

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social

Identidades e inclusión social

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Bosque Escuela



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

**2E11 PROGRAMA DE DESARROLLO LOCAL Y FORTALECIMIENTO DEL TEJIDO
SOCIAL**

BOSQUE ESCUELA

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. Ambiental y tecnologías sustentables. Ana Sofía Cárdenas Ávila

Diseño Urbano y Arquitectura del Paisaje. Cinthya Carolina Rubalcava González

Diseño Urbano y Arquitectura del Paisaje. Edna Angélica Godínez Araujo

Ingeniería Civil. Miguel Ángel Ramírez de la Torre

Profesor(es) PAP: Luis Raúl Martínez García, Juan Fernando Escobar

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2026

ÍNDICE

Contenido

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Personal.....	2
Resumen	3
Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	3
Introducción.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	5
Marco conceptual.....	5
Métodos	6
Área de estudio	6
Diseño de propuesta.....	17
Resultados esperados	18
Vinculación con los objetos.....	19
Resultados parciales.....	19
Discusión	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	36

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Personal

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que estudiantes, actores sociales y profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de éste y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) "Bosque Escuela: Geoparque" tiene como propósito general diseñar una estrategia integral, para sentar las bases de la declaratoria de un Geoparque en el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP). Se busca fomentar la conservación del patrimonio geológico, el geoturismo educativo y el desarrollo sustentable local. En base a, investigaciones previas sobre la diversidad volcánica de la sierra, el proyecto retoma la caracterización de 16 geositos estratégicos identificados previamente en 2018.

Durante este periodo, los alcances se enfocaron en diagnosticar el entorno mediante análisis geoespaciales y formular propuestas de bajo impacto ambiental. La metodología adoptó un enfoque multidisciplinario en lógica de proyectos, abarcando la recopilación de datos oficiales (INEGI, SGM, CONANP), el procesamiento cartográfico en ArcGIS Pro y el diseño constructivo y gráfico homologado. Con el análisis espacial se confirma el origen volcánico del Bosque La Primavera, permitiendo así un sentido geológico a esta propuesta considerando a su vez, variables socioeconómicas. Por otro lado, se entregó una propuesta final territorial integrada por andadores y senderos diferenciados para peatones y ciclistas, planos técnicos de módulos de permanencia (casetas y decks) y un sistema completo de señalética interpretativa, informativa y restrictiva bajo criterios de la CONANP.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa aplican sus conocimientos y generan alternativas para dar respuesta a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

La conservación, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2008), se refiere a la gestión del uso humano de la naturaleza con el fin de mantener su diversidad biológica, estructura y funciones ecológicas. La importancia de esta es que es positiva y abarca la preservación, el mantenimiento, la utilización sostenida, la restauración y la mejora del entorno natural (CBD, 1992). La 15a Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica es una reunión de los países que forman parte del convenio para la toma de decisiones sobre la conservación de la biodiversidad que marcan la agenda internacional actual de conservación que conecta directamente con Áreas Naturales Protegidas (ANP) para proteger especies, hábitats y proveer servicios ambientales, y nuevas estrategias como geoparques, el resultado más importante es el plan mundial para proteger el 30% de la naturaleza en el 2030.

Los geoparques, a diferencia de las ANP, combina la conservación y desarrollo sostenible, al tiempo que involucra a las comunidades locales; se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, a través de un concepto holístico de protección, educación, y desarrollo (UNESCO, 2026). En 2017, el Consejo de Geoparques Globales de la UNESCO designó dos geoparques mexicanos, Mixteca Alta, Oaxaca, y Comarca Minera, Hidalgo el cual se ratificó por 4 años más tras una revisión por expertos, destacaron los esfuerzos estatales en conservación, promoción y fortalecimiento de la infraestructura.

En este sentido, los geoparques no constituyen únicamente una figura declarativa, sino que responden a lineamientos internacionales, particularmente establecidos por la UNESCO, que exige un modelo de gestión integral basado en la conservación, la educación y el desarrollo sostenible. Su implementación implica no solo el reconocimiento del valor geológico de un territorio, sino también la articulación de estrategias que promuevan su apropiación social, el fortalecimiento del conocimiento científico y la generación de beneficios económicos locales bajo criterios de sustentabilidad.

Considerando la creciente presión humana causada por el aumento de visitantes y la falta de estrategias integrales de gestión del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP). A partir de la identificación de geositos estratégicos, se diseñan rutas geológicas interpretativas y nodos de intervención de bajo impacto ambiental que permiten estructurar la experiencia del visitante y reducir la degradación de zonas vulnerables. También, se incorporan estrategias de economía circular, identidad territorial y comunicación educativa que fortalecen la apropiación social del proyecto y su viabilidad a largo plazo. De esta manera, la propuesta no solo responde a la problemática inicial, sino que contribuye a consolidar un modelo territorial integral que posiciona al Bosque La Primavera como un candidato viable para su declaratoria como geoparque, generando impactos positivos en la conservación, la educación ambiental y el desarrollo local.

1.2 Caracterización de la organización

El proyecto hace parte a todos los integrantes del equipo, a su trabajo y sus conocimientos que puedan aportar. Cada parte del trabajo se realizó con las capacidades de cada uno de los miembros del equipo. El rol de cada uno de ellos fue el siguiente:

Sofía:

- Caracterización geoespacial del sitio
- Interpretación de datos técnicos
- Apoyo en el diseño de propuestas
- Consolidación del documento

Carolina:

- Objetivos, marco conceptual, resultados esperados y discusión en documento.
- Diseño y propuesta de rutas interpretativos y nodos de intervención.
- Diseño y propuesta de sección en andadores.
- Diseño y propuesta de cartel informativo tipo lámina.

Edna:

- Diseño y propuesta de isométrico de andadores
- Diseño y ambientación de vistas en BLP
- Colaboración en diseño y propuesta de rutas interpretativos y nodos de intervención.
- Colaboración en documento

Miguel:

- Diseño y propuesta de señalética y elementos interactivos.
- Contenido de carteles
- Colaboración en documento

Profesores del PAP: Luis Raúl Martínez y Juan Fernando Escobar fueron responsables de guiarnos en el proceso de propuestas e ideas para el geoparque y conceptos que lo rodean.

ITESO: La institución proporcionó los herramientas y programas necesarios para la realización de material gráfico. A su vez, las actividades realizadas fuera del campus se llevaron a cabo bajo su reglamento.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

A partir del diagnóstico territorial y ambiental realizado de manera colaborativa entre el equipo PAP y los asesores del proyecto, se identificaron diversas problemáticas relacionadas con la conservación, organización y aprovechamiento sustentable del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP). Estas problemáticas fueron detectadas mediante análisis geoespaciales, revisión documental, observación del territorio y evaluación de variables ambientales, sociales y económicas.

Una de las principales problemáticas identificadas fue la falta de estrategias integrales de gestión y ordenamiento territorial enfocadas en el reconocimiento y conservación del patrimonio geológico del bosque. A pesar de la importancia volcánica y científica de La Primavera, gran parte de sus geositos carecen de infraestructura interpretativa, señalización adecuada y mecanismos de protección específicos, lo que limita su valoración educativa y turística.

Asimismo, se identificó una creciente presión humana derivada del aumento de visitantes, particularmente ciclistas y senderistas, que utilizan rutas no reguladas dentro del bosque. Esta situación ha provocado procesos de erosión del suelo, fragmentación del entorno natural y alteraciones en zonas ambientalmente frágiles. La ausencia de senderos formalizados y criterios claros de accesibilidad ha contribuido al uso desordenado del territorio y al deterioro de algunos espacios de interés geológico.

En el ámbito social y económico, el diagnóstico evidenció una débil integración entre las comunidades cercanas y las dinámicas de conservación del bosque. Aunque existen actividades económicas locales relacionadas con comercio, turismo y servicios, estas no se encuentran articuladas con estrategias de desarrollo sustentable vinculadas al geopatrimonio y al geoturismo educativo. Además, el análisis de marginación permitió reconocer sectores con desigualdad social que podrían beneficiarse de una integración más activa dentro del proyecto.

También se detectó una limitada difusión del valor geológico y ambiental de La Primavera entre la población visitante y las comunidades aledañas. La falta de materiales educativos, señalética interpretativa y espacios de aprendizaje dificulta la apropiación social del territorio y la construcción de una cultura de conservación ambiental.

Finalmente, se identificó la necesidad de establecer una identidad territorial y una estrategia de comunicación integral que permita consolidar la propuesta de geoparque bajo criterios de educación, conservación y desarrollo local sostenible. Estas problemáticas fundamentaron la elaboración de la propuesta territorial, las rutas interpretativas y las estrategias de intervención planteadas en el proyecto.

1.4 Planeación de alternativa(s), objetivo(s) particular(es) y formalización de acuerdos de colaboración

Diseñar una estrategia integral que establezca las bases técnicas y sociales para la declaratoria de un Geoparque en el APFFLP, con el objetivo de fomentar la puesta en valor del patrimonio geológico, el fortalecimiento del geoturismo educativo y la gobernanza territorial, y el impulso de la economía local bajo criterios de conservación.

- Diseñar una estrategia de integración comunitaria que vincule a los habitantes locales, con la oferta turística y educativa
- Formular una estrategia integral que articule economía circular, identidad territorial y comunicación educativa como soporte para la viabilidad del geoparque.
- Diseñar una propuesta conceptual de nodos de intervención y rutas geológicas con criterios de accesibilidad controlada y bajo impacto ambiental para fortalecer la visita al punto geológico de mayor interés.

Marco conceptual

Geopatrimonio

El geopatrimonio se refiere al conjunto de elementos geológicos con valor científico, educativo, cultural o paisajístico que representan procesos fundamentales de la historia de la Tierra. A diferencia del patrimonio biológico, el geopatrimonio pone énfasis en los componentes abióticos del territorio, como formaciones rocosas, estructuras volcánicas, suelos y procesos geomorfológicos.

En el caso del Bosque La Primavera, la caldera volcánica, las chimeneas, las fumarolas y los horizontes de piedra pómez constituyen expresiones únicas del sistema volcánico del occidente mexicano. Reconocer estos elementos como geopatrimonio implica no sólo conservarlos, sino interpretarlos, divulgarlos y gestionarlos bajo criterios científicos y educativos (Brilha, 2016). Este concepto sustenta la necesidad de una declaratoria de geoparque que trascienda la protección forestal tradicional.

Geoparque

Un geoparque es un territorio con límites definidos que integra la conservación del patrimonio geológico con estrategias de educación, geoturismo y desarrollo sostenible, bajo un modelo de gestión participativa. A diferencia de otras figuras de conservación, el geoparque no se limita a la protección ambiental, sino que promueve la apropiación social del territorio y la activación económica local mediante el conocimiento del paisaje. (UNESCO, 2021).

La propuesta para el Bosque La Primavera se fundamenta en este enfoque integral, al buscar articular conservación, educación ambiental y economía local. El concepto de geoparque estructura el objetivo

general del proyecto, al orientar la propuesta hacia un modelo territorial que considere el beneficio social.

Geoturismo

El geoturismo es una modalidad de turismo sustentable que se centra en la interpretación del patrimonio geológico y paisajístico, promoviendo experiencias educativas y de bajo impacto ambiental. Su propósito no es la explotación masiva del territorio, sino la generación de conocimiento, conciencia ambiental y derrama económica controlada (Newsome & Dowling, 2010).

Economía circular territorial

La economía circular territorial propone un modelo económico que minimiza la extracción de recursos y promueve la reutilización, el aprovechamiento local y la generación de valor dentro del mismo territorio. En contextos naturales protegidos, esto implica que las actividades económicas deben estar alineadas con la conservación y fortalecimiento del entorno (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Aplicado al geoparque, este enfoque permite vincular a las comunidades cercanas mediante servicios educativos, guías locales, producción artesanal o actividades culturales relacionadas con la identidad geológica del lugar. De esta manera, el desarrollo económico no depende de la degradación del territorio, sino de su valorización sostenible.

Participación comunitaria

La participación comunitaria se entiende como el proceso mediante el cual los actores locales intervienen activamente en la toma de decisiones, diseño y gestión de proyectos que impactan su territorio. No se limita a la consulta informativa, sino que implica corresponsabilidad y construcción colectiva (Arnstein, 1969).

En el proyecto del geoparque, la participación comunitaria es esencial para garantizar legitimidad social y sostenibilidad a largo plazo. La implementación de instrumentos como asambleas y consultas públicas permite integrar percepciones, expectativas y conocimientos locales dentro del diseño estratégico del proyecto.

Área de estudio

Se delimitaron dos zonas, el APFFLP y el área circundante a La Primavera que se muestra en la figura 1 la extensión de esta. Dentro de La Primavera, existen 16 geositios los cuales tienen un valor geológico importante, estos se ubicaron dentro del área de La Primavera como se observa en la figura 2, se trabajó en base a ellos en función de su ubicación.

Figura 1. Área de estudio

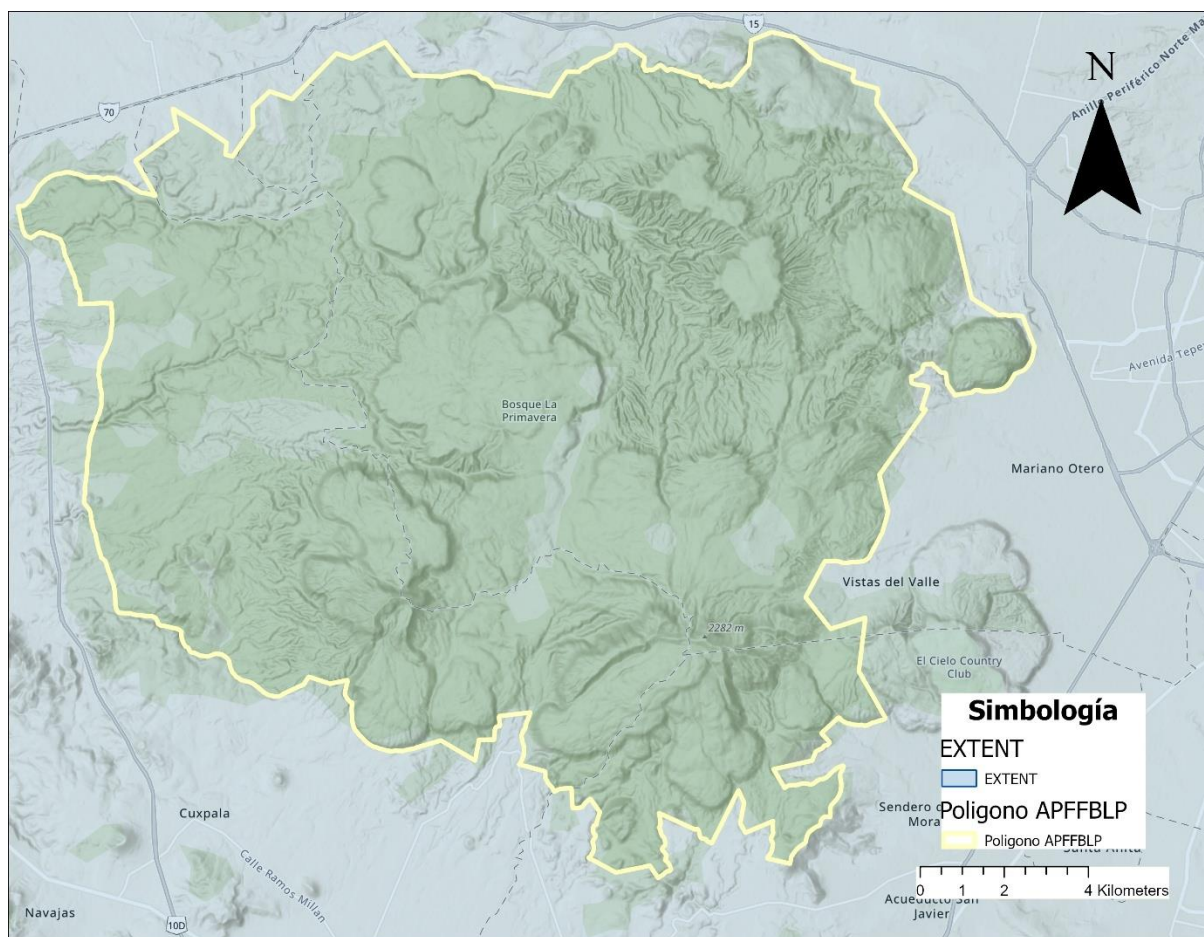
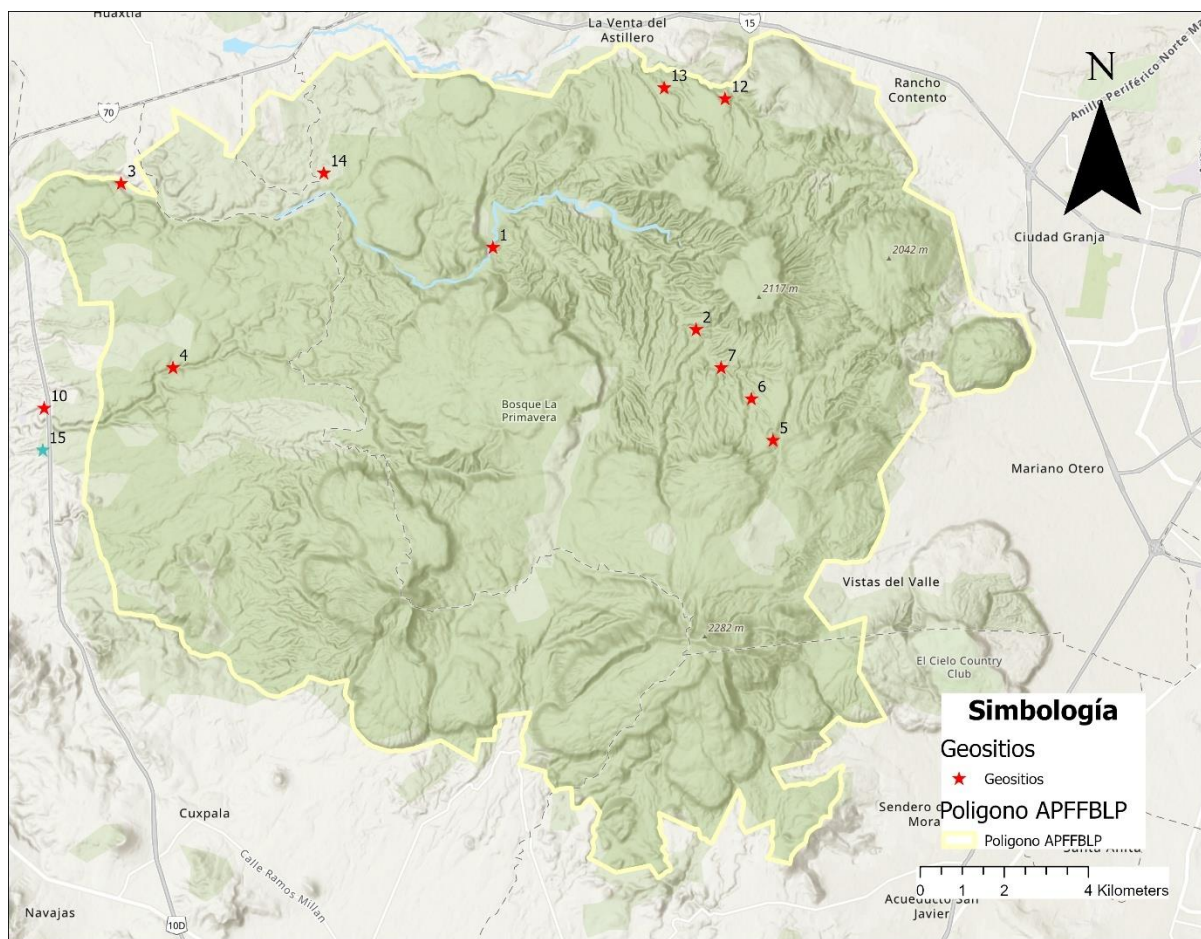


Figura 2. Geositios



Cartografía

La metodología durante la creación de la propuesta como geoparque del Bosque La Primavera se basó en un enfoque multidisciplinario donde se integró el análisis de variables físicas, ambientales y sociales mediante el uso de Sistemas de Información Geoespacial (SIG). Para esto se hizo una recopilación de datos de fuentes oficiales mexicanas como INEGI, SCINCE, SGM, MAPA Jalisco, e internacionales como el mapa de altura del dosel de árboles por Tolan, et al (2023). Se procesó la información para la generación de modelos digitales con ayuda del software ArcGis Pro. Por último, se elaboró material visual en forma de mapas con su respectiva simbología.

Conjunto de datos espaciales

Sociales

Se realizaron figuras sobre población total y marginación por manzanas para así entender la interacción entre la conservación ambiental y el bienestar de los habitantes cercanos. La figura 3 permite cuantificar cuantas personas viven dentro del área circundante de La Primavera y que puedan tener una interacción más directa con el APFFBLP, este nos puede ayudar para determinar el alcance de futuros programas de educación ambiental, y la capacidad de carga del bosque para la visitación a estos sitios. La figura 4 permite un análisis de marginación, el cual se calculó mediante un porcentaje entre distintas variables que se enlistan a continuación; este mapa genera una rápida identificación de grupos que se encuentran en desigualdad social y se podrían priorizar en la integración en la cadena de valor turística.

Variables que se consideraron para el cálculo de marginación:

- Población de 15 años o más
- Población de 15 años o más analfabeta
- Población de 15 o más sin escolaridad
- Total de viviendas particulares habitadas
- Viviendas con piso de tierra
- Viviendas sin drenaje
- Viviendas con agua entubada dentro de la vivienda
- Viviendas sin energía eléctrica
- Viviendas sin refrigerador

Figura 3. Población total dentro del área de estudio

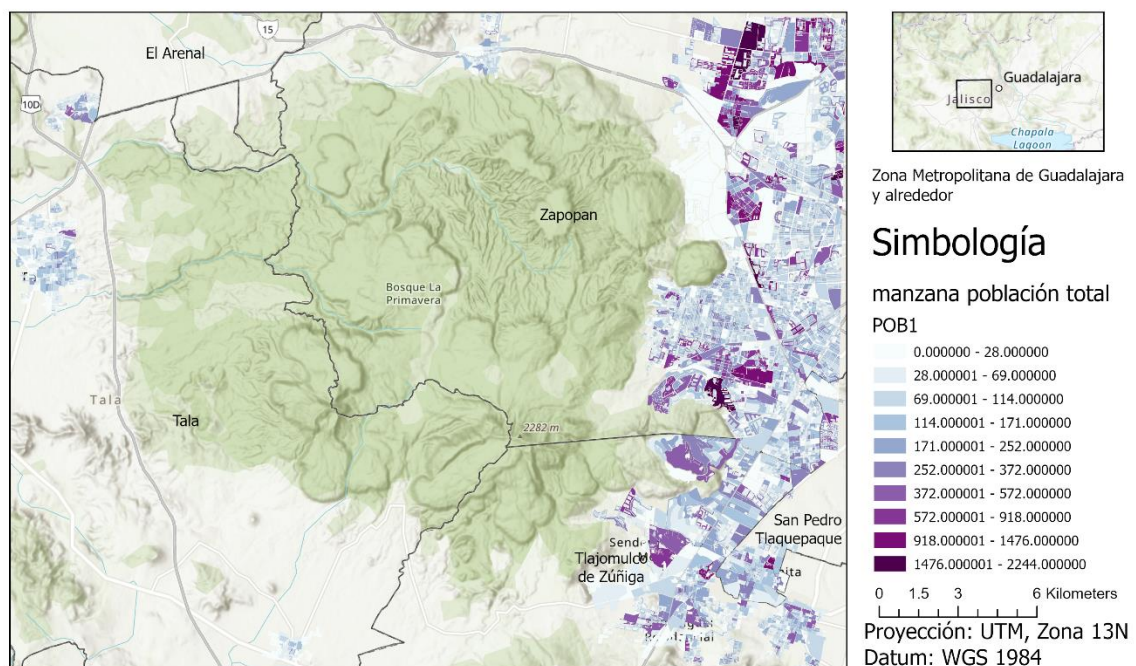
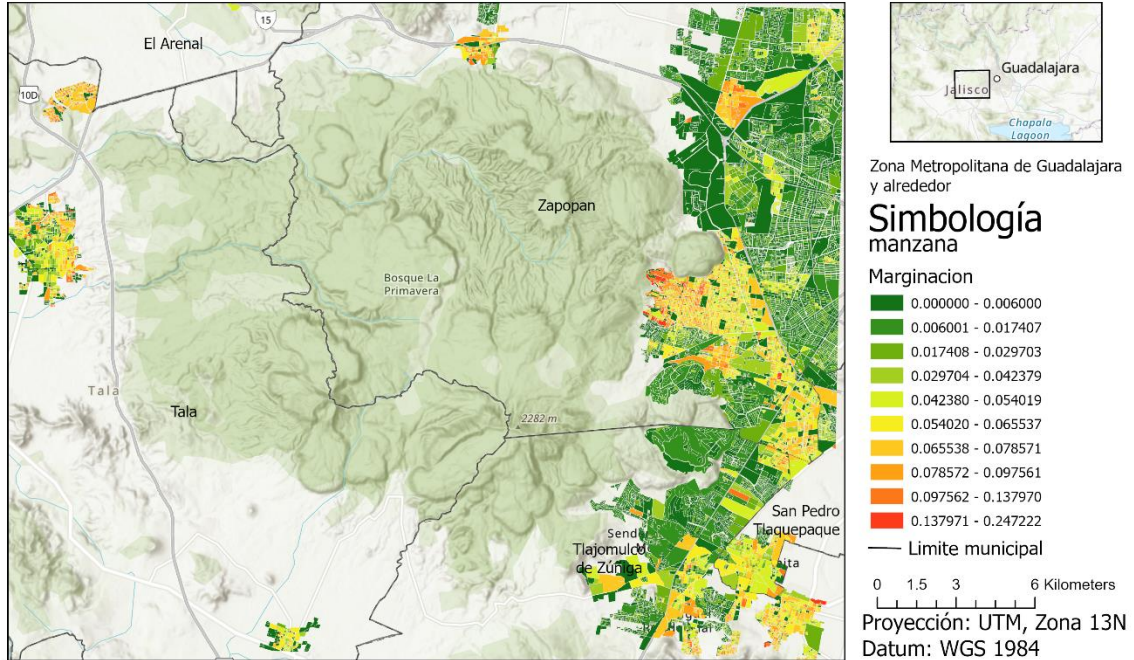


Figura 4. Marginación por manzanas



Ambientales

Las siguientes variables son las que se tomaron en cuenta para el análisis ambiental:

- Dosel arbóreo
- Edafología
- Litología
- Elevación

La figura 5 permite conocer la distribución vegetal por todo el BLP, y zonas de captura de carbono. La figura 6 y 7 permite conocer el tipo de suelo. La figura 8 nos ayuda a entender el terreno y su complejidad y así mismo determinar la viabilidad de los senderos propuestos.

Figura 5. Altura del dosel arbóreo

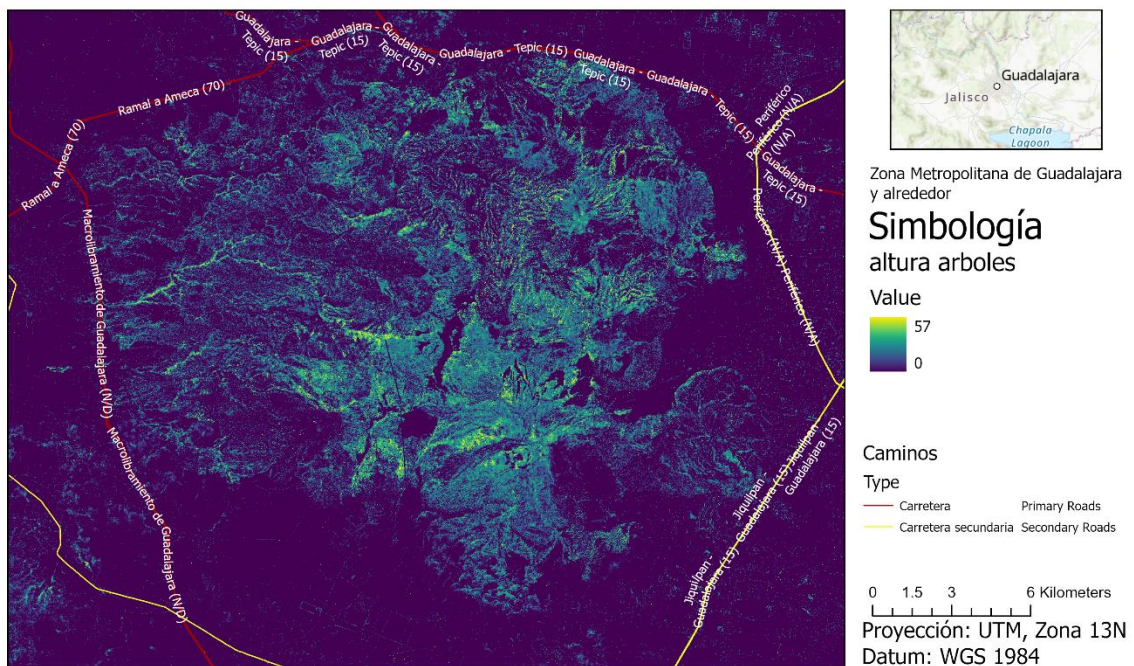


Figura 6. Edafología del área de estudio

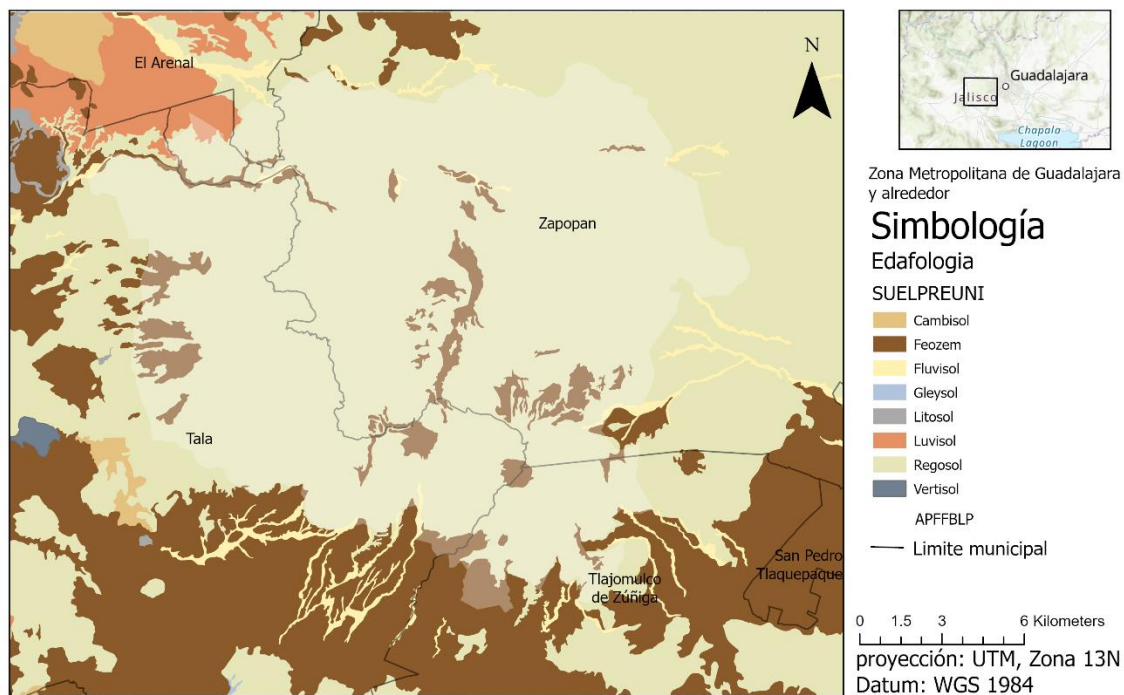


Figura 7. Litología del área de estudio

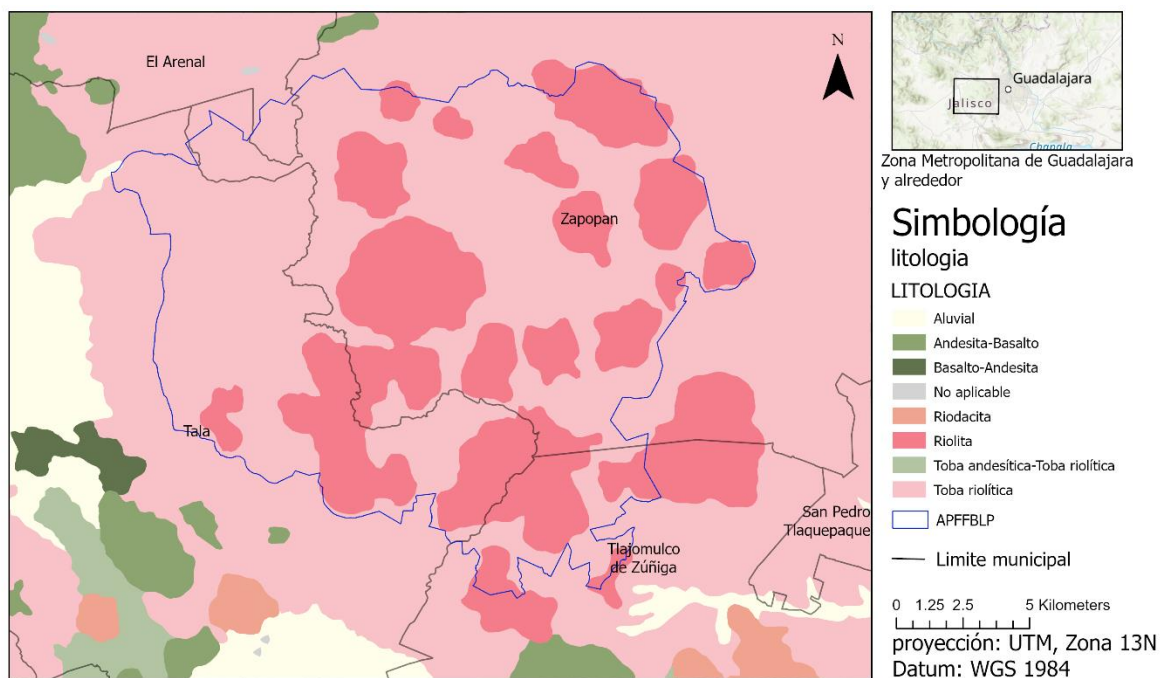
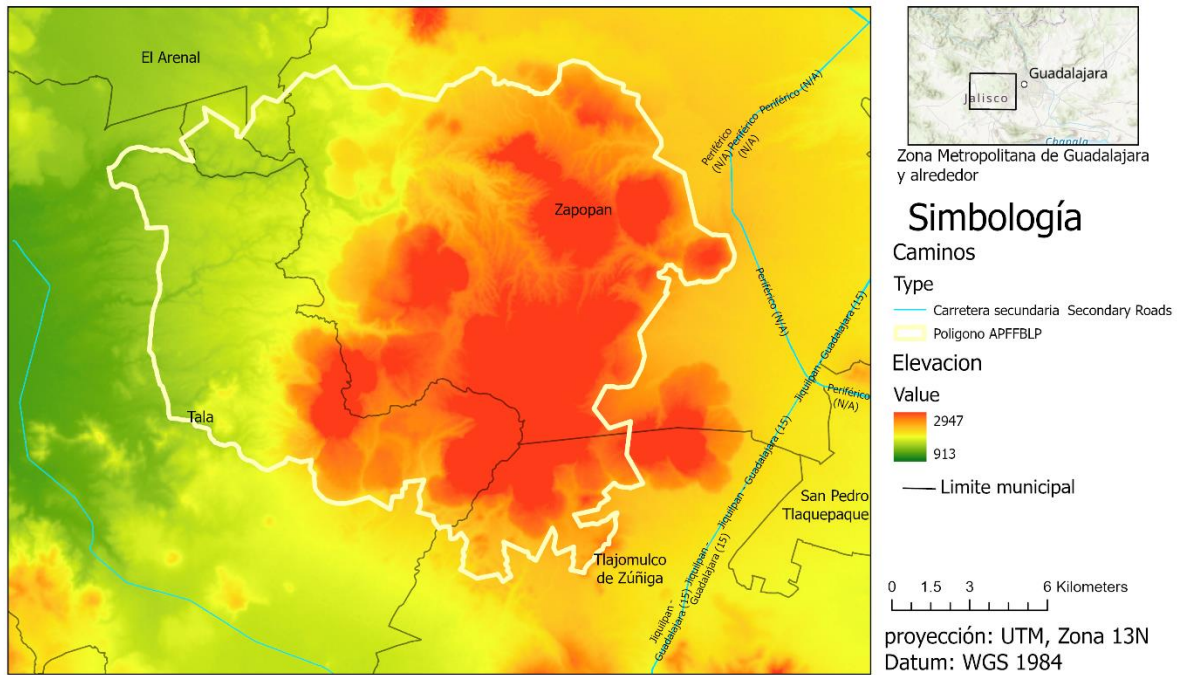


Figura 8. Elevación



Económico

Se descargaron las capas del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de comercio al por menor de 1 a 4 personas, 2 a 4 personas y 3 a 4 personas, y servicio de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas. Se mapearon distintos rangos de personas ocupadas en cada establecimiento para así identificar negocios pequeños a negocios con mayor personal. En las figuras 9, 10, y 11 se muestran los comercios al por menor. En la figura 12 se observan todos los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas.

Figura 9. Comercio al por menor 1 a 4 personas

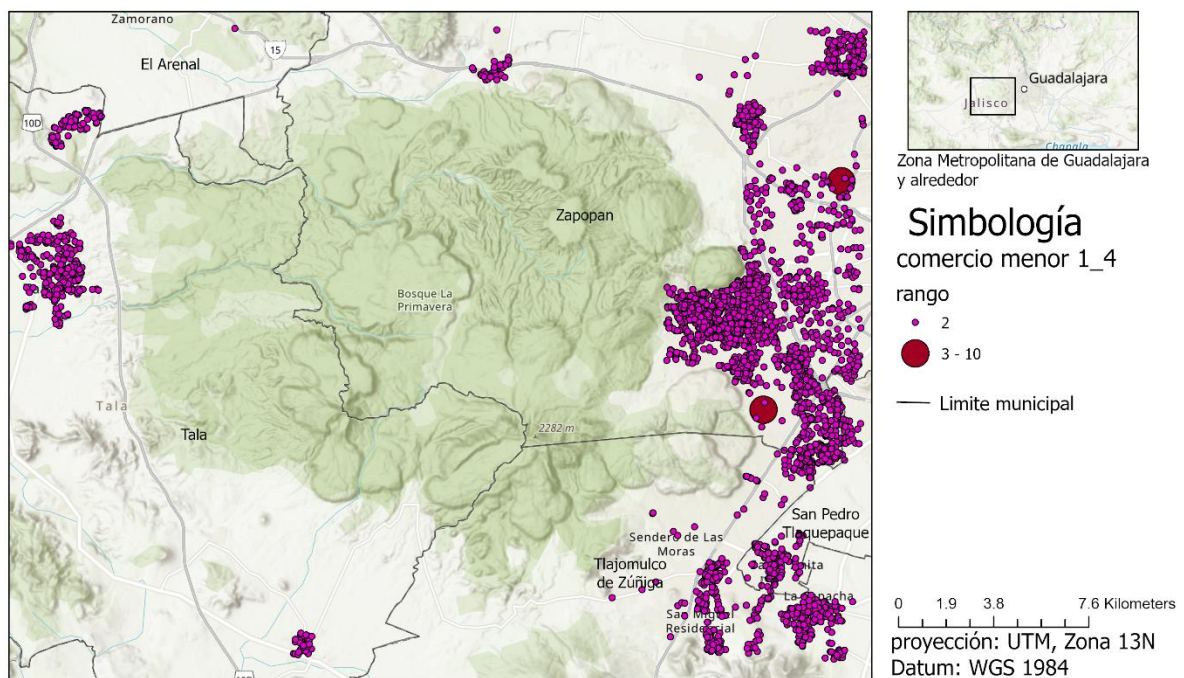


Figura 10. Comercio al por menor 2 a 4 personas

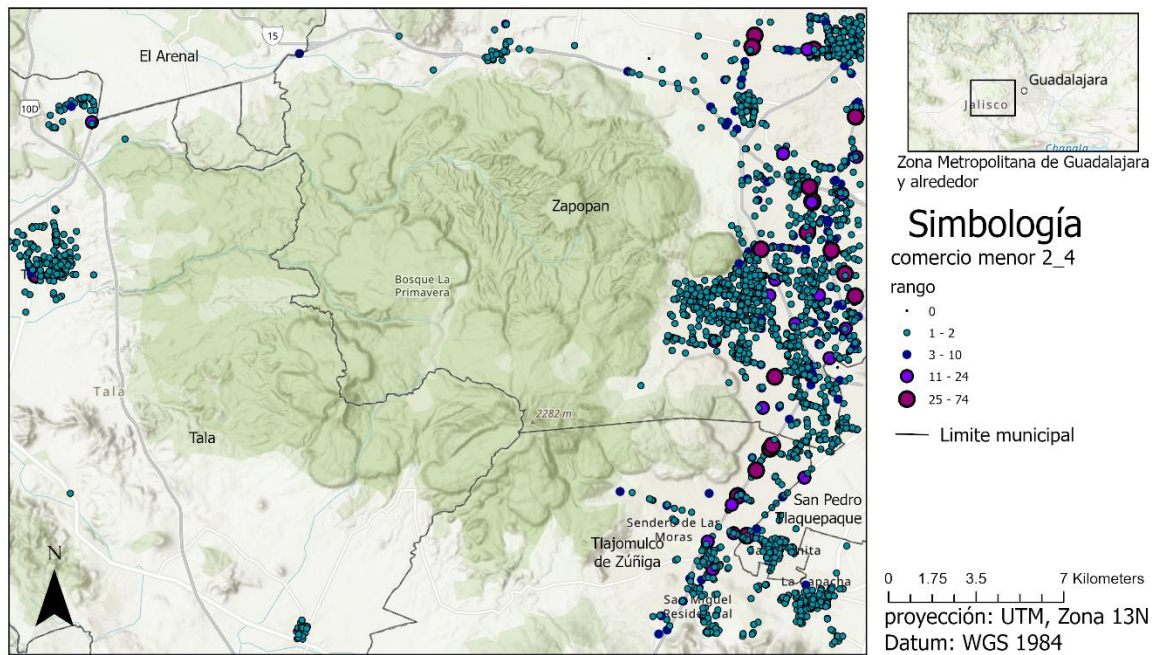


Figura 11. Comercio al por menor de 3 a 4 personas

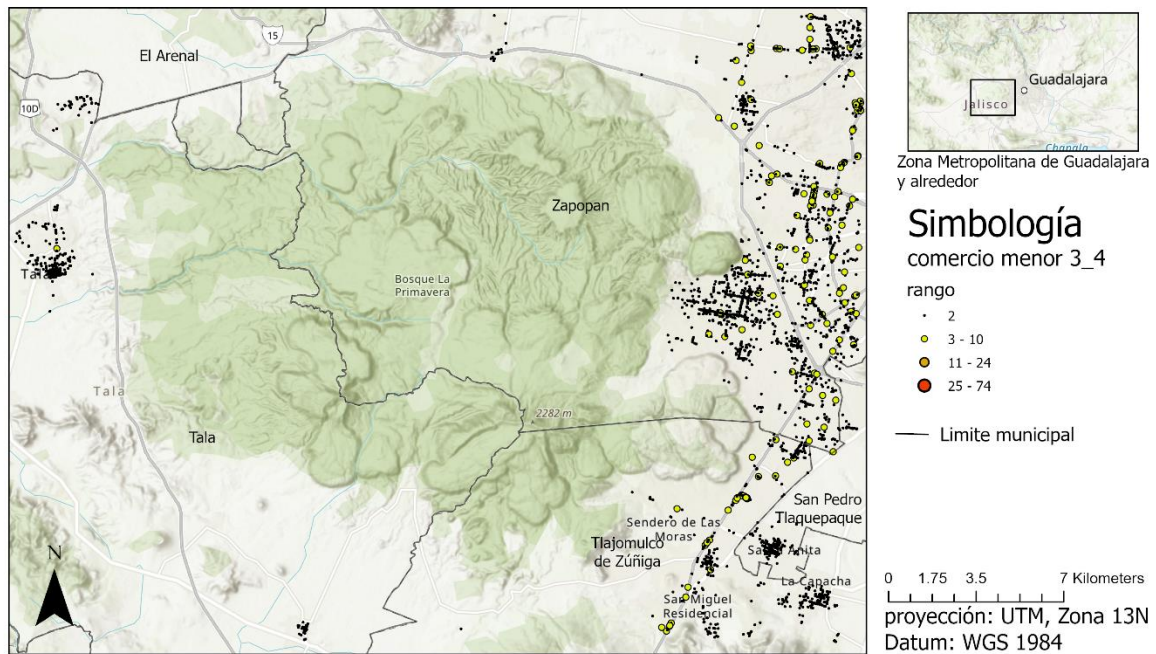
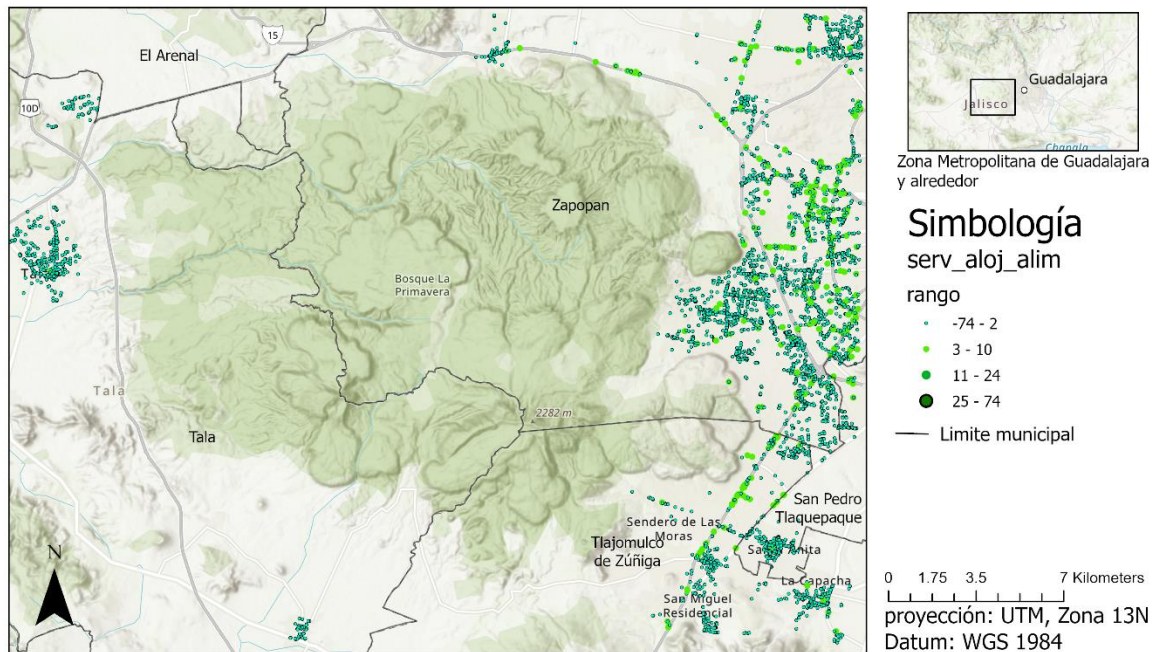


Figura 12. Servicio de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas



Señalización

La propuesta de señalización para el geoparque surge de la necesidad de orientar, informar e interpretar el entorno de manera clara y accesible para los visitantes, fortaleciendo al mismo tiempo la identidad del sitio y la experiencia de recorrido. Más allá de su función informativa, la señalización se incorpora como una estrategia integral dentro del proyecto, permitiendo vincular los elementos geológicos, naturales y culturales del lugar mediante recursos gráficos y espaciales que facilitan la comprensión del paisaje. De esta manera, los distintos tipos de señalética contribuyen a la organización del recorrido, la educación ambiental y la apropiación del espacio, integrándose al diseño general del geoparque y reforzando sus objetivos de conservación, difusión y uso público.

El diseño de los elementos de señalización y mobiliario se desarrolló a partir de criterios funcionales, ergonómicos y constructivos, enfocados en su implementación en un entorno exterior.

Inicialmente, se realizó un análisis de referencias de mobiliario similar, identificando parámetros de diseño como alturas de uso, ángulos de inclinación y dimensiones adecuadas según el tipo de interacción 'lectura, manipulación o estancia'. Con base en esto, se definieron tipologías de elementos: paneles informativos, elementos interactivos y plataformas.

Posteriormente, se llevó a cabo el dimensionamiento de cada elemento considerando la escala del usuario, estabilidad estructural y condiciones de apoyo. Se definieron alturas, espesores y proporciones, así como configuraciones de soporte mediante elementos verticales anclados al terreno.

En la fase de desarrollo, se elaboraron planos y detalles constructivos mediante dibujo técnico, especificando dimensiones, geometrías y relaciones entre componentes. Se consideraron materiales adecuados para exteriores, priorizando resistencia a la intemperie, durabilidad y bajo mantenimiento.

Finalmente, se integró el contenido gráfico de los letreros, asegurando legibilidad, correcta disposición y coherencia con la función de cada elemento.

Geositios

Se detalla el interés geológico de cada sitio dentro del cuadro 1, estos 16 geositios (GS) son los nombrados en Diversidad volcánica y geopatrimonio en la sierra La Primavera, 2018.

Cuadro 1. Lista de los 16 geositios. Fuente: UdG (2026)".

ID	Nombre	Descripción
GS1	Nacimiento y cuenca del Río Caliente	Relacionadas con el sistema geotérmico, constituyen una evidencia real de la evolución volcánica.
GS2	Colina de las precipitaciones de Azufre	Relacionadas con el sistema geotérmico, constituyen una evidencia real de la evolución volcánica.
GS3	Pared de Los Cuervos	Esta evidencia concentra alrededor de 1000 chimeneas fosilizadas de distinto tamaño acomodadas de forma horizontales, incrustadas en el muro.
GS4	Muro de las chimeneas gigantes	Se trata de un muro del cual han aflorado las chimeneas de mayor tamaño identificadas en el trabajo de campo. En la actualidad han tomado distintas formas debido a la erosión, pero aún se mantienen íntegras, incrustadas diagonalmente a la pared.
GS5	Corte de sedimentos subaéreos	Este corte, originado por la construcción de un camino hacia el campo geotérmico, presenta evidencias de los sedimentos subaéreos descansando sobre sedimentos lacustres en contacto angular.
GS6	Corte slumps	Se puede observar una secuencia lacustre deformada con pómez flotante, slump y contacto en orlas y laminillas lacustre deformadas.
GS7	Horizonte de piedra pómez (corte)	Este muro constituye uno de los rasgos de mayor importancia, el que otorga un mejor ejemplo de la existencia del Horizonte de Piedra Pómez Gigante (incrustadas en el muro).
GS8	Corte geológico de pómez de caída y flujo ignimbrita del domo San Miguel (corte Arcoiris)	Ofrecen una importante oportunidad para encontrar explicaciones sobre los procesos que dieron origen al domo San Miguel, a procesos de desvitrificación – enfriamiento, la estructura sedimentaria de la toba tala y la naturaleza de las chimeneas fosilizadas.
GS9	Corte Obsidiana	Todos los cortes que se incluyen como geositios, ligados al macro libramiento, han quedado expuestos por la creación de infraestructura carretera. Otorgan un sentido más amplio de riesgo para los recursos geológicos, pero a la vez, ofrecen oportunidades para la investigación y ambientes didácticos. Ofrecen una importante oportunidad para encontrar explicaciones sobre los procesos que dieron origen al domo San Miguel, a procesos de desvitrificación – enfriamiento, la estructura sedimentaria de la toba tala y la naturaleza de las chimeneas fosilizadas.
GS10	Corte de	Ofrecen una importante oportunidad para encontrar explicaciones

	estructura interna en chimenea	sobre los procesos que dieron origen al domo San Miguel, a procesos de desvitrificación – enfriamiento, la estructura sedimentaria de la toba tala y la naturaleza de las chimeneas fosilizadas.
GS11	Corte de chimeneas estampadas	Todos los cortes que se incluyen como geositos, ligados al macro libramiento, han quedado expuestos por la creación de infraestructura carretera. Otorgan un sentido más amplio de riesgo para los recursos geológicos, pero a la vez, ofrecen oportunidades para la investigación y ambientes didácticos. Ofrecen una importante oportunidad para encontrar explicaciones sobre los procesos que dieron origen al domo San Miguel, a procesos de desvitrificación – enfriamiento, la estructura sedimentaria de la toba tala y la naturaleza de las chimeneas fosilizadas.
GS12	Corte pómez gigante (individual)	Ubicado en un corte originado por la incisión del escurrimiento La Cuartilla, presenta otra evidencia del horizonte de Piedra Pómez (la de mayor tamaño identificada al momento), así mismo, deja ver un sistema de fallas postcaldéricas normales, relevantes en el contexto evolutivo de la SLP.
GS13	Cañón El Carbón	cuenta con las condiciones para observar parte de la columna geológica (de origen tectónico - volcánico – lacustre), se manifiesta la importancia de la tectónica post- caldérica, originada por la resurgencia de la sierra La Primavera.
GS14	Colina de las chimeneas recostadas	Constituye el clúster más importante identificado de chimeneas fosilizadas de gran tamaño.
GS15	Colina de la Chimenea en forma de pétalo y muro crestado	Constituye el clúster más importante identificado de chimeneas fosilizadas verticales aunque de tamaño pequeño. Su singularidad radica en la forma deformada, orlas onduladas que se han denominado de pétalo. Una sección contigua, presenta una serie de muros ondulados característicos de la Toba Tala, uno en particular, presenta un relieve crestado, lo que lo hace único en el contexto geológico de la SLP. A estos componentes los acompañan distintos muros con chimeneas adosadas o apiladas como racimos.
GS16	Colina el Caballero Águila	Esta sección presenta distintos elementos, principalmente ligados con la geomorfología resultante de los afloramientos de toba tala, entre los que se cuentan chimeneas verticales de gran tamaño, pequeños racimos de chimeneas apiladas, estructuras rocosas caprichosas y muros de toba tala.

1.5 Desarrollo de propuestas de mejora

- Estrategia de economía circular:

La estrategia de economía circular articuló a las localidades cercanas al bosque como parte fundamental del proyecto. Identificamos qué actividades ya existían en cada municipio ‘artesánías, agricultura, servicios turísticos, comercio local’, y las vinculamos directamente con el Geoparque. Los accesos

principales funcionaron como nodos donde habitantes locales operan pequeños módulos de información, venta de productos regionales o servicios de guía. Del mismo modo, se busca impulsar a viveros comunitarios para la colaboración en el proceso de reforestación. Finalmente, para fomentar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y culturales, proponemos la implementación de talleres de educación ambiental en escuelas locales, para fomentar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y culturales de los poblados circundantes al BLP.

- Estrategia cultural:

Se sustentará la integración, y reinterpretación de los atributos propios del entorno forestal, como: origen volcánico, texturas litológicas, cromática del suelo y composición vegetal; como lineamientos conceptuales base para el diseño del Geoparque. Dados los criterios anteriores, el sistema de señalética se desarrolló bajo coherencia territorial, contextual, morfológica, y materialidad inspirada en la roca volcánica y la estratigrafía geológica.

Los figuras y paneles informativos incluyeron ilustraciones simples, y explicativas sobre cómo se formó el bosque, y por qué es diferente y relevante a otros espacios naturales de la región.

- Estrategia de comunicación del proyecto:

Para socializar y comunicar de manera efectiva el proyecto de declaratoria del geoparque, se generaron materiales gráficos como infografías, figuras y señalética con una identidad gráfica homologada que dió sentido al legado litológico de los pueblos de la región de la cual forma parte del BLP.

- Estrategia de preservación y protección:

La estrategia se materializó, a través de la definición de senderos formales, habilitación de puntos de observación controlados, e incorporación de señalética interpretativa con fines educativos.

- Estrategia de propuesta de protección:

Los geositos, así como el bosque per sé, quedarán resguardados desde distintas estrategias: Implementación de senderos obligatorios que eviten la erosión, contaminación, y desplazamiento de especies, y el establecimiento de elementos naturales como delimitación a aquellas zonas (geositos) de mayor fragilidad ambiental como rocas, troncos de madera, etc.

Resultados esperados

- Rutas:

Se diseñaron rutas interpretativas que articularon puntos clave del bosque mediante recorridos temáticos estructurados, organizados a partir de criterios ecológicos y pedagógicos. Cada ruta estableció una secuencia espacial definida que oriente al visitante y valore hitos específicos del territorio. Así mismo, se desarrollaron representaciones gráficas (figuras analíticas y collages conceptuales) que describieron la experiencia propuesta y los contenidos abordados en cada trayecto, tales como el origen volcánico del sitio y su biodiversidad, constituyendo un avance parcial para la consolidación integral del proyecto.

- Estrategia económica:

Se propuso activar los accesos principales como puntos donde las comunidades locales ofrecían servicios, productos, etc. con lo que las personas que forman parte de las cercanías de estas se vieron beneficiadas.

- **Identidad cultural y social:**

La identidad se basó en el carácter volcánico y natural del bosque. Esto se reflejó en la señalética, materiales y diseño, inspirados en las texturas y colores del entorno. Socialmente, se buscó que el Geoparque fuera percibido como un proyecto colectivo, promoviendo la participación de comunidades y escuelas que generó apropiación y cuidado.

- **Propuesta final de diseño:**

La propuesta final estructuró el territorio mediante un sistema de intervención de bajo impacto ambiental compuesto por nodos estratégicos articulados a través de rutas geológicas interpretativas. Estos nodos se localizaron en proximidad a los geositos de mayor valor científico y educativo previamente identificados, y funcionaron como dispositivos territoriales de orientación, interpretación y permanencia controlada. Cada nodo incorporó elementos como plataformas ligeras de observación, señalética interpretativa especializada, mobiliario mínimo y puntos de información, diseñados con criterios de integración paisajística, materialidad coherente con el carácter volcánico del sitio y mínima alteración del suelo.

Las rutas que los conectan se plantearon como senderos formalizados que ordenan la visitación existente, redujo la dispersión de flujos y mitigó procesos de erosión, particularmente considerando el alto porcentaje de usuarios ciclistas y senderistas. Su trazado respondió a criterios de fragilidad ecológica, accesibilidad controlada y secuencia pedagógica, eso permitió que la experiencia del visitante transite desde la comprensión del sistema volcánico hasta el reconocimiento de la biodiversidad asociada.

En conjunto, el sistema de nodos y rutas no solo organizó el uso recreativo, sino que consolidó una infraestructura interpretativa que puso en valor el geopatrimonio del Bosque La Primavera, fortaleció el geoturismo educativo y estableció una base espacial para la declaratoria como Geoparque, articulando conservación, educación y desarrollo local bajo un modelo territorial integral.

Vinculación con los objetos

La metodología propuesta garantiza el cumplimiento de los objetivos definidos al integrar análisis técnico, participación comunitaria y diseño estratégico. La identificación y evaluación de geositos mediante análisis geoespacial y revisión documental permite seleccionar puntos clave de interés científico y educativo, esenciales para la puesta en valor del geopatrimonio. Asimismo, las estrategias de integración comunitaria y economía circular fomentan la participación activa de las comunidades locales, vinculándolas a la oferta turística y educativa, y promoviendo el desarrollo económico sostenible.

El diseño de rutas geológicas y nodos de intervención, basado en criterios de accesibilidad controlada y bajo impacto ambiental, asegura la conservación del patrimonio geológico, ordena la visitación y fortalece el geoturismo educativo.

1.6 Valoración de productos, resultados e impactos

Mediante los datos espaciales fue posible obtener resultados para un análisis social, económico, y ambiental, a continuación, se presentan los descubrimientos:

Sociales

Se realizó un buffer de 1km del polígono del APFFLP para conocer aquella población que vive dentro de esta barrera, dando de resultado la figura 1 donde el 10.8% equivale a 94,612 personas que se ven directamente beneficiadas o dependen de los servicios ecosistémicos del bosque, mientras que el 89.2% que equivalen a 777,597 personas que viven a más de 1km del bosque.

Figura 14. Gráfico de pastel del porcentaje de población total que vive a 1km o menos del polígono de APFFLP



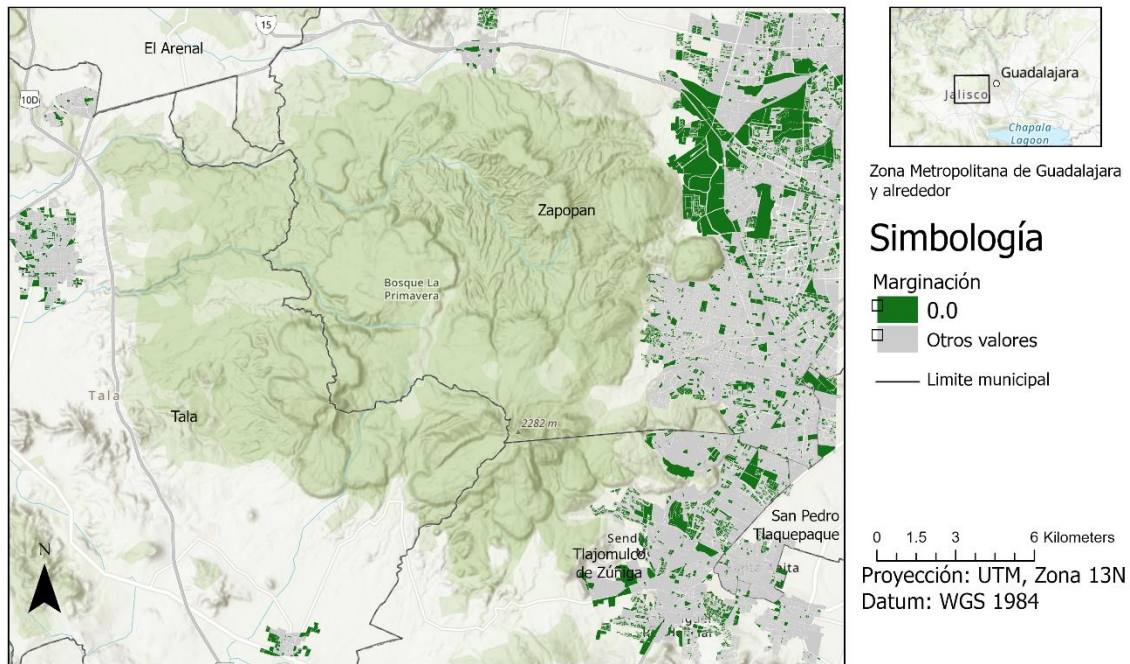
Se realizó otro buffer de 5km para conocer a toda la población que se considera que vive cercana a La Primavera, se observa en la figura 2 que un 69.5% o 610,194 de personas están a 5km o menos del bosque, mientras que el 30.5% que son 267,260 personas del área circundante están retiradas del buffer.

Figura 15. Gráfico de pastel del porcentaje de la población total que vive a 5km o menos del polígono del APFFLP



Realizando el cálculo de marginación por manzanas considerando las variables mencionadas, se conoció que un 36.38% de 9844 manzanas cumplen con un valor igual a 0 como marginación, interpretándose que tienen acceso completo a los servicios que se evaluaron. Las manzanas no están concentradas en alguna zona en específico, como se observa en la figura 3, están alrededor del bosque.

Figura 16. Grado 0 de marginación por manzanas en la zona de estudio



Ambientales

La altura de los árboles se dividió en dos zonas, dentro del APFFLP y fuera, donde se presentaron los siguientes valores:

Cuadro 3. Valores estadísticos de la altura del dosel arbóreo

Zona	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Media
Dentro	0	37	4.83	4.95	3
Afuera	0	30	0.77	2.34	0

Con ayuda del mapa de Edafología, se caracterizaron los tipos suelo correspondiente al primer nivel jerárquico que hay dentro del área circundante. En toda el área de estudio abunda el feozem con una superficie total del 45.15% y dentro del APFFLP con un 42.04%, este tipo de suelo es poroso, oscuro y rico en materia orgánica, presentándose en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosque. El regosol es el segundo tipo de suelo en abundancia total con un 35.64%, aunque es el que predomina dentro del bosque con un 47.13%, estos suelen ser suelos muy jóvenes, de colores claros y pobres en materia orgánica, con un mínimo desarrollo de perfil, se encuentra en todos los climas y elevaciones, particularmente en regiones áridas, semiáridas y montañosas (SEMARNAT, 2018).

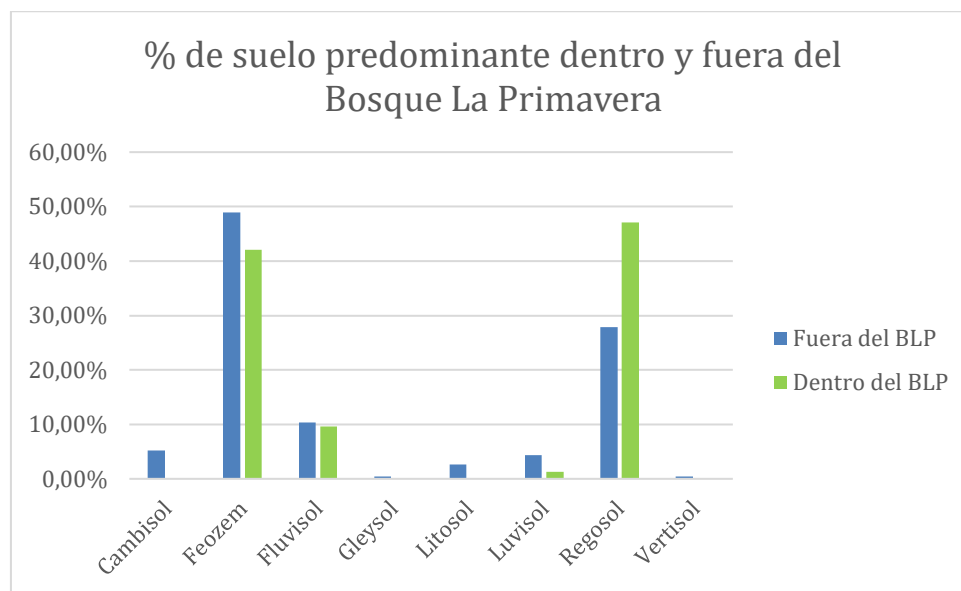
De los 4 diferentes tipos de suelo dentro del APFFLP, los otros dos ocupan menos del 11%, fluviosol con un 9.55% dentro del bosque pero con un 10% del espacio total, este contiene suelos genéticamente jóvenes en depósitos fluviales, lacustres o marino (FAO, 2015). Por último, el cuarto tipo de suelo dentro del área es el luvisol con un 1.27% de superficie y un 3.08% de superficie total, estos suelos se forman a partir de una gran variedad de materiales no consolidados, se encuentra en climas templados

y fríos o cálidos y húmedos con una marcada estacionalidad de lluvia y sequía, como es el caso de la región. (SEMARNAT, 2018).

Los otros tipos de suelo dentro de la figura 16, que no están dentro del APFFLP, se caracterizan por estar presentes en zonas con erosión geológica activa como el cambisol, o de climas semiáridos como el vertisol que es un suelo con alto contenido de arcillas, el gleysol que comprenden suelos saturados con agua subterránea.

Estos 8 tipos de suelos diferentes tienen una correlación, haciendo sentido con el origen del Bosque La Primavera

Figura 18. Distribución en porcentaje del suelo predominante por unidades de área en la zona de estudio



A partir de la información litológica, se pudo caracterizar la formación geológica del BLP, donde predomina dentro del APFFLP la riolita con un 90% de cubierta en el suelo, que es una roca ígnea extrusiva afanítica, fuera del bosque sigue estando muy presente con un 26.32% de cobertura. El otro 10% se divide en dos tipos de NO SE QUE, suelo aluvial con el 5% dentro del área y un 7.89% fuera del bosque, este tipo de suelo se forma a partir material transportado, arrastrado, y depositado por corrientes agua, los depósitos están conformados por una mezcla heterogénea de grava, arena, y limo (Editores de Brittanica, 2020). Por último, el otro 5% dentro de La Primavera es de roca Toba-Riolítica, un tipo de roca ígnea extrusiva dentro de la categoría de rocas piroclásticas, es ligera y porosa, que se forma a partir de la consolidación de fragmentos volcánicos rico en sílice (INEGI, 2005).

Estos tres tipos indican la naturaleza volcánica ácida, propio de la riolita, confirma la identidad del bosque como una caldera volcánica, diferenciándolo con el espacio circundante donde las rocas también son de origen volcánico, pero de eventos diferentes ya sea de volcanes vecino como el Volcán de Colli donde la lava era menos explosiva pero más fluidas, a comparación de La Primavera que fue más viscoso.

Figura 19. Distribución en porcentaje del tipo de roca por unidades de área en la zona de estudio

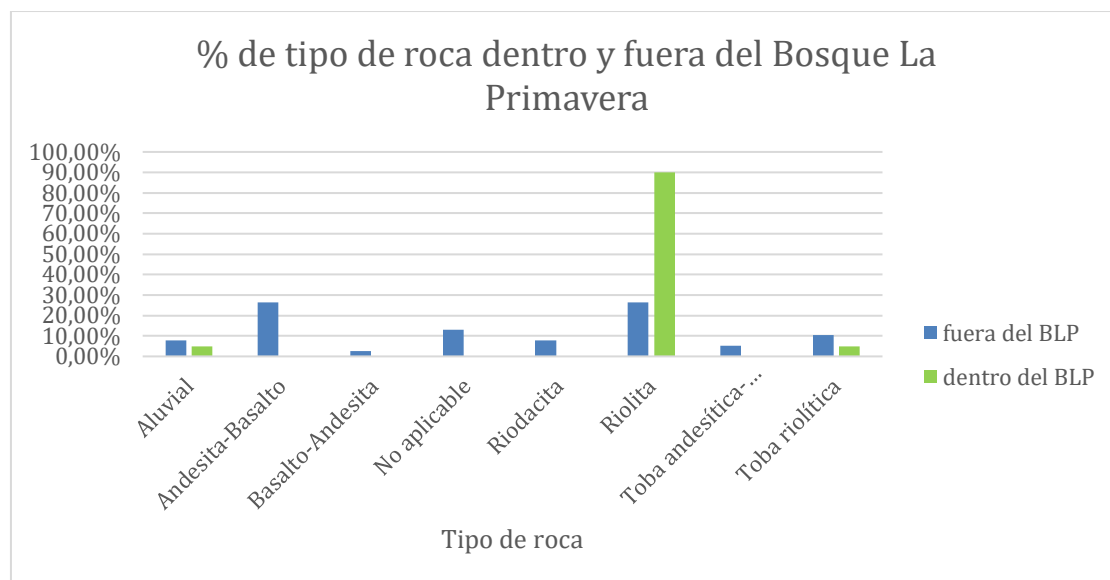


Figura 30. Función de la señalética

Orientadoras o direccionales	Informativas	Normativas
Su objetivo es situar y direccionar a los individuos dentro de un entorno.	Dan información, promueven el conocimiento y sensibilizan, ayudan a una adecuada comprensión de los recursos naturales y culturales del lugar. Este tipo de señalización requiere mayor complejidad gráfica y una manera especial de presentar la información.	Entre las normativas podemos encontrar las Preventivas, Restrictivas o Prohibitivas. Tienen la finalidad de dar a conocer la normatividad aplicable en el Área Natural Protegida

Elaboración propia a partir del Manual de Señalización en Áreas Naturales Protegidas CONANP

Identidad cromática

Es un color asignado a cada Área Natural Protegida de acuerdo a la Región a la que pertenezca (ver color Pantone de señalética por región). El color asignado se acompaña del color arena del logotipo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Las cromáticas de cada ANP se encuentran en la página del SIRENASE.

Nombre del ANP

Todos los diseños deben indicar la categoría y el nombre del ANP de la que se trata. Debe escribirse con Noto Sans Bold.

Impresiones de diseño gráfico

La impresión debe tener calidad fotográfica, no pixelada, impresa en plotter para exterior, en alta resolución, con tintas base solvente y protección contra rayos UV.

Figura 31. Elaboración propia a partir del Manual de Señalización en Áreas Naturales Protegidas CONANP

Elemento de impresión	Descripción
Vinil auto adherible	Se debe ofrecer una garantía de hasta cinco años en exteriores.
Impresión tintas UV	La impresión de los gráficos deberá ser mediante inyección de tinta a 1200 dpi de resolución real a cuatro pasadas. Las tintas que se utilizan son a base de solventes y tienen protección contra rayos ultravioleta. La durabilidad de los colores originales deberá estar garantizada hasta por cinco años en exteriores.
Laminado anti-graffiti	Garantía mínima de cinco años.
Barniz protección rayos ultravioleta	Garantía mínima de cinco años.

Estructuras de soporte

Para la elaboración de las estructuras se contemplan cuatro alternativas de materiales, de acuerdo con las necesidades de cada ANP.

Figura 32. . Elaboración propia a partir del Manual de Señalización en Áreas Naturales Protegidas CONANP

Tipo de material	Descripción
Estructura de madera de pino con tratamiento	Madera de pino de primera. Tratamiento con sales hidrosolubles con autoclave, polines de una sola pieza o bien, si el ANP lo requiere, estructuras de madera tableada; siempre que el proveedor garantice que las estructuras tengan garantía mínima de cinco años.
Estructura de madera de aprovechamiento forestal de la región	Las ANP que cuenten con programas de manejo forestal podrán utilizar dicha madera para la producción de las estructuras de las señales.

Estructuras de plastimadera	Es un sustituto para la madera. Fabricado con polietileno reciclado, el cual es recolectado de desechos industriales y desechos post-consumo. Se deben considerar tonos de color que no rompan con el entorno.
-----------------------------	--

Elaboración de los contenidos

Es importante estructurar adecuadamente los mensajes que serán incluidos en la señalización con el propósito de que la persona receptora perciba un mensaje claro. A continuación, se mencionan algunas recomendaciones:

- Tener claro y presente el propósito de nuestra señal.
- Identificar la población a la que va dirigido el mensaje.
- Redactar mensajes sintéticos, claros, efectivos e interesantes. Es indispensable que los textos cuenten con buena ortografía y sintaxis. No se deben usar abreviaturas, ni dejar palabras incompletas o cortadas en varias líneas, esto confunde al lector.
- Seleccionar palabras conocidas y de mayor uso por la población, evitando expresiones técnicas o burocráticas. En caso de que se usen nombres científicos ‘siempre en cursivas, empezando con primera letra en mayúscula’, es necesario complementarlos con los nombres comunes.
- La extensión de texto dependerá del tipo de señal que se vaya a utilizar, del mensaje que se desea transmitir y de la ubicación de la señal.
- Es más efectivo explicar las razones de una prohibición o restricción, que solamente prohibir, pues esto podría provocar actitudes negativas en las personas.
- Escoger elementos gráficos que tengan relación con el mensaje.

Tipos de mensaje

Figura 33. Elaboración propia a partir del Manual de Señalización en Áreas Naturales Protegidas CONANP

Tipo de mensaje	Descripción
Restictivo	Se utiliza cuando la intención es prohibir ciertas acciones o actividades en el punto señalado. Por ejemplo: no tirar basura o prohibir alguna actividad turística. La mejor herramienta de comunicación para este mensaje son los íconos.
Informativo	A través de este tipo de mensaje se dan a conocer aspectos generales y particulares sobre las Áreas Naturales Protegidas como su flora, fauna, figura de zonificación o reglamento.

Concientización	Para crear una cultura de cuidado y protección del Área Natural Protegida a través de mensajes de conservación o información específica de una especie en alguna categoría de protección.
Turístico	Su objetivo es informar sobre la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas, la actividad ecoturística que se pueden realizar o puntos turísticos.
Legal	Información que involucre aspectos jurídicos como cobro de derechos o sanciones por no cumplir con las leyes.
Direccional	Para indicar el rumbo o ubicación de un lugar a través de flechas.

Figura 34. Lámina informativa

Discusión

Interpretación territorial

El análisis territorial del Bosque La Primavera evidencia una configuración compleja donde convergen dinámicas ambientales, sociales y económicas que inciden directamente en la gestión del territorio. La superposición de variables como accesibilidad, distribución de visitantes, infraestructura existente y características geológicas permite identificar patrones de uso intensivo en zonas específicas, lo que genera procesos de fragmentación, erosión y presión sobre áreas de alto valor ecológico.

En este sentido, la ausencia de un modelo integral de ordenamiento basado en el reconocimiento del geopatrimonio ha contribuido a una ocupación desarticulada del espacio.

Patrimonio geológico

El geopatrimonio del Bosque La Primavera constituye el eje estructurador de la propuesta, al representar un conjunto de elementos geológicos de alto valor científico que explican la evolución volcánica del territorio. Formaciones como domos, chimeneas volcánicas, depósitos de pómez y estructuras caldéricas no sólo poseen relevancia académica, sino que configuran el paisaje y determinan procesos ecológicos y de ocupación humana (Brilha, 2016).

A partir de este reconocimiento, se plantean estrategias territoriales que integran el geopatrimonio como elemento organizador del espacio. Esto implica no solo su conservación, sino su activación mediante rutas interpretativas, nodos de observación y dispositivos de mediación educativa que permiten traducir el valor científico en experiencias accesibles para la población (Newsome & Dowling, 2010).

Asimismo, la relación entre geología y ocupación humana permite identificar áreas con distinta vocación territorial, donde la capacidad de carga, la accesibilidad y la fragilidad ambiental condicionan el tipo de intervención posible.

Educación

Uno de los principales aportes del modelo de geoparque radica en su capacidad para integrar educación y conservación como procesos complementarios. A través del diseño de rutas interpretativas y nodos educativos, se transforma la experiencia del visitante en un proceso de aprendizaje activo que facilita la comprensión del sistema volcánico y sus implicaciones ambientales (Newsome & Dowling, 2010).

Este enfoque permite transitar de un modelo de conservación pasiva a uno de conservación activa, donde los usuarios del territorio se convierten en actores informados y responsables. La señalética interpretativa, los materiales educativos y la participación comunitaria funcionan como herramientas clave para la divulgación del conocimiento geológico (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

En este sentido, la educación ambiental no se limita a la transmisión de información, sino que se plantea como un mecanismo de apropiación social del territorio, fundamental para la sostenibilidad del proyecto a largo plazo (Arnstein, 1969).

Propuesta de implementación - acciones puntuales

A partir del análisis realizado, se proponen una serie de acciones estratégicas orientadas a la implementación del geoparque:

- Delimitación de zonas de intervención considerando importancia y jerarquía de geositios.
- Diseño e implementación de rutas geológicas interpretativas que estén estructuradas bajo criterios pedagógicos y de accesibilidad controlada.
- Instalación de nodos de análisis que estén equipados con señalética especializada, y mobiliario
- Fortalecimiento de la participación comunitaria mediante la integración de actores locales en actividades de guía, educación y servicios.
- Desarrollo de estrategias de comunicación e identidad territorial que refuercen el reconocimiento del valor geológico del bosque.

Estas acciones permitirán materializar la propuesta en intervenciones concretas que articulan la conservación, la educación y el desarrollo local, de forma que pueda consolidarse una base para la futura declaratoria del geoparque.

1.7 Bibliografía y otros recursos

Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216–224. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>

Brilha, J. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2024). Manual de Señalización en Áreas Naturales Protegidas – CONANP (2024-2030). SEMARNAT.

Convenio sobre la Diversidad Biológica. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica: Texto y anexos. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Dudley, N. (Ed.). (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/PAG-016-Es.pdf>

Dudley, N., Stolton, S., Shadie, P., & Dudley, N. (2013). IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types (Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21). IUCN. www.iucn.org/pa_guidelines
Editores de Britannica. (2020, 27 de enero). Depósito aluvial. Enciclopedia Británica. <https://www.britannica.com/science/alluvial-deposit>

Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

Encyclopædia Britannica. (s. f.). *Alluvial deposit*. En *Encyclopædia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/alluvial-deposit>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) [Mapa interactivo]. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

Le Maitre, R. W. (Ed.). (2002). *Igneous rocks: A classification and glossary of terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks* (2.^a ed.). Cambridge University Press. https://www.researchgate.net/publication/234448684_Igneous_Rocks_A_Classification_and_Glossary_of_Terms

Newsome, D., & Dowling, R. (2010). *Geotourism: The tourism of geology and landscape*. Goodfellow Publishers.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2026). Directrices operacionales para los Geoparques Mundiales de la UNESCO. <https://www.unesco.org/en/global-geoparks>

Servicio Geológico Mexicano. (2004). *Informe técnico de cartografía web (T112004SOAR0001_01)*. Secretaría de Economía. https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/CartografiaWeb/T112004SOAR0001_01.PDF

Ramírez, F., Gobernador Constitucional Del Estado, A., Víctor, J., Waisman, L., Carbonell, D. G., & Gómez Cruz, M. (2000). Vicente Fox Quesada Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. [Documento Oficial/Decreto].

Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). Rocas ígneas. En *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física* (8.^a ed., Cap. 4). Pearson Prentice Hall.

https://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/Ccias_tierra_tarbuck-Ch4-RsIg.pdf

Tolan, S., Biessy, G., Roche, J., Thome, N., Begon, M., & de Wit, M. (2024). High-resolution global canopy height map at 1 m spatial resolution using Sentinel-2 and GEDI integration. *Remote Sensing of Environment*, 302, Artículo 113945. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113945>

UNESCO. (2021). UNESCO Global Geoparks. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

1.8 Anexos y otros recursos

2 Productos

Rutas

La figura 18 muestra un mapa en el que se propone una ubicación estratégica de los senderos ciclistas y peatonales, mayormente sobre los caminos ya existentes, tomando en cuenta la menor concurrencia de ciclistas cerca de los geositos. También se expone la ubicación propuesta de nodos de accesibilidad y de permanencia.

Se busca el reordenamiento de la zona con un criterio de prioridad de interés, respetando la morfología del terreno original. Siendo todas correctamente indicadas por señalética clara y homogénea, que facilita el acceso y orientación a los visitantes.

Por otro lado, las investigaciones y mapeos brindaron las herramientas principales para el decreto, puesto que fueron la base para el diseño y abogacía del espacio como altamente prioritario, con potencial de turismo con riesgo ambiental controlado.

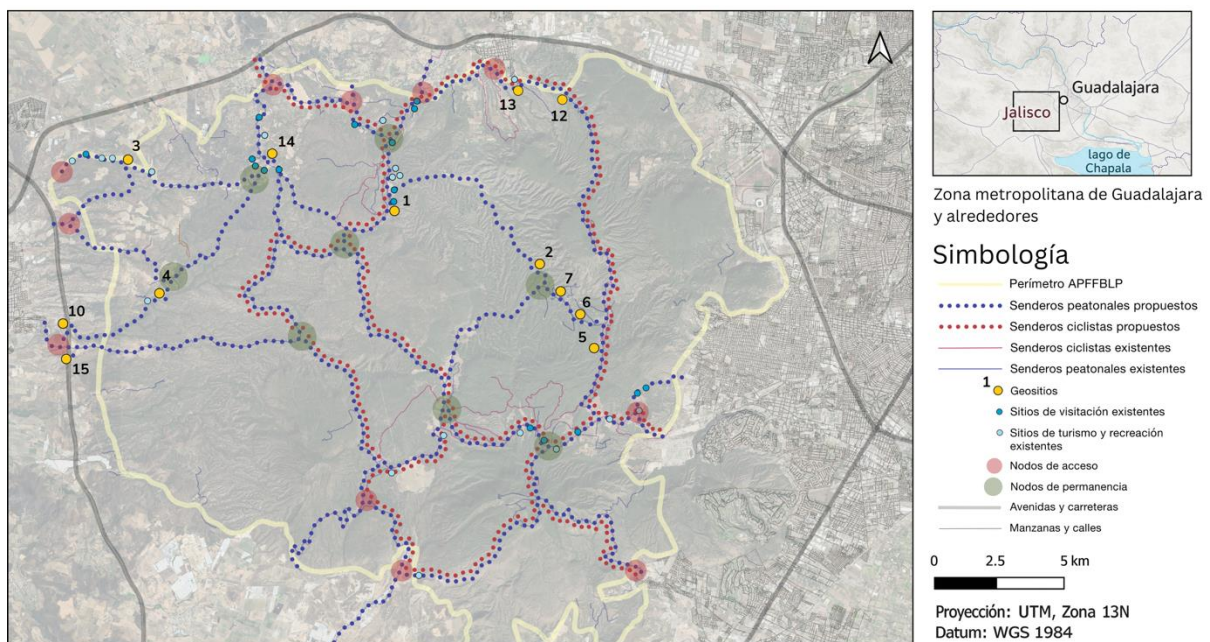


Figura 20. Rutas propuestas dentro del geoparque

En la figura 19 y figura 20, se representan los andadores con medidas para cada tipo de uso, considerando (de izquierda a derecha): una franja arbustiva nativa con cualidades polinizadoras para delimitar el espacio; un andador peatonal con espacio de 3 metros de ancho, delimitado por elementos naturales como troncos de madera incrustados y fortificados con rocas en su base, a la última área; un espacio de ciclismo de montaña en terreno natural, y delimitado a su vez por vigas de madera al terreno natural del bosque.

Dicho diseño está pensado estratégicamente, con las medidas actuales de paso, para degradar la tierra lo menos posible, estableciendo senderos con usos específicos. También está considerando un ancho para permitir que vehículos puedan acceder en alguna situación o emergencia.

Figura 21. Isométrico tipo de andador

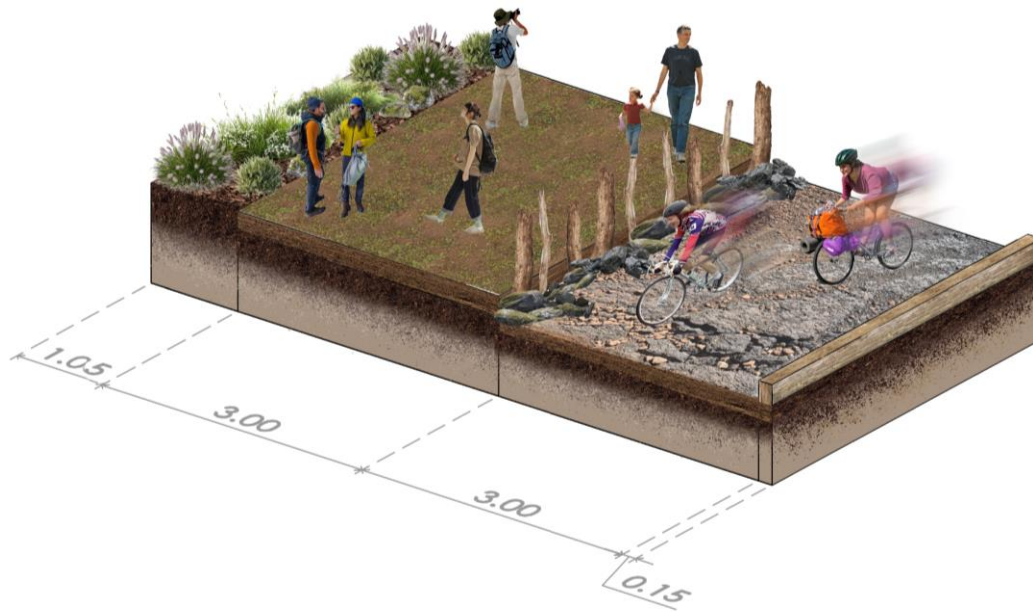
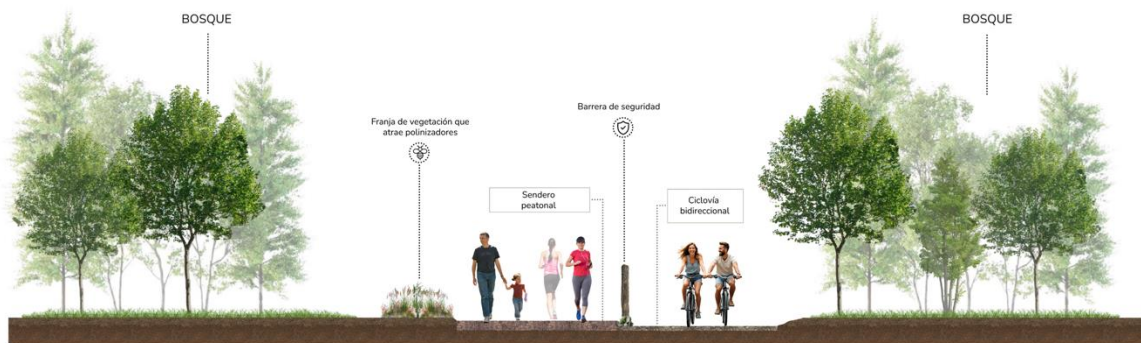


Figura 22. Sección tipo, de andador



Letreros

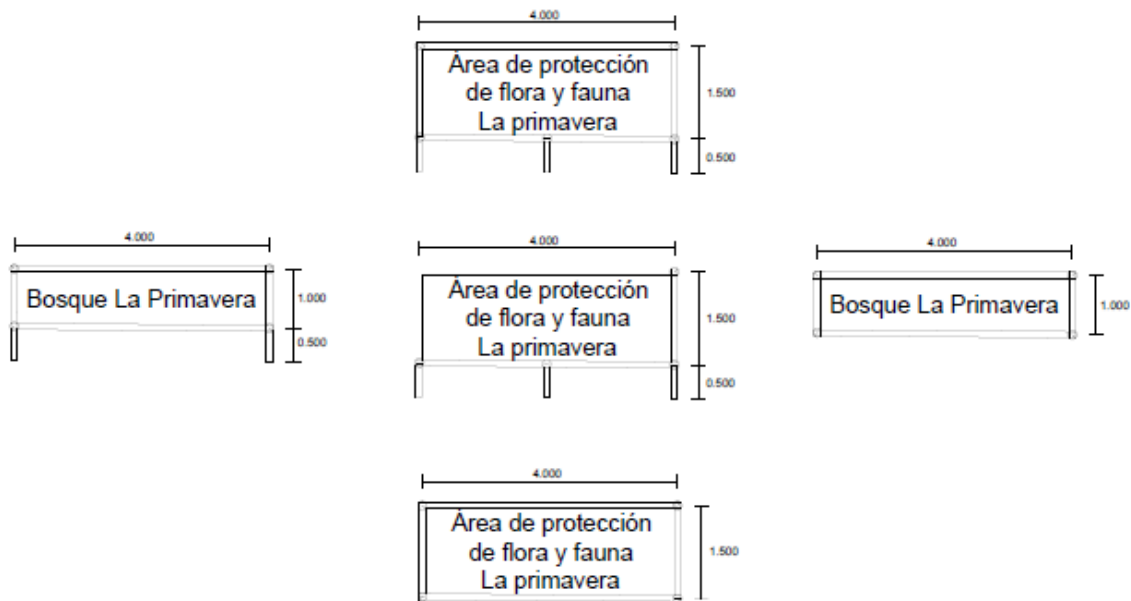
El letrero de la figura 21 está diseñado para identificar de manera clara, visible y reconocible el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, reforzando su presencia institucional y facilitando el reconocimiento del sitio por parte de los visitantes, con la finalidad de promover la visibilidad y el acceso adecuado al área, ofreciendo información relevante sobre su naturaleza y protección ambiental.

El letrero está diseñado con una estructura resistente y una base sólida para garantizar su durabilidad y estabilidad, incluso en condiciones climáticas adversas. Las patas están dimensionadas para proporcionar soporte adecuado a la estructura, asegurando que el letrero permanezca en posición durante su uso continuo.

El texto, en tipografía legible y moderna, se encuentra centrado y diseñado para ser visto desde una distancia considerable, lo que facilita su identificación. El nombre del lugar, Bosque La Primavera, está

destacado en la parte superior del letrero, mientras que la descripción Área de protección de flora y fauna se presenta debajo, garantizando un mensaje claro y directo para los visitantes.

Figura 23. Letrero de Identificación: Bosque La Primavera



Señalética Informativa del Parque

La señalización en el Geoparque La Primavera ha sido diseñada para proporcionar información clara y accesible a los visitantes, utilizando símbolos universales fácilmente reconocibles. Se propone ubicar estratégicamente los íconos en diferentes puntos del parque para guiar a los usuarios de forma eficiente.

Los letreros incluyen indicaciones sobre los servicios disponibles, como áreas para restaurantes y bebidas calientes, así como la presencia de conexión Wi-Fi en ciertas zonas. Además, señalan la ubicación de teléfonos públicos y de zonas donde se permite la pesca, así como las rutas para senderismo dentro del parque.

El diseño también contempla señales que advierten sobre las prohibiciones, como el uso de fuego o el acceso con motocicletas y bicicletas en determinadas áreas. Se incluye, igualmente, señalización sobre los servicios de emergencia médica disponibles, así como puntos de reciclaje y lugares de información general, ofreciendo así una experiencia más organizada y accesible para todos los usuarios.

Cada símbolo ha sido dimensionado cuidadosamente para asegurar su visibilidad y comprensión, con un diámetro uniforme de 0.40 metros, permitiendo que los visitantes puedan identificar la información rápidamente, incluso a distancia. La implementación de esta señalética tiene como objetivo mejorar la seguridad, accesibilidad y comodidad de todos aquellos que disfruten del parque.

Figura 24. Elementos de señalización



Caseta de Entrada (Garita)

La caseta de entrada al Geoparque La Primavera está diseñada para ofrecer seguridad y control en el acceso al parque. La estructura cuenta con una edificación en ladrillo con un techo a dos aguas que proporciona durabilidad y protección. La caseta tiene un área de entrada y salida claramente definida, ubicada en el centro del diseño, asegurando un flujo adecuado de visitantes.

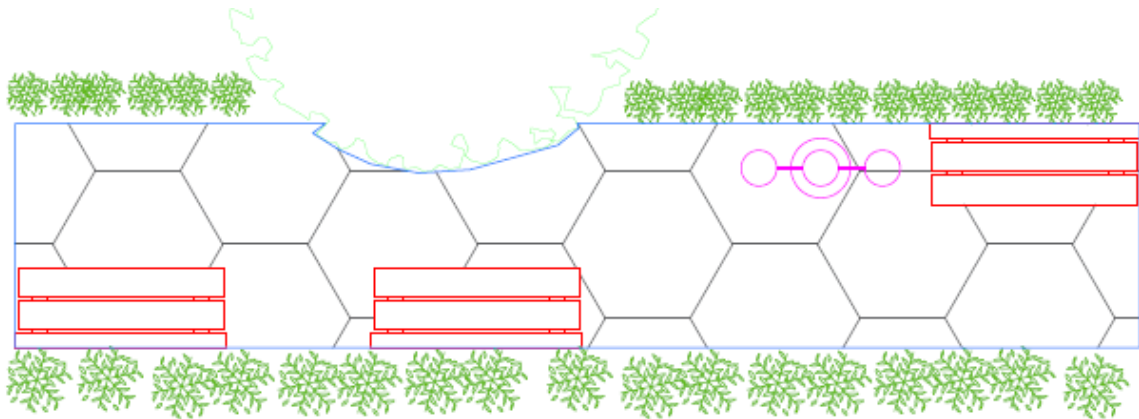
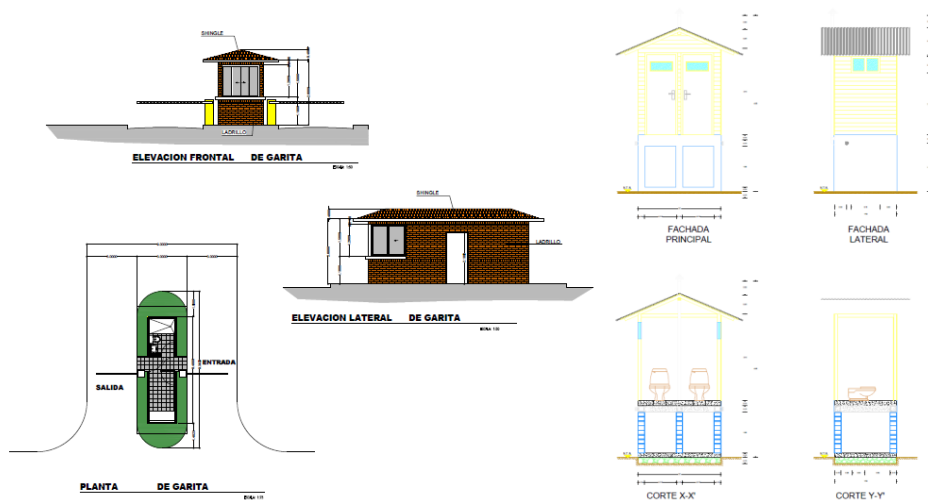
Baño Público Pequeño

El baño público pequeño es una estructura modular y funcional, diseñada para satisfacer las necesidades básicas de los visitantes del parque. Está compuesto por una edificación compacta, de fácil acceso y con una estructura metálica combinada con madera para ofrecer resistencia y confort en el uso.

Camino Empedrado con Bancas de Descanso

El camino empedrado diseñado para el Área de protección de flora y fauna La Primavera se caracteriza por su estética natural, ideal para caminar y disfrutar de la vegetación circundante. El sendero está compuesto por piedras de gran tamaño, colocadas de manera que proporcionan una superficie firme y estable para los visitantes. A lo largo del camino, se ubican varias bancas de descanso, permitiendo que los usuarios puedan disfrutar del paisaje y descansar durante su recorrido.

Figura 25. Detalle de caseta. Referencias gráficas obtenidas en línea.

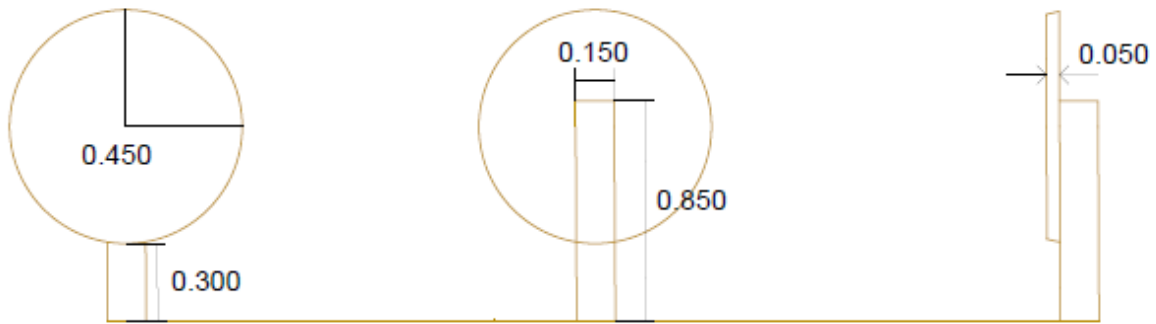


Elemento interactivo

Está conformado por un panel circular giratorio montado sobre un soporte vertical. El objetivo del elemento es brindar información didáctica al usuario, permitiendo la interacción mediante el giro del disco.

El panel tiene un diámetro aproximado de 0.45 m y está colocado a una altura accesible (0.85 m), facilitando su uso. El sistema se soporta mediante un poste vertical anclado al suelo, garantizando estabilidad. El mecanismo de giro permite que el usuario manipule el elemento de forma sencilla y segura.

Figura 26. Elemento interactivo. Rueda giratoria

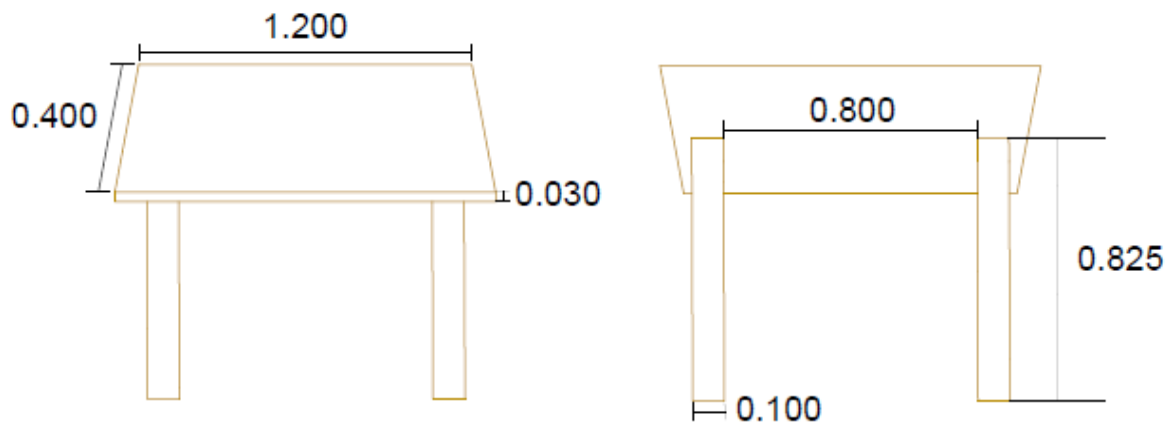


Mesa informativa didáctica

Elemento tipo mesa inclinada diseñado para la exhibición de información y recursos didácticos, permitiendo la interacción directa del usuario mediante la observación y el tacto.

La mesa cuenta con una superficie aproximada de 1.20 m de largo por 0.40 m de ancho, colocada a una altura de 0.825 m, lo que facilita su uso por niños y adultos. La inclinación del plano mejora la visibilidad del contenido expuesto.

Figura 27. Mesa informativa didáctica



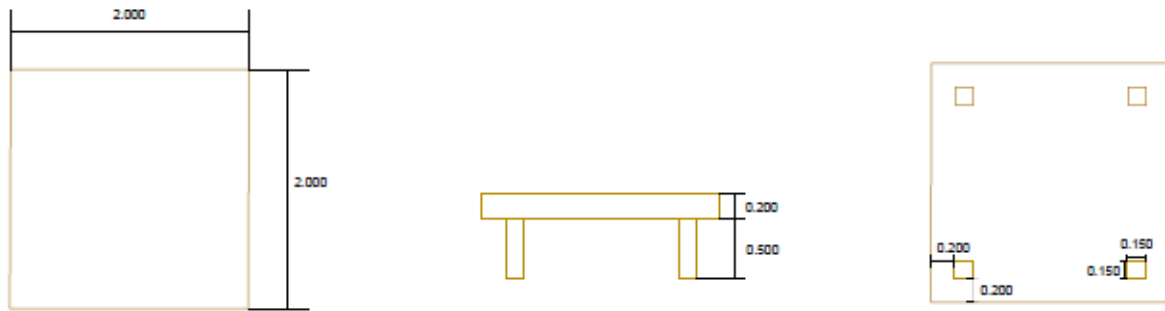
Deck de yoga y estancia exterior

Plataforma de madera destinada a la estancia y contemplación del entorno natural, funcionando como punto de reunión y descanso dentro del recorrido del bosque escuela.

La plataforma cuenta con dimensiones aproximadas de 2.00 m por 2.00 m, elevándose 0.50 m sobre el nivel del terreno, lo que permite adaptarse a la topografía y generar una mejor relación visual con el entorno. El sistema se apoya en elementos estructurales verticales que garantizan estabilidad.

Se plantea el uso de madera tratada u otros materiales resistentes a la intemperie, adecuados para su uso en exteriores. El diseño busca integrarse de forma natural al paisaje, promoviendo la permanencia y la interacción con el entorno.

Figura 28. Deck de yoga y estancia

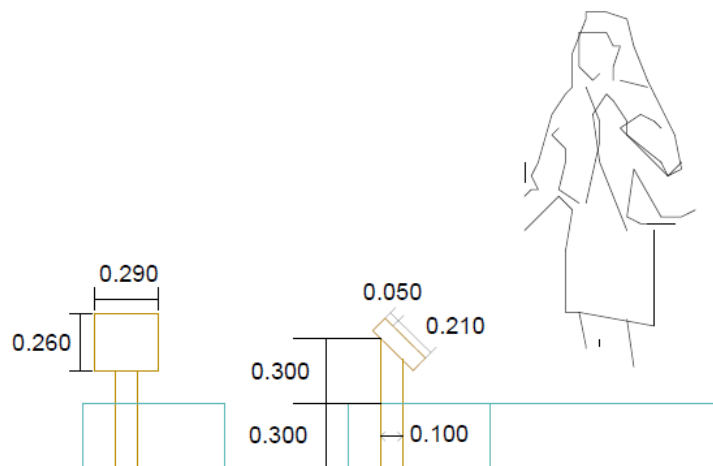


Letrero informativo a baja altura

Elemento informativo de pequeña escala colocado a baja altura, diseñado para ser consultado de forma cercana por el usuario, especialmente a nivel de rodilla.

El letrero consiste en una placa inclinada de aproximadamente 0.21 m de largo, ubicada a una altura cercana a 0.30 m sobre el nivel del terreno, lo que facilita su lectura sin interferir con el entorno. La inclinación mejora la visibilidad del contenido.

Figura 29. Letrero informativo de baja altura



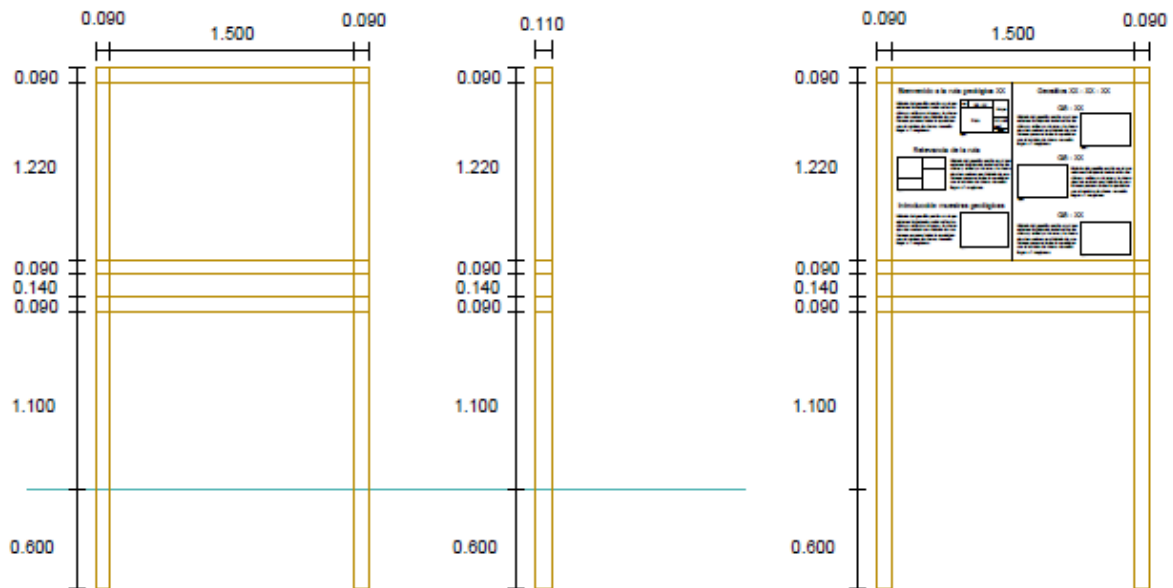
Letrero informativo inclinado

Elemento informativo compuesto por un panel inclinado montado sobre un soporte vertical, diseñado para facilitar la lectura del contenido de manera cómoda para el usuario.

El panel cuenta con dimensiones aproximadas de 0.79 m de ancho por 0.62 m de alto, colocado a una altura cercana a 0.90 m sobre el nivel del terreno. La inclinación del plano permite una mejor visibilidad y ergonomía durante su uso.

Señalética en las áreas naturales protegidas

La señalética es una herramienta que busca unificar la identidad y criterios gráficos en el Geoparque, ésta debe ofrecer toda la información que demanden los visitantes, usuarios, dueños y poseedores de las tierras, regulando al mismo tiempo las actividades a desarrollar y cierto control en el disfrute del área. Debe fomentar valores naturales, el respeto y protección del ambiente.



Contenido del letrero

- Historia del geosítio

El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera tiene su origen en procesos geológicos volcánicos que ocurrieron hace miles de años, dando lugar a un paisaje dominado por domos, flujos de lava y suelos ricos en minerales. A lo largo del tiempo, esta zona ha evolucionado no solo como un espacio natural de gran biodiversidad, sino también como un sitio de interés científico por sus características geotérmicas. En 1980 fue decretada como área protegida, con el objetivo de conservar sus ecosistemas y regular el impacto humano, consolidándose como uno de los pulmones verdes más importantes de la región de Guadalajara.

- Relevancia de la ruta

La ruta propuesta dentro del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera permite comprender de manera integral la evolución geológica y volcánica de la zona, al conectar tres puntos clave que evidencian distintos procesos formativos. A través de estos sitios, es posible observar manifestaciones actuales del sistema geotérmico, así como estructuras geológicas que revelan la historia eruptiva y tectónica posterior a la formación de la caldera. En conjunto, la ruta no solo destaca por su valor científico, sino también por su importancia para interpretar la dinámica activa del subsuelo y su influencia en el paisaje actual.

- Introducción muestras geológica

Las muestras geológicas presentes en esta ruta permiten observar de manera directa distintos materiales y estructuras formadas a lo largo de la evolución volcánica de La Primavera. A través de estos puntos, es posible identificar evidencias del sistema geotérmico, depósitos de piedra pómez y formaciones

asociadas a procesos tectónicos y lacustres, lo que facilita la interpretación de la historia geológica del área y sus procesos activos.

- Número de geosito y descripción de él

Ejemplo: GS 1 - Este sitio representa una evidencia directa del sistema geotérmico activo de la región, donde el nacimiento y la cuenca del río reflejan procesos volcánicos que aún presentan manifestaciones actuales. Su importancia radica en mostrar cómo la actividad interna de la Tierra sigue influyendo en el entorno, permitiendo observar una conexión clara entre el pasado volcánico y la actividad presente.



Figura 35. Propuesta de letrero

3 Reflexión crítica y ética de la experiencia

A lo largo de este semestre, la participación dentro del proyecto PAP Bosque Escuela: Geoparque permitió desarrollar una visión más amplia sobre la relación entre la ingeniería, el medio ambiente y la sociedad. Más allá del trabajo técnico realizado, la experiencia ayudó a comprender la responsabilidad que implica intervenir en un territorio con alto valor ambiental, geológico y social como lo es el Bosque La Primavera.

Durante el desarrollo del proyecto, fue posible reconocer que muchas de las problemáticas ambientales no dependen únicamente de soluciones técnicas, sino también de factores sociales, culturales y económicos. Esto llevó a reflexionar sobre la importancia de diseñar propuestas que no solo sean funcionales, sino también responsables, sostenibles y accesibles para las comunidades involucradas. En este sentido, el trabajo realizado permitió entender que la conservación ambiental requiere una participación colectiva y una planeación consciente del impacto que tienen las actividades humanas sobre el territorio.

Otro aspecto importante fue el trabajo colaborativo entre compañeros, asesores y las diferentes áreas involucradas en el proyecto. La experiencia permitió fortalecer habilidades de comunicación, organización y análisis crítico, además de aprender a integrar distintas perspectivas dentro de una misma propuesta. También se comprendió la importancia de escuchar y considerar las necesidades reales del entorno antes de plantear soluciones o estrategias de intervención.

Desde una perspectiva ética, el proyecto generó una reflexión sobre el papel que tiene un futuro profesionalista en la protección de los recursos naturales y en la toma de decisiones que afectan al medio ambiente. Muchas veces, dentro de proyectos urbanos o de infraestructura, el desarrollo económico puede entrar en conflicto con la conservación ecológica; sin embargo, esta experiencia permitió entender que ambas dimensiones pueden buscar un equilibrio mediante propuestas sustentables y bien planificadas.

Finalmente, el proyecto dejó un aprendizaje importante sobre el valor del territorio y la necesidad de generar conciencia ambiental desde diferentes disciplinas. La experiencia no solo aportó conocimientos técnicos relacionados con análisis territorial y planeación, sino que también fortaleció una postura más crítica y responsable frente a los retos ambientales actuales.

3.1 Sensibilización ante las realidades

La participación en el proyecto PAP Bosque Escuela Geoparque permitió desarrollar una mayor sensibilización respecto a las problemáticas ambientales y sociales que existen dentro y alrededor del Bosque La Primavera. A lo largo del semestre, el trabajo realizado ayudó a comprender que este tipo de espacios naturales no solo representan un valor ecológico, sino también un elemento importante para las comunidades, la educación y la identidad territorial de la región.

Durante el desarrollo del proyecto, fue evidente cómo las actividades humanas pueden generar impactos significativos sobre el medio ambiente cuando no existe una adecuada planeación o conciencia sobre el uso del territorio. Aspectos como la erosión de senderos, la falta de señalización, el deterioro de ciertas áreas naturales y la presión ocasionada por el crecimiento de visitantes permitieron entender la fragilidad de estos espacios y la necesidad de implementar estrategias de conservación más integrales.

Además, la experiencia ayudó a reconocer que muchas comunidades cercanas enfrentan realidades económicas y sociales que influyen directamente en la manera en que se relacionan con el entorno natural. Esto permitió generar una visión más empática sobre la importancia de involucrar a la población local dentro de los proyectos ambientales, no solo como beneficiarios, sino también como participantes activos en los procesos de conservación y desarrollo sustentable.

Otro aspecto importante fue comprender que, en muchas ocasiones, la población desconoce el valor geológico, ambiental y cultural que posee el Bosque La Primavera. Esta situación evidenció la necesidad de fortalecer la educación ambiental y crear herramientas accesibles que permitan generar conciencia sobre la importancia de proteger estos espacios para las futuras generaciones.

Finalmente, esta experiencia permitió desarrollar una postura más consciente sobre la responsabilidad que tienen los futuros profesionistas frente a las problemáticas ambientales actuales. El proyecto ayudó a entender que las decisiones técnicas y territoriales tienen un impacto directo en la calidad de vida de las personas y en la conservación de los recursos naturales, por lo que resulta fundamental trabajar desde una perspectiva ética, sustentable y socialmente responsable.

3.2 Aprendizajes logrados

A lo largo del semestre, la participación en el proyecto PAP Bosque Escuela: Geoparque permitió adquirir diversos aprendizajes tanto técnicos como personales. Uno de los principales aprendizajes fue comprender la importancia del análisis territorial y ambiental dentro de proyectos enfocados en la conservación y planeación sustentable. Mediante el uso de herramientas de análisis, investigación y observación del territorio, fue posible entender mejor cómo interactúan los factores naturales, sociales y económicos dentro de un mismo espacio.

Asimismo, el proyecto permitió fortalecer habilidades relacionadas con el trabajo colaborativo y multidisciplinario. Durante el desarrollo de las actividades, fue necesario coordinar ideas, dividir responsabilidades y trabajar en conjunto para lograr propuestas integrales. Esto ayudó a mejorar la comunicación, la organización y la capacidad de adaptación ante diferentes retos presentados a lo largo del semestre.

Otro aprendizaje importante fue el desarrollo de una mayor conciencia ambiental y social. La experiencia permitió comprender que los proyectos territoriales no deben enfocarse únicamente en aspectos técnicos, sino también en las necesidades de las comunidades y en la protección de los recursos naturales. Esto ayudó a generar una visión más crítica y responsable sobre el papel que tiene un futuro profesionalista dentro de proyectos con impacto ambiental.

Además, se adquirieron conocimientos relacionados con la elaboración de propuestas de intervención, diseño de rutas interpretativas, análisis de problemáticas territoriales y estrategias de señalización y comunicación ambiental. También se fortalecieron habilidades de investigación, redacción y presentación de información técnica de manera más clara y estructurada.

Finalmente, el proyecto dejó como aprendizaje la importancia de trabajar desde una perspectiva sustentable y ética, considerando siempre el impacto que las decisiones humanas pueden tener sobre el entorno natural y social. La experiencia permitió relacionar los conocimientos académicos con situaciones reales, haciendo más evidente la relevancia de aplicar la ingeniería y la planeación territorial de manera responsable y consciente.

3.3 Congruencia con perfil de egreso

La participación en el proyecto PAP Bosque Escuela: Geoparque permitió desarrollar competencias relacionadas tanto con el perfil de egreso de Ingeniería Civil como de Ingeniería Ambiental, ya que el trabajo realizado integró aspectos de análisis territorial, conservación ambiental, planeación y propuestas de intervención sustentable dentro del Bosque La Primavera.

Desde el enfoque de Ingeniería Ambiental, el proyecto contribuyó a desarrollar una mayor comprensión sobre la conservación de los recursos naturales, la protección del patrimonio geológico y la importancia de generar estrategias que reduzcan el impacto humano sobre los ecosistemas. El análisis de problemáticas ambientales, la identificación de zonas vulnerables y la propuesta de acciones enfocadas en educación ambiental y manejo sustentable permitieron aplicar criterios de sostenibilidad y responsabilidad ecológica dentro de la planeación del proyecto.

Desde el enfoque de Ingeniería Civil, el proyecto permitió aplicar conocimientos relacionados con el análisis del territorio, organización espacial y diseño de infraestructura ligera orientada al uso responsable del entorno natural. Actividades como la propuesta de senderos, señalización, accesibilidad y planeación de rutas interpretativas ayudaron a comprender la importancia de diseñar espacios funcionales considerando las condiciones físicas y ambientales del sitio. Además, se fortaleció la capacidad de analizar problemáticas reales y desarrollar soluciones viables desde una perspectiva técnica y sustentable.

Desde el enfoque en el Diseño Urbano y la Arquitectura del Paisaje, el proyecto se vio enriquecido por un enfoque humano, empático y resiliente. Dichos puntos se lograron creando espacios, no solo para el turismo, sino para la mejora del suelo en el BLP, por medio de senderos definidos que evitarán la constante erosión por caminos emergentes. Dichos senderos o rutas, serán la base para futuros análisis, en el proceso de la búsqueda de generar un decreto de Geoparque, para el BLP. Por otro lado, se busca que, el turismo responsable, traiga beneficios a las comunidades locales, principalmente económicas; esto se logrará a través de la estrategia de economía previamente descrita.