretaria de Turismo (SECTUR) incluyó dentro del Ordenamiento Turístico Sustentable el proyecto de "Corredores turístico" el cual tiene como objetivo el desarrollo turístico sustentable en las regiones forestales con alto valor biocultural del país, mismo que se alinea con el ODS 15 y que las características del Chichinautzin, como su historia, su cultura y las especies de flora y fauna endémicas permiten el desarrollo de proyectos comunitarios de turismo rural, ecoturismo o turismo de naturaleza, mismos que están enfocados a un desarrollo sostenible donde la misma comunidad se apropie del proyecto y sus ingresos económicos mediante el aprovechamiento de sus recursos naturales con menores tendencias de cambio de uso de suelo; estos proyectos deben considerar las necesidades sociales, las condiciones ambientales y el ingreso económico que más atienda la demanda en su territorio.

En lo que se refiere al ordenamiento del uso del suelo, de los 8 municipios de Morelos que conforman el ANP, solamente Huitzilac y Tepoztlán cuentan con un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, representan el 51.93% del COBIO, no obstante, debe considerarse que ambos municipios se encuentran en distintas Fracciones, por un lado, el POET de Huitzilac representa el 77.73% de la Fracción I, por otro lado, el POET de Tepoztlán abarca el 21.46% de la Fracción II, dejando esta última fracción con menores regulaciones en los usos de suelo. Por parte de los cuatro municipios del Estado de México, que en conjunto abarcan el 1.13% del COBIO y que, dentro del Ordenamiento

Territorial Regional del que hace parte el municipio de Ocuilan no hace mención sobre el APFF Chichinautzin, sin embargo, la región que hace parte de éste menciona una alta aptitud forestal, considerando el cumplimiento de los objetivos establecidos en el decreto del ANP, conservación y recuperación.

Finalmente, y con menor superficie, las delegaciones de la Ciudad de México representan el 0.83% del COBIO y que, el Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México 2020 – 2035 marca las áreas de las delegaciones que hacen parte del ANP como suelos de conservación y se considera el valle de Chichinautzin dentro de la conectividad de los ecosistemas a través de la reconversión productiva dentro del desarrollo rural, sin embargo, para generar una mayor conectividad entre las Áreas Naturales Protegidas, deberán los programas e instrumentos ser compatibles entre sí o en su caso, como la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca contar con su propio Ordenamiento Territorial.

Los instrumentos normativos (OET, PDU, PM) que rigen el territorio presentan cierta discrepancia entre las políticas ambientales segmentadas en UGAs delimitadas espacialmente, por un lado, el OET de Huitzilac permite un crecimiento urbano, mientras que el ANP restringe la presencia de nuevos asentamientos humanos; esta incompatibilidad se debe a la falta de vinculación entre las dependencias al actualizar o generar un instrumento de ordenamiento del territorio, por ende, el PM que se le realice al ANP debe considerar los instrumentos mencionados anteriormente vigente y las aptitud actual del territorio de acuerdo a las necesidades de la población que genere a su vez una concordancia entre los ingresos económicos, como también el uso de suelo con mayor compatibilidad.

El cambio de uso de suelo requiere de una mayor comunicación y coordinación entre las diferentes dependencias gubernamentales, como la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), la Secretaría del Bienestar, SEMARNAT, CONANP, SECTUR y CONABIO para no desarrollar programas que afecten la conservación del Área Protegida, esta sinergia debe focalizarse de lo local a lo regional, como lo son los Comités Técnicos del ANP, las autoridades ejidatarias, comunales, municipales, necesitan comunicar y coordinar las distintas acciones que se realizan en la región.

Las instituciones no tiene fácil la tarea de impulsar el desarrollo sustentable por el papel restrictivo que ha tomado entorno al territorio como ANP, por ende, la efectividad de conservación está condicionada a diversos procesos sociales, económicos y culturales asociados al cambio de uso de suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales; la planeación, el financiamiento y la operatividad del COBIO es determinada por la misma dinámica entre la relación de las autoridades competentes con la población local está confianza entre actores permite la legitimidad de las instituciones.

6. Conclusiones generales

El tema de conectividad ecológica en Áreas Naturales Protegidas ha tomado considerable relevancia en la agenda nacional como respuesta de restauración y para hacer frente a la fragmentación de los ecosistemas, considerando un aprovechamiento justo y responsable de los recursos naturales, esto pretende lograrse mediante los corredores biológicos que tienen como objetivo lograr una restauración en la conectividad de la cobertura forestal deteriorada mediante la diversificación de actividades socio-productivas para así lograr un mejoramiento en la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones, para ello es importante conocer las condiciones actuales de los espacios que representan estos nodos de conectividad, no obstante, no se han encontrado estudios que analicen la funcionalidad de los corredores biológicos bajo el contexto de Áreas Naturales Protegidas.

Para ello se retoma el único Corredor Biológico sustentado legalmente mediante la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, analizando la dinámica de sus usos de suelo partiendo del momento de su decreto hasta la actualidad, considerando los factores ambientales, sociales, demográficos y económicos que inciden sobre el suelo, dicha integración pretende brindar un mayor panorama respecto a la efectividad que ha tenido el Chichinautzin en contraste con los objetivos de su creación.

El objetivo de la presente investigación ha demostrado cómo la efectividad en el manejo y en el cumplimiento de los objetivos de la creación del COBIO no es de carácter cuantitativo mediante la pérdida o ganancia en la superficie de los usos considerados, sino que es resultado de la interacción entre las diversas esferas que comprenden el territorio, arrojando de manera particular que la zona está condicionada a diversos

factores como la sobreposición de dominios que fluctúa en la venta de predios, la presencia de tala ilegal en la Fracción I, asimismo la expansión agrícola vista en la Fracción II y que han tenido una mayor injerencia en la modificación del territorio, además que este primer acercamiento al Chichinautzin permite establecer instrumentos y políticas públicas encaminadas a una reconfiguración del paisaje y un fortalecimiento en las políticas e instrumentos referentes a reintegración del paisaje.

Es inherente el tener un territorio sin suponer un conflicto social, no obstante, el corredor biológico como instrumento de conectividad debe representar la reconfiguración de los tejidos sociales para el desarrollo de capacidades locales en la diversificación de ingresos, considerando la alineación de políticas públicas, hallando en un inicio que la degradación de los ecosistemas no depende exclusivamente de su cobertura, ya que, durante el trabajo en campo, se constató que ciertas áreas forestales no cuentan con las condiciones fitosanitarias para la provisión de servicios ambientales, asimismo, las estrategias de restauración como la reforestación no han sido efectivas por la falta de seguimiento.

Otro hallazgo de relevancia es el paulatino abandono de territorio en la falta de infraestructura y mediante su concepción como "Corredor Biológico Chichinautzin" llegando a ser en ocasiones totalmente ajeno a la población local, además se descubrió que la falta de un programa de manejo como instrumento base de gestión y manejo del Área Natural Protegida ha incidido directamente sobre la ocupación del suelo como lo es la presencia antrópica en las zonas núcleo, además de la presencia de un tiradero a cielo abierto como resultado de la carencia en la planificación urbana y de dotación de servicios básicos, finalmente la baja efectividad que han tenido los programas gubernamentales referentes a conservación por lo que se opta por realizar otras actividades que impliquen mayor ganancia.

Por otro lado, el mapa 15 muestra la transformación total que tuvo la zona de estudio a lo largo de 30 años partiendo que la distribución del Chichinautzin no es meramente forestal, sino que ya existía la agricultura, la ganadería y los asentamientos humanos, considerando los usos de suelo presente en 1990 y si éste no presentó algún tipo de variación para el 2020 se considera que no hubo cambio, visualizado de color verde,

mientras que el rojo hace referencia a un cambio de uso, significando una variación en su superficie, ya sea que un uso agrícola transitó a uno urbano o que un pastizal fue reforestado que no necesariamente implica un uso negativo, sino que es el resultado de dicha interacción.

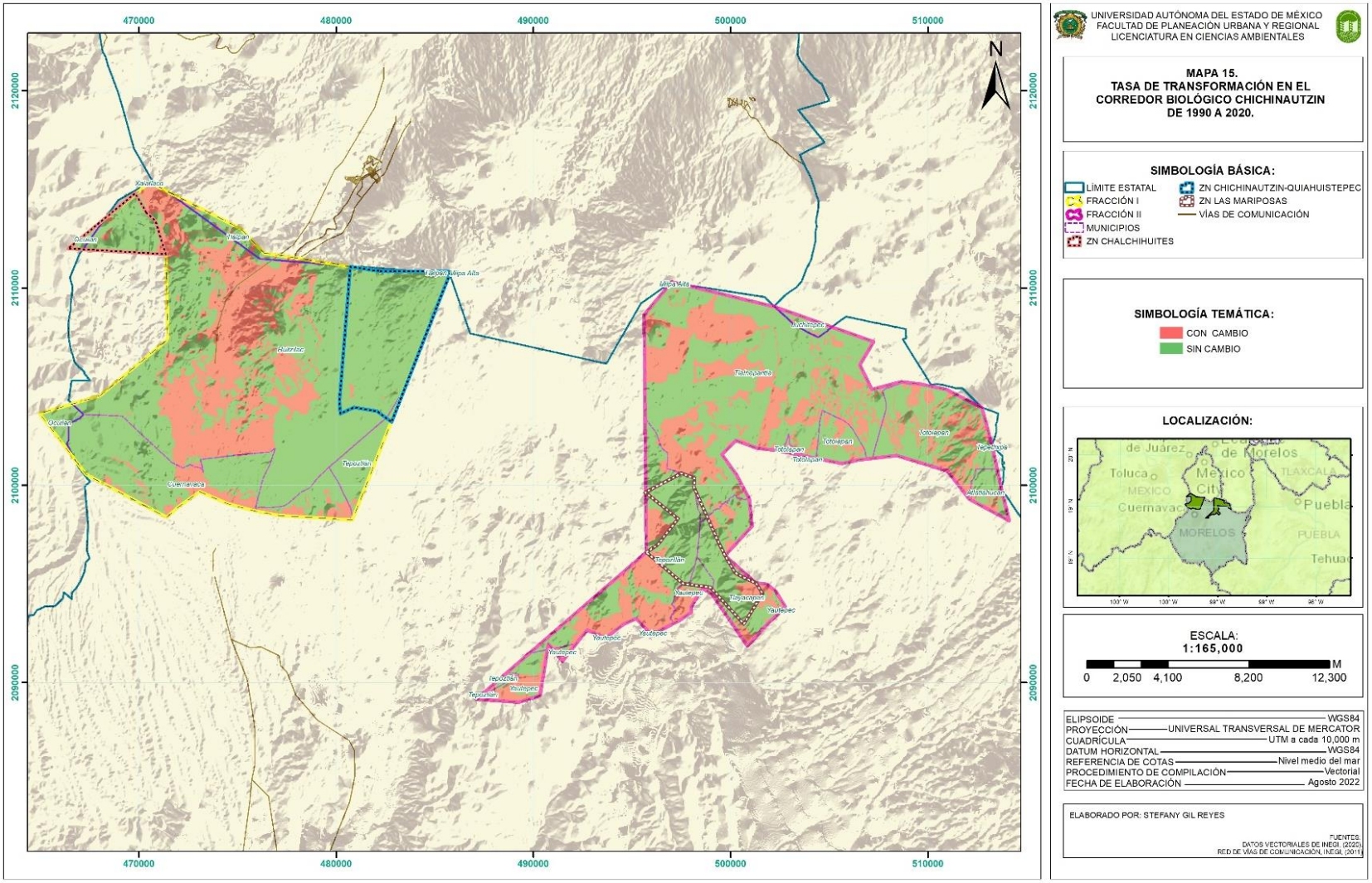
Corroborando la premisa donde las transformaciones que ha tenido el Chichinautzin por Fracción son distintas a pesar de encontrarse en una misma región y que estos cambios responden a las condiciones del medio físico como a las necesidades de la población, ha sido representado respecto al nivel de variación, arrojando de manera general un cambio total de 116.63 km^2 lo cual representa el 31.27% del Chichinautzin distribuido verticalmente en la Fracción I donde el proceso de urbanización ha sido el más latente, por otro lado, la Fracción II muestra una transformación en el territorio distribuidos en distintos parches dispersos, obteniendo una mayor ocupación urbana al sur, al norte y este de transición forestal a agrícola y pecuaria, finalmente la zona núcleo "Las Mariposas" ha presentado cambio al sureste con una transformación de 7.87% por el uso urbano.

Mientras que el área que no presentó ningún tipo de variación se distribuye en 256.32 km^2 representando el 68.72% distribuido principalmente al suroeste donde hay mayor predominancia del bosque mesófilo de montaña, dicho ecosistema es de alta relevancia nacional por la alta biodiversidad existente, en esa zona se encuentra un área potencial de conservación, por otro lado al este, donde se localiza la zona núcleo "Chichinautzin-Quiahustepec" de la Fracción I siendo mínimamente impactada por la carretera federal 95D que le cruza, mientras que la zona núcleo "Chalchihuites" ha presentado cierto cambio por los incendios forestales que predominan en la zona; en lo que concierne la Fracción II se aprecia que la zona sin perturbación se distribuye al norte en las zonas montañosas y al centro en la zona núcleo "Las Mariposas".

Retomando la hipótesis planteada al comienzo de este estudio, ahora es posible afirmar que la dinámica en los usos de suelo en el Corredor Biológico Chichinautzin no han sido congruentes con los objetivos que lo decretaron ya que han respondido a las dinámicas sociales mismas que no han sido reguladas por lo que se sugiere la elaboración y ejecución del Programa de Manejo, además del fortalecimiento en la sinergia institucional

y local mediante programas que consideren las partes implícitas para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Aunque el estudio ha demostrado con éxito un análisis integral de los usos de suelo en la efectividad de la conectividad ecológica tiene ciertas limitaciones en términos de que su categoría como Área de Protección de Flora y Fauna no permite la vinculación entre los objetivos con los Parques Nacionales El Tepozteco y Lagunas de Zempoala, además la separación entre ambos polígonos que de cierta medida genera un aislamiento e interrupción del paisaje, este aspecto es importante para futuras investigaciones porque permite accionar las estrategias de conservación en el Corredor Biológico Chichinuatzin ya que la diferencia entre las ocupaciones de suelo entre ambas Fracciones brinda una base en la dinámicas sociales, demográficas, económicas y ambientales a las que se está sumergido el territorio.



Mapa 15. Tasa de transformación en el Corredor Biológico Chichinautzin de 1990 a 2020. Fuente: Elaboración propia con base en CONAFOR, 2022.

Bibliografía

Acuña E. Molina J. Rodríguez S. (2017). Análisis de la estructura del paisaje en el Corredor Biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, en los años 2005, 2012 y 2016. Julio 2021 de Universidad Nacional de Costa Rica. Disponible en: https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14205/AN%C3%81LISIS%20DE%20LA%20ESTRUCTURA%20DEL%20PAISAJE%20EN%20EL%20CORREDOR%20BIOL%C3%93GICO%20ALEXANDER%20SKUTCH%2C%20P%C3%89REZ%20ZELED%C3%93N%2C%20E.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Álvarez P. (2013). Corredor Biológico Mesoamericano en México. Agosto 2021 de CONABIO. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/pdf/PROFORCO/01-Biodiversitas-Corredores.pdf

Aristegui Noticias. (2021). Bajo amenazas y agresiones de talamontes, brigadistas sofocan incendios en Morelos. Diciembre 2021 de Aristegui Noticias. Disponible en: https://aristeguinoticias.com/3103/mexico/bajo-amenazas-y-agresiones-de-talamontes-brigadistas-sofocan-incendios-en-morelos/

Aristegui Noticias. (2021). Morelos: Vecinos de Huitzilac urgen a sofocar incendio que amenaza Corredor Biológico Chichinautzin | Videos. Noviembre 2021 de Aristegui Noticias. Disponible en: https://aristeguinoticias.com/3003/mexico/morelos-vecinos-de-huitzilac-urgen-a-sofocar-incendio-que-amenaza-corredor-biologico-chichinautzin-videos/

Ayuntamiento de Huitzilac. (2010). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Huitzilac, Morelos. Septiembre 2021 de Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/poet-huitzilac

Ayuntamiento de Huitzilac. (2013). Plan Municipal de Desarrollo Huitzilac 2013-2015. Agosto 2021 de Ayuntamiento de Huitzilac administración 2013-2015. Disponible en: https://www.hacienda.morelos.gob.mx/images/docu_planeacion/planea_estrategica/planes_municipales/Huitzilac.pdf

Ayuntamiento de Tepoztlán. (2009). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Tepoztlán, Morelos. Septiembre 2021 de Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/poet-tepoztlan

Ayuntamiento de Tlalnepantla (2013). Plan Municipal de Desarrollo Huitzilac 2013-2015 de Ayuntamiento de Tlalnepantla administración 2013-2015. Disponible en: https://www.hacienda.morelos.gob.mx/images/docu_planeacion/planea_estrategica/planes_municipales/TLANEPANTLA.pdf

Ayuntamiento de Yautepec (2019). Plan Municipal de Desarrollo Yautepec 2019-2021 de Ayuntamiento de Yautepec administración 2019-2021. Disponible en: http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/acuerdos_municipales/pdf/ACPARPMDYAUTEMO.pdf

Balam Ha. (2008). Promoción de la conectividad para la conservación de especies en riesgo a través del establecimiento o desarrollo de unidades de manejo para la conservación UMA, como estrategia de conservación del programa de conservación de especies en riesgo (PROCER). Julio 2021 de CONABIO. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/documentos/ganaderia_vida_silvestre/Informefinalbalamha2008.pdf

Biocorredores. (2021). Programa Nacional de Corredores Biológicos. Julio 2021 de Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica. Disponible en: https://biocorredores.org/corredoresbiologicos/programa-nacional-de-corredores-biologicos

Bocco G. & Garibay G. (2007). La Situación Actual en el Uso del Suelo en Comunidades Indígenas de la Región P'urhépecha 1976-2005 2007. Noviembre 2021 de Comisión Nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas. Disponible en: http://www.inpi.gob.mx/2021/dmdocuments/situacion_uso_suelo_region_purhepecha.pdf

Camacho-Sanabria, José Manuel, Juan Pérez, José Isabel, Pineda Jaimes, Noel Bonfilio, Cadena Vargas, Edel Gilberto, Bravo Peña, Luis Carlos, & Sánchez López, Marcela. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. Madera y bosques, diciembre 2021 de Scielo. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000100008&lng=es&tlng=es.

Canet L. (2007). Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica. 14 Julio 2021 de Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical Agricultural Research and Higher Education Center. Disponible en: http://www.sidalc.net/repdoc/A1573e/A1573e.pdf

Canet L. Madrigal L. Charcón O. (2017). Plan de Gestión del Corredor Biológico Tenorio Miravalles 2017-2022. Julio 2021 de GIZ. Disponible en: http://biocorredores.org/corredoresbiologicos/sites/default/files/docs/Plan%20de%20Gesti%C3%B3n%20del%20CBTM%202017_20170817.pdf

CBTM. 2017. Plan de Gestión del Corredor Biológico Tenorio Miravalles 2017 – 2022. Costa Rica. Cartago, CR. 40p.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2021) Áreas Naturales Protegidas https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226

CONABIO. (2020) ¿Qué es un corredor biológico? Agosto 2021 de CONABIO. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/que-es-corredor

CONABIO. (2020). Áreas protegidas. Julio 2021 de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot

CONAFOR. (2021). Programa Estatal de Manejo del Fuego de CONAFOR. Enero 2022. Disponible en: http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/metadata/forestal/incendios/2021/doc/Programa_Estatal_de_Manejo_del_Fuego_2021.pdf

CONAFOR. (2022). Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2022. Abril 2022 de CONAFOR, Disponible en: https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2022/98

CONANP. (2003). Estimación de la tasa de transformación del hábitat en el "Corredor Biológico Chichinautzin". Julio 2021 de Comisión de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/TTH/Chichinautzin_Zempoala_Tepozteco/Chichinautzin_Zempoala_Tepozteco_TTH_1973_2000.pdf

CONANP. (2020). Informe Regional Centro y Eje Neovolcánico de Evaluación de la

CONANP. (2022). Ficha SIMEC del Corredor Biológico Chichinautzin. Julio 2021 de CONANP. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=39&=11

CONANP. (s.f.). Áreas Naturales Protegidas de México. Agosto 2021 de CONANP. Disponible en: http://sig.conanp.gob.mx/website/interactivo/anps/

CONANP. (s.f.). Términos de Referencia para la Elaboración de Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas Competencia de la Federación. Agosto 2021 de CONANP. Disponible en: https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/TERMINOS%20DE%20REF-PAGINA.pdf

Daltabuit, M., A.M. Chávez, D. Moctezuma, M.F. Paz y F. Rodríguez (1995). "Diagnóstico Socioeconómico del Corredor Biológico Chichinautzin". Cuernavaca, UNAM/CRIM. No publicado.

Diario de Morelos. (2017). Clausuran obra en Corredor Biológico Chichinautzin. Febrero 2022 de Diario de Morelos. Disponible en: https://www.diariodemorelos.com/noticias/clausuran-obra-en-corredor-biol-gico-chichinautzin

Diario Oficial de la Federación (1988). Decreto del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin. Julio 2021 de Gobierno de México. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_decretos/39_decreto.pdf

Efectividad del Manejo de las Áreas Naturales Protegidas de México. Abril 2022 de CONANP. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_evaluacion/inf_regional/Informe%20Regional%20Centro%20y%20Eje%20N%20junio2020.pdf

EMSA. (2013). Plan director CBM-2020 Gestión territorial sostenible en el Corredor Biológico Mesoamericano. Agosto 2021 de Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental. Disponible en: http://www.proyectomesoamerica.org:8088/emsa/images/CBM/PlanDirectorCBM-2020aprob.pdf

Escalante R. y Catalán H. (2007). Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos de Facultad de Economía UNAM. Enero 2022. Disponible en: http://economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/350/01escalante.pdf

FAO. (2003). Corredor Biológico Mesoamericano: Iniciativa de Integración Regional para promover la conservación del bosque. Agosto 2021 de FAO. Disponible en: http://www.fao.org/3/xii/ms15-s.htm

Figueroa F. Sánchez-Cordero V. (2008). Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. Diciembre 2021 de Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Effectiveness-of-natura-protected-areas-to-prevent-land-use-and-land-cover-change-in-Mexico.pdf

Figueroa, Fernanda, Sánchez-Cordero, Víctor, Illoldi-Rangel, Patricia, & Linaje, Miguel. (2011). Evaluación de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente? Revista mexicana de biodiversidad, 82(3), 951-963. Enero 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000300020&lng=es&tlng=es.

Folke, C., S. Carpenter y T. Elmqvist. (2002). Resilience for Sustainable Development: Building Adaptive Capacity Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. Royal Swedish Academy of Sciences. Disponible en: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.629.3759&rep=rep1&type=pdf

Galindo I. Barrón J. Padilla J. (2009). Relación entre ganadería extensiva e incendios en zonas forestales del estado de Colima. Febrero 2022 de Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del

Ambiente, Universidad de Colima. Disponible en: http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2009/sept/3.pdf

Gallopin G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico. Julio 2021 de CEPAL. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es.pdf?sequence=1

Garcia J. (2021). Incendios en Áreas Naturales Protegidas crecen 84% en 2021. Febrero 2021 de Causa Natura. Disponible en: https://causanatura.org/visualizacion-de-datos/incendios-en-areas-naturales-protegidas-crecen-84-en-2021

García J. (2021). Incendios en Áreas Naturales Protegidas crecen 84% en 2021. Septiembre 2021 de Causa Natura. Disponible en: https://causanatura.org/publicacion-vd?id=c0311d64-9bbe-4797-b07f-5e67a2dfac59

García Quiroga, F., & Abad Soria, J. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). Agosto 2021 de Observatorio Medioambiental, *17*, 253-298. Disponible en: https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/47194/44257

Gobierno de la Ciudad de México. (2020). Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México 2020 – 2035 de Gobierno de la Ciudad de México. Enero 2022. Disponible en: https://sepi.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/60e/8ed/a61/60e8eda61cceb813715848.pdf

Gobierno de Morelos. (2021). Agradecen productores a Cuauhtémoc Blanco reforestación en Huitzilac de Gobierno de Morelos. Octubre 2021. Disponible en: https://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/agradecen-productores-cuauhtemoc-blanco-reforestacion-en-huitzilac

Gobierno del Estado de Morelos. (2007). Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012. (2007). II. Diagnóstico. Agosto 2021. Disponible en: http://www.transparenciamorelos.mx/sites/default/files/OCA15.Plan%20de%20desarrollo%20municipal%20o%20estatal4_1.pdf

Gómez A. (2010). Bases del conocimiento para contribuir al fortalecimiento y consolidación del corredor biológico La Morocochas, Guanascate, Costa Rica. Julio 2021. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3000/Trabajo_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hardin G. (2005). La tragedia de los comunes. Julio de 2021 de Revista Latinoamericana. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30541023

Iglesia Y. y Fernández L. (2006) Pulmones de México: los bosques de oyamel. Septiembre 2021 de Universidad Veracruzana Disponible en: https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num3/articulos/bosques/index.htm

INEGI. (2019). Censos económicos 2019. Diciembre 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2013). Tasa anual de cambio de la superficie cubierta por diferentes coberturas (TCDC) de Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia de

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2001). Tecnología hidrológica de IMTA. Febrero 2022. Disponible en: https://www.imta.gob.mx/images/pdf/informes-anuales/informe2001/hidrologia.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1990). XI Censo General de Población y Vivienda 1990. Agosto 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1990/#Microdatos

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2000). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Agosto 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/#Microdatos

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2007). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Marzo 2022 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/cagf/2007/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Censo General de Población y Vivienda 2010. Septiembre 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#Microdatos

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional. Septiembre 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Censos económicos. Septiembre 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo General de Población y Vivienda 2020. Septiembre 2021 de INEGI. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (2022). Abril 2022 de Gobierno de México. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf

López Vazquez, Victor Hugo, & Balderas Plata, Miguel Angel, & Chávez Mejía, María Cristina, & Juan Pérez, José Isabel, & Gutiérrez Cedillo, Jesús Gastón (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 22(2),136-144. Noviembre 2020. ISSN: 1405-0269. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=104/10439327004

Maldonado A. (2018). Conflictos y gobernanza en la Sierra del Chichinautzin. Agosto 2020 de Ecoosfera. Disponible en: https://ecoosfera.com/conflictos-y-gobernanza-en-la-sierra-del-chichinautzin/

Maza R. (2012). Pago por servicios ambientales hidrológicos. Enero 2022 de UNAM. Disponible en: https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/7/3184/11.pdf

Mongabay Latam. (2021). ¿Qué son los corredores biológicos y por qué son clave para salvar la biodiversidad en el mundo? Julio 2021 de Mongabay Latam https://es.mongabay.com/2021/07/que-son-los-corredores-biologicos-biodiversidad/

Morton SR & Hill R (2014). What is biodiversity, and why is it important? Australia. CSIRO Publishing.

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

Obregón R. y Muñoz E. (2016). La dimensión territorial de los corredores biológicos. Agosto de 2021 de Conecto.Mx. Disponible en: https://www.conecto.mx/es/dimension-territorial-corredores-biologicos/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20el%20CBM%20se,peque%C3%B1as%20unidades%20familiares%2C%20la%20mayor%C3%ADa

Observatorio Urbano Metropolitano de Cuernavaca (2012). Programa de Manejo 04 Chichinautzin. Julio 2021 de Gobierno del Estado de Morelos Disponible en: http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/metadata/conanp/Programa_de_Manejo_04_Chichinautzin.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Servicios ecosistémicos y biodiversidad de FAO. Recuperado de: https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/

Paredes S. (2019). Morelos tiene 24 tiraderos a cielo abierto. Diciembre 2021 de El Sol de Cuernavaca. Disponible en: https://www.elsoldecuernavaca.com.mx/local/morelos-tiene-24-tiraderos-a-cielo-abierto-3782797.html

Paz F. Cuevas L. (2006). Las áreas naturales protegidas del norte de Morelos. Agosto de 2021 de Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/Las%20%C3%A1reas%20naturales%20protegidas%20del%20norte%20de%20Morelos_0.pdf

Paz M. (2005). La participación en el manejo de áreas naturales protegidas. Actores e intereses en conflicto en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos. / María Fernanda Paz Salinas. Cuernavaca: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, 2005. 367 p. Disponible en: https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/La%20participaci%C3%B3n%20en%20el%20manejo%20de%20%C3%A1reas%20naturales%20protegidas.pdf

Pérez J. (2021). Estudio de los procesos de cambio de uso del suelo en México. Fundamentos teóricos y metodológicos de CONACYT. Enero 2022. Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.11799/109937

Pineda O. (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago. Abril 2022. Centro de Investigación en Geografía y Geomática. Disponible en: http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/41

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial. (2006). ¿Qué es la CONANP? Julio 2021 de PAOT. Disponible en: http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/06_Biodiversidad/6.3_Conservacion/data_Conservacion/CONANP.htm

Procuraduría Federal de protección al Ambiente. (2018). PROFEPA mantiene acciones permanentes de inspección y vigilancia en el "Corredor Biológico Chichinautzin", en Morelos. Diciembre 2021 de PROFEPA. Disponible en: https://www.gob.mx/profepa/prensa/profepa-mantiene-acciones-permanentes-de-inspeccion-y-vigilancia-en-el-corredor-biologico-chichinautzin-en-morelos

Ramos A. (2014). Producción de nopal y dinámicas de interacción social en Talnepantla, Morelos 2005, 2008. Febrero 2022 de Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/download/269/267/

Red de Corredores Biológicos de América Latina y el Caribe. (s.f.). Los Corredores Biológicos (CB) en Costa Rica. Julio 2021 de CoBioRed. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cobiored/index.php/item/191-los-corredores-biologicos-cb-en-costa-rica

Rodríguez G. (2016). Escenarios de cambio de uso de suelo y diagnóstico de sus implicaciones en la recarga de acuífero de la zona reconocida como Bosque de Agua del Estado de Morelos. Marzo 2022 de Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma Del Estado De Morelos

Roy, A., Shanthala, B.S., Devi, Debnath, B., Murthy, M.S.R. (2010). Geospatial model for identification of potential ecological corridor in Orissa. Special issue on Biodiversity and Landscape Ecology. Agosto 2021 de Journal of the Indian Society of Remote Sensing.

Sahagún F. & Reyes H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. Agosto 2021 de REDALYC. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441955208001

Schoijet M. (2005). La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población. Agosto 2021. ISSN. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31220305

Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. (2007). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Totolapan. Febrero 2022 de Gobierno de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pmdu-totolapan

Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. (2007). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Tlalnepantla, Morelos. Febrero 2022 de Gobierno de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pmdu-tlalnepantla-o

Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. (2010). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huitzilac. Febrero 2022 de Gobierno de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pmdu-huitzilac

Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. (2011). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Tlayacapan. Febrero 2022 de Gobierno de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pmdus-tlayacapan-ssn

Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos. (2017). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec. Febrero 2022 de Gobierno de Morelos. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pmdus-yautepec

Secretaria de Desarrollo Sustentable. (2005). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Tepoztlán de Gobierno de Morelos. Mayo 2021. Disponible en: https://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pmdu-tepoztlan-c6

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). México, biodiversidad que asombra. Septiembre 2021 de SEMARNAT. Disponible en: https://www.gob.mx/semarnat/articulos/mexico-biodiversidad-que-asombra

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Cambios en el uso de suelo

SEMARNAT. (2018). Áreas de Protección de Flora y Fauna en México. Julio 2021 de SEMARNAT. Disponible en: https://www.gob.mx/semarnat/articulos/areas-de-proteccion-de-flora-y-fauna-en-mexico?idiom=es

Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica. (S/A). Corredores biológicos. Julio 2021 de SINAC. Disponible en: http://www.sinac.go.cr/ES/correbiolo/Paginas/default.aspx

Suárez T. & Molina E. (2014). El desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente. Septiembre 2021 de Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300008&lng=es&tlng=es.

Universidad de Buenos Aires (2022). Cátedra de Edafología. Septiembre 2021 de Universidad de Buenos Aires Disponible en:

https://www.agro.uba.ar/catedras/edafologia#:~:text=La%20Edafolog%C3%ADa%20(del%20griego%20edafos,el%20entorno%20que%20le%20rodea.

Universidad Veracruzana, (s.f.). Bosque de coníferas. Septiembre 2021 de Universidad Veracruzana Disponible en: https://www.uv.mx/ethnobotany/ArbCom_coniferas.html

Vargas Y. (2018). La memoria biocultural entre los jóvenes de la comunidad rural de Coajomulco, Morelos. Diciembre 2021 de Red Temática de Patrimonio Biocultural CONACYT. Disponible en: https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/La_memoria_biocultural_entre_los_jovenes_Morelos.pdf

Yancari J. (2009). Crisis y pobreza rural en América Latina: el caso de Perú. Diciembre 2021 de Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Disponible en: https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1416858768N41_2009_Yancari_crisispobrezaruralcasoPeru2_rimisp_cardumen.pdf

Zepeda Gómez, Carmen, Nemiga, Xanat Antonio, Lot Helgueras, Antonio, & Madrigal Uribe, Delfino. (2012). Análisis del cambio del uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones geográficas*, (78), 48-61. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000200005&lng=es&tlng=es.