



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Facultad de Filosofía y Letras

Colegio de Geografía

El Geoparque Mixteca Alta, Oaxaca; propuesta de
incorporación a los Geoparques Globales de la UNESCO

Tesis

Que para obtener el grado de Licenciada en Geografía

Presenta:

EMMALINE MONTSERRAT ROSADO GONZÁLEZ

Asesor:

Dr. José Luis Palacio Prieto

Sinodales:

Mtro. Eduardo Antonio Pérez Torres
Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez
Mtra. Oralia Oropeza Orozco
Dra. Silke Cram Heydrich

Ciudad Universitaria, CDMX

Agosto 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"Creí que era una aventura y en realidad era la vida"

Joseph Conrad

"Los Geoparques Globales UNESCO son tesoros internacionales, no sólo en términos de su interés geológico sino también por el entusiasmo y dedicación de sus campeones locales quienes trabajan duro para mantenerlos y crear las oportunidades educativas y económicas que ofrecen. Son una demostración de comunidades locales trabajando de manera efectiva en algunas de las áreas más remotas y bellas de nuestro planeta"

Dra Beth Taylor, Directora de Ciencias Naturales, Comisión
Nacional Inglesa de la UNESCO

"Viaje según su proyecto propio, dé mínimos oídos a la facilidad de los itinerarios cómodos y de rastro pisado, acepte equivocarse en la carretera y volver atrás, o, al contrario, perseverar hasta inventar salidas desacostumbradas al mundo. No tendrá mejor viaje." José Saramago

Dedicatoria

A mi familia por ser mi más grande apoyo y soporte para ayudarme a realizar mis objetivos y proyecto de vida. Por todo lo que me han brindado para encontrar mi camino y formarme como la persona que soy.

A las comunidades de la Mixteca por abrirme el corazón a la magia de sus pueblos y permitirme ser mixteca.

A Xóchitl Ramírez Miguel por ser un ejemplo en mi vida y darme la fuerza y motivación para seguir adelante.

A Oralia Oropeza por abrirnos los ojos a la Mixteca y contagiarnos el sueño.

A José Luis Palacio por tener la iniciativa de construir el sueño y permitirme ser parte el.

A Mario Arturo Ortiz por enseñarnos tanto y motivarnos a seguir "de frente y con valor".

Agradecimientos

A las comunidades de la Mixteca por todo el apoyo para la realización de este gran proyecto, por creer y construir con nosotros este sueño y en el proceso habernos enseñado tanto.

A la familia Ramírez Miguel, por hacerme un lugar en sus corazones y ser mi familia mixteca, en particular a Xóchitl por otorgarme la fortuna de ser su hermana y siempre apoyarme en todo, porque sin ella nada de todo esto hubiera sido posible.

A mis amigos de la Gloria de Oaxaca quienes desde el inicio han apoyado y construido el sueño con nosotros.

A Eduardo Pérez Torres por abrirme las puertas a la academia y mostrarme el camino, por ser mi maestro mucho más allá de lo académico, un amigo y un apoyo en todas las circunstancias, alguien que aportó demasiado en mi formación como geógrafa y que con su amistad me ayudó siempre a seguir adelante.

A José Manuel Espinoza por ser pieza clave en mi formación y permitirme aprender y colaborar con él en lo académico, pero también por brindarme su amistad y ser un apoyo incondicional en todo momento.

A José Luis Palacio porque además de aportar demasiado en mi formación y ayudarme a proyectar mi vida académica más allá de lo que yo hubiera imaginado, me dio la oportunidad de soñar, construir y trabajar este proyecto a su lado honrándome con su sincera e invaluable amistad.

A Silke Cram, Oralia Oropeza y Pilar Fernández por enseñarme tanto académicamente a lo largo de estos años de trabajo, pero sobre todo por el enorme apoyo que me han brindado con su amistad, tenerlas cerca ha sido una fortuna.

Al Doc. Víctor Dávila y a Manuel MahEng porque además de ayudarme a resolver incontables veces problemas técnicos o académicas, también me brindaron un gran apoyo con su cariño y amistad.

A Norma López y Anna Lena por estar siempre dispuestas a escucharme, apoyarme y acompañarme desde lo académico hasta lo personal, por haber estado este tiempo a mi lado y brindarme su amistad.

A Marco Muñoz y Andrea Ramírez por estar a mi lado como amigos y compañeros desde el inicio de mi formación como geógrafa y apoyarme de muchas y distintas maneras.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Geografía e Instituto de Geografía por todo lo que aportaron en mi formación profesional.

A la DGAPA por el apoyo brindado a través del proyecto PAPIIT IN100714 “Valoración y promoción del patrimonio geológico y geomorfológico: geositos y geomorfositos” y del PAPIME PE103516 “Geopatrimonio y geoparques; estrategias para la enseñanza y divulgación de las Ciencias de la Tierra”.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1: Los Geoparques	3
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Geoconservación	5
1.1.2 Programas de valoración del patrimonio geológico	8
1.1.3 La iniciativa y la UNESCO	10
1.1.4 Red Europea	12
1.1.5 Red Global	13
1.1.6 Perspectivas en América Latina	17
1.2 Geoparques Globales UNESCO (GGU)	18
1.2.1 Características fundamentales	19
1.2.2 Criterios para la inclusión a la Red	20
1.2.3 Áreas temáticas de los Geoparques	21
1.2.4 Proceso de aplicación de candidatura	23
Capítulo 2: El Proyecto Geoparque Mixteca Alta	25
2.1 Origen del Proyecto	25
2.1.1 La iniciativa del Geoparque Yanhuitlán	26
2.1.2 El paisaje de la Mixteca; justificación como Geoparque	27
2.2 Caracterización general del área	29
2.2.1 Contexto físico	29
2.2.2 Contexto social	32
2.3 Marco Geológico	34
2.3.1 Evolución tectonoestratigráfica	34
2.3.2 Unidades litoestratigráficas	40
2.3.2.1 Caliza Teposcolula	42
2.3.2.2 Formación Yanhuitlán	43
2.3.2.3 Toba Llano de Lobos	44
2.3.2.4 Andesita Yucudaac	45
2.3.2.5 Intrusivos Suchixtlahuaca	46
2.3.2.6 Depósitos del Cuaternario	47

Capítulo 3: Conformación del Proyecto Geoparque Mixteca Alta	49
3.1 Desarrollo del Geoparque	49
3.1.1 Incorporación de proyectos pre-existentes	50
3.1.2 Recorridos en campo para la identificación de sitios y senderos	52
3.1.3 Talleres, reuniones y recorridos para establecer un plan de manejo	55
3.2 Productos del Geoparque	56
3.2.1 Base de datos y cartografía de geositorios	56
3.2.2 Base de datos y cartografía de geosenderos	62
3.2.3 Recursos de divulgación	65
3.3 Candidatura del Geoparque Mixteca Alta ante la UNESCO; la experiencia adquirida	71
3.3.1 El Expediente	73
3.3.2 Evaluación inicial	76
3.3.3 Misión de evaluación	77
Conclusiones	85
Bibliografía	88
Anexo: Expediente sometido a la UNESCO	93

Índice de figuras y cuadros.

Figuras

Figura 1.1 Aumento del número de Geoparques en China a partir del año 2000	15
Figura 1.2 Distribución de los 120 Geoparques de la Red Global de Geoparques	16
Figura 2.1 Ubicación de la Región Mixteca	30
Figura 2.2 Ubicación del Geoparque Mixteca Alta	32
Figura 2.3 Mapa geológico simplificado del estado de Oaxaca y configuración de sus terrenos tectonoestratigráficos.	35
Figura 2.4 Terrenos tectonoestratigráficos y Complejos geológicos del sur de México	38
Figura 2.5 Columna estratigráfica del Geoparque Mixteca Alta	42
Figura 2.6 Caliza Teposcolula que aflora en San Bartolo Soyaltepec, con presencia de fósiles	43
Figura 2.7 Formación Yanhuitlán en el Geosendero las Conchas	43
Figura 2.8 Ejemplo de la Toba Llano de Lobos en la localidad Río Verde	45
Figura 2.9 Andesita Yucudaac en Santo Domingo Tonaltepec	46
Figura 2.10 Cuerpos intrusivos, emplazados en la Formación Yanhuitlán	46
Figura 2.11 Perfil aluvial del Cuaternario ubicado en el geosendero de las Conchas	47
Figura 2.12 Cartografía geológica del Geoparque Mixteca Alta	48
Figura 3.1 Proyectos incorporados al Geoparque	52
Figura 3.2 Recorridos con autoridades	55
Figura 3.3 Clausura del taller de guías del Geoparque	56
Figura 3.4 Distribución de los geositios identificados en el Geoparque Mixteca Alta	62
Figura 3.5 Cartografía de los Geosenderos y Senderos de Naturaleza	64
Figura 3.6 Mapa geoturístico del Geoparque Mixteca Alta	65
Figura 3.7 Folleto del Geosendero Los Corazones	66
Figura 3.8 Muestra de la guía de geosenderos y geositios	67
Figura 3.9 Centro de atención al visitante del Geoparque Mixteca Alta	68
Figura 3.10 Panel en el Geosendero Los Corazones	69
Figura 3.11 Página web y de Facebook del Geoparque Mixteca Alta	71
Figura 3.12 Proceso de aplicación ante la UNESCO	72
Figura 3.13 Fotos durante la misión de evaluación UNESCO en los recorridos por los Geosenderos	79
Figura 3.14 Fotos de las actividades realizadas durante la misión de evaluación	83

Cuadros

Cuadro 1.1 Geoparques Europeos	12
Cuadro 1.2 Geoparques Chinos	14
Cuadro 1.3 Red Global de Geoparques	16
Cuadro 1.4 Proyectos de Geoparque en América Latina	18
Cuadro 1.5 Conferencias internacionales de Geoparques	24
Cuadro 2.1 Evolución de la población del Valle de Nochixtlán	28
Cuadro 2.2 Municipios que conforman el Geoparque Mixteca Alta	31
Cuadro 2.3 Principales unidades litoestratigráficas	41
Cuadro 3.1 Proyectos incorporados al Geoparque	50
Cuadro 3.2 Recorridos realizados para la identificación de sitios y senderos	53
Cuadro 3.3 Base de datos de los geositios	58
Cuadro 3.4 Geosenderos y sus características	63
Cuadro 3.5 Senderos de naturaleza y sus características	64
Cuadro 3.6 Listado y ubicación de los paneles colocados en el Geoparque Mixteca Alta	69
Cuadro 3.7 Categorías del documento de autoevaluación del expediente.	75

Introducción

Entre las estrategias encaminadas al manejo de los recursos y el planteamiento de programas dirigidos a su sustentabilidad se han desarrollado diferentes iniciativas y proyectos generalmente enfocados a la conservación de la biodiversidad, ejemplo de ello es el programa de El Hombre y la Biósfera de la UNESCO o la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Sin embargo en las últimas dos décadas han surgido iniciativas que buscan la conservación y sustentabilidad ambiental bajo un enfoque holístico e integral que no sólo considere la biodiversidad sino también los elementos del medio físico, destacando entre ellos los geológicos y su relación con aspectos culturales, históricos y arqueológicos.

El programa de Geoparques Globales UNESCO es uno de los más recientes que busca implementar diferentes alternativas para el desarrollo local, basándose en un turismo fundamentado en la divulgación de las Ciencias de la Tierra, considerando los atributos geológicos, ecológicos, históricos y culturales de una región con el propósito de conservar dichos atributos (UNESCO, 2016). Es en este sentido que el lograr establecer un geoparque en México, brindaría alternativas de desarrollo económico local mediante la divulgación de Ciencias de la Tierra en un contexto de desarrollo sustentable y promovería el surgimiento de más proyectos de este tipo en nuestro país.

En este trabajo se analiza y discute el funcionamiento del programa Geoparques Globales de la UNESCO y se describe el procedimiento y experiencia adquirida en la construcción del Geoparque Mixteca Alta y el procedimiento de su candidatura ante la UNESCO.

Objetivo General

- Analizar la experiencia adquirida a partir de la elaboración de la propuesta de candidatura del Geoparque Mixteca Alta al Programa de Geoparques Globales de la UNESCO.

Objetivos Particulares

- Identificar y discutir los principales factores que inciden en el origen y desarrollo de los geoparques en el mundo.
- Justificar el contexto geográfico y geológico de la Mixteca como Geoparque.
- Referir el proceso de desarrollo y candidatura del Geoparque Mixteca Alta como una estrategia integral de gestión territorial ante los Geoparque Globales de la UNESCO.

Este trabajo se divide en tres apartados capitulares. El primero consiste en una descripción sobre el origen y desarrollo de los geoparques, los antecedentes y primeros programas nacionales e internacionales enfocados a la identificación, valoración y conservación del patrimonio geológico. También se desarrolla la estructura de funcionamiento de los Geoparques Globales de la UNESCO y de las redes regionales de geoparques, sus objetivos, lineamientos y criterios.

En el segundo capítulo se describe el origen del proyecto así como el contexto geográfico y geológico del Proyecto Geoparque Mixteca Alta y su justificación como un geoparque.

En el capítulo tres se describe el método de trabajo para la conformación del geoparque, su desarrollo, los productos y resultados obtenidos hasta el momento y por último el proceso de candidatura del Geoparque Mixteca Alta ante la UNESCO.

Asimismo, se anexa el expediente original que se sometió ante la UNESCO.

Este trabajo forma parte del proyecto PAPIIT IN100714 “Valoración y promoción del patrimonio geológico y geomorfológico: geositios y geomorfositios” y del PAPIME PE103516 “Geopatrimonio y geoparques; estrategias para la enseñanza y divulgación de las Ciencias de la Tierra”.

Capítulo 1: Los Geoparques

1.1 Antecedentes

El acelerado crecimiento demográfico de los últimos 50 años ha implicado una presión desmedida sobre el medio ambiente y sobreexplotación de los recursos naturales. Ello ha desencadenado una serie de problemas ambientales que se han convertido en prioridad en las agendas de todos los países del mundo. Así, en 1972, durante la Conferencia de las Naciones Unidas del Medio Ambiente Humano en Estocolmo se comenzó a priorizar, mediante una declaración, la necesidad de gestionar estrategias encaminadas a la conservación y protección del medio ambiente, ya que el modelo de vida actual no es sostenible por el consumo desmedido de los recursos naturales y las transformaciones ambientales productos de la contaminación.

“A nuestro alrededor vemos multiplicarse las pruebas del daño causado por el hombre en muchas regiones de la Tierra, niveles peligrosos de contaminación del agua, del aire, de la tierra y de los seres vivos; grandes trastornos del equilibrio ecológico de la biosfera; destrucción y agotamiento de recursos insustituibles y graves deficiencias, nocivas para la salud física, mental y social del hombre, en el medio ambiente por él creado.”(ONU, 1972)

En octubre y noviembre de ese mismo año se celebró la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO en su 17ª reunión en París, en la cual se realizó una declaratoria donde se reconocía que el patrimonio tanto natural como cultural se encuentran cada vez más amenazado por la destrucción, por lo que se estableció una serie de lineamientos y pautas encaminadas a la valoración y protección del patrimonio; en dicha convención se define al patrimonio natural como:

“los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies, animal y vegetal, amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.”(UNESCO, 1972)

Hay que destacar que esta definición es una de las primeras que considera las formaciones geológicas como parte del patrimonio natural, siendo así uno de los antecedentes de la geoconservación; sin embargo, se priorizó a la biodiversidad en las políticas y estrategias de conservación ambiental.

Las iniciativas de 1972 se retomaron de manera más consistente durante las Cumbres de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 a través de la Agenda 21; este documento refiere una serie de objetivos y estrategias a seguir para lograr un desarrollo sustentable en el mundo. La Agenda 21 consta de 4 secciones principales:

La primera, “Dimensiones sociales y económicas”, consiste de un análisis y diagnóstico de las circunstancias sociales en el mundo en aspectos de pobreza, patrones de consumo, dinámica demográfica, salud y desarrollo de los recursos humanos;

La segunda sección, “Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo”, considera el contexto ambiental en el que se desarrolla el ser humano y su interacción, evaluando aspectos atmosféricos, forestales, ecosistémicos y agrícolas.

La tercera sección, “Fortalecimiento del papel de los grupos principales”, consiste en propuestas y acciones sugerentes para mejorar el desarrollo social y, por lo tanto, la conservación ambiental, reconociendo la importancia de grupos minoritarios y su relevancia dentro de los sectores económicos.

La cuarta y última sección, “Medios de ejecución”, consta de las acciones directas que se deben realizar para lograr los objetivos del desarrollo sustentable, destacando la importancia del desarrollo educativo y científico, así como la implementación de instrumentos jurídicos internacionales (ONU, 1972).

Hoy día, la Agenda 21 es la referencia básica de la mayoría de los proyectos encaminados al desarrollo sustentable y la conservación del ambiente. Si bien los principios de la geoconservación a través de los geoparques y el geoturismo sustentan sus objetivos y lineamientos en la Agenda 21, dicho documento no hace referencia específica a la importancia de conservar el patrimonio geológico como parte del ambiente, sino que

destaca que la conservación ambiental debe estar sustentada en la protección de la biodiversidad, siendo así que la idea de conservar los atributos geológicos, es decir, la geodiversidad, fue posterior y mucho más reciente a través de la geoconservación.

1.1.1 Geoconservación

La geoconservación considera la preservación de los atributos abióticos de la Tierra, los recursos geológicos, geomorfológicos, mineralógicos, paleontológicos, petrológicos y pedológicos. Actualmente, esto se ve reflejado en organizaciones y proyectos nacionales e internacionales que han establecido acuerdos y convenciones inter-gubernamentales para la conservación del patrimonio geológico. Un ejemplo de esto es ProGEO: Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO, 2011).

Históricamente, el Reino Unido es considerado el lugar de surgimiento de la Geología como ciencia, encabezando también, por su trayectoria histórica las primeras iniciativas y conceptualizaciones de la geoconservación (Brocx, 2007).

El Servicio Geológico de Gran Bretaña, fundado en 1835, es el primer centro de *expertise* e información en Ciencias de la Tierra. Si bien el concepto de geoconservación es mucho más reciente, el Servicio Geológico de Gran Bretaña, desde sus inicios, realizó acciones encaminadas a la conservación y protección del patrimonio geológico.

Se considera que la historia de la Tierra a partir del relieve, rocas y fósiles comenzó con el trabajo de James Hutton, William Smith y Charles Lyell, los cuales, descubrieron que a partir del estudio de los estratos sedimentarios se podrían deducir diferentes períodos geológicos, marcando el origen de la estratigrafía y la paleontología (Brocx, 2007).

Se resaltó así la importancia de una geología de campo trabajando las descripciones en sitios específicos; en un inicio, muchas localidades en el Reino Unido asumieron un significado de importancia para los geocientíficos, los cuales establecieron las localidades tipo y lugares particulares basados en la apreciación del significado e importancia de estos en cuanto a su relevancia para explicar la evolución geológica de la Tierra (Brocx, 2007).

Entre las actividades que el Servicio Geológico de Gran Bretaña realizó como antecedentes de la geoconservación se pueden enumerar las siguientes (McMillan, s/f):

- Colecciones sistemáticas para catalogar e interpretar materiales representativos incluyendo fósiles, minerales y rocas;
- Mantenimiento de una colección petrológica;
- Archivo fotográfico geológico;
- Legado y colecciones del Museo de Geología Práctica;
- Colección y biblioteca de registros geológicos;
- Desarrollo del panorama estratigráfico de Gran Bretaña;
- Publicaciones del conocimiento geológico, y
- Descripciones geológicas locales y regionales.

El concepto de geoconservación se comienza a construir en 1980 con la definición de Sharples (2002), quien la precisa como “La conservación de la geodiversidad por sus valores intrínsecos, ecológicos y geopatrimoniales; donde geodiversidad significa: el rango (o diversidad) de los atributos geológicos, geomorfológicos y de suelo, así como su interacción, sistemas y procesos.” También entendemos por geodiversidad la variedad natural en la superficie terrestre, referida a los aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos, hidrología, así como otros sistemas generados como resultado de los procesos naturales (endógenos y exógenos) y la actividad humana (Kozłowski, 2004).

A partir de entonces surge mayor interés formal en considerar que la conservación del ambiente no sólo debe estar enfocada a proteger los atributos bióticos del ecosistema, sino también la parte abiótica es de suma importancia en la conservación de la Tierra; Brilha (2002) destaca que para que la conservación de la naturaleza sea verdaderamente efectiva no se deben separar los procesos biológicos de los geológicos, ya que la geología es sustento de todos los sistemas de la naturaleza.

En 1988 se funda la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO) en la cual participan conservacionistas y geocientíficos europeos con el objetivo de promover y conservar el patrimonio natural europeo como son los paisajes, las rocas y los minerales. Una de las principales líneas de trabajo de ProGEO es la creación de inventarios que identifiquen y caractericen geositios, entendiendo como tales a los sitios de interés geológico que destaquen por su valor escénico, científico y educativo (Wimbledon, 2012).

ProGEO es una de las instituciones que más ha aportado a la conceptualización y desarrollo de la geoconservación; ha implementado una serie de proyectos y actividades científicas y educativas que identifiquen, valoren y promuevan el patrimonio geológico de Europa. Para ello también ha establecido alianzas y acuerdos de trabajo con la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS); uno de los proyectos más importantes de ProGEO es el de “Conservación del patrimonio geológico en Europa” el cual tiene como objetivo implementar estrategias de geoconservación en todos los países europeos (Todorov, 2004).

Uno de los principales aportes de ProGeo es la creación de un protocolo de geoconservación con principios y lineamientos sobre la gestión sustentablemente de los sitios de interés geológico; el protocolo resalta las siguientes políticas (ProGEO, 2011):

- *“La protección de los geositios de relevancia nacional e internacional es responsabilidad de los gobiernos de todos los países. Cada país debe promover una lista de prioridades de conservación para el uso sustentable de sus sitios clave de geopatrimonio”.*
- *“Una situación favorable de conservación depende de las estrategias de manejo nacionales e internacionales, y el establecimiento de planes de manejo para cada geositio.”*
- *“Los sitios de interés geológico pueden ser frágiles o resistentes, en algunas circunstancias, donde los geositios no sean vulnerables y exista abundancia de especímenes, es aceptable que la colecta ocurra, e incluso la venta de rocas, minerales y fósiles comunes que puedan proveer una ganancia económica a las comunidades locales, sin pérdida del patrimonio.”*
- *“Un enfoque holístico es requerido para la explotación, y cualquier sitio protegido debe ser propiamente monitoreado para su uso.”*

En 1991 se celebró en Digne, Francia, el primer Simposio Internacional sobre Protección del Patrimonio Geológico. En esta reunión se redactó la Declaración Internacional sobre los Derechos de la Memoria de la Tierra, conocida como la Declaración de Digne. En esta

declaración se resalta la importancia y necesidad de proteger el patrimonio natural de la Tierra.

“El hombre y la Tierra forman un patrimonio común. Nosotros y los gobiernos somos solamente custodios de esta herencia. Todos los seres humanos deben comprender que el más pequeño ataque puede mutilar, destruir o producir daños irreversibles. Toda clase de desarrollo debería respetar la singularidad de esta herencia... ..Debemos estar atentos a la necesidad de proteger nuestro patrimonio cultural, la “memoria” del género humano. Ha llegado el momento de proteger el patrimonio natural y el ambiente físico, porque el pasado de la Tierra no es menos importante que el del hombre. Es la hora de aprender a conocer este patrimonio y, por eso, leer este libro del pasado, escrito en las rocas y en el paisaje antes de nuestra llegada.” (Declaración de Digne, 1991).

Se considera a esta declaración como el primer documento de acuerdo internacional que busca resaltar y promover la importancia de la geoconservación, enfocada en la importancia de preservar los rasgos geológicos y geomorfológicos que destaquen por su valor científico, educativo y/o cultural.

1.1.2 Programas de valoración del patrimonio geológico

En 1988, el Buró de la UNESCO consideró necesario que la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (IUCN) necesitaban de una opinión especializada en ciencias geológicas sobre el Bosque Petrificado de Lesbos en Grecia que se propuso ante la UNESCO para ser parte de la lista de Patrimonio Mundial, por sus características de relevancia geológica.

Para obtener dicha opinión, se concretó un comité consultivo entre el Programa Internacional de Correlación Geológica (IGCP) de la UNESCO y La Unión Internacional para Ciencias Geológicas (IUGS). Así, el Dr. J.W. Cowie, Presidente de la Comisión de Estratigrafía de la IUGS propuso una lista indicativa preliminar sobre sitios geológicos y fósiles con potencial de ser considerados Patrimonio Mundial; dicha lista fue circulada a más de 150 expertos en geología durante la segunda mitad de 1989. y así surgió el proyecto de la Lista Global Indicativa de Sitios Geológicos (GILGES) con el objetivo de identificar e incluir a la lista de Patrimonio Mundial sitios de relevancia geológica (UNESCO, 2016).

En 1994 la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (UICG) propone la creación de un programa “Geositios” con el objetivo de involucrar a la comunidad geológica internacional en la creación de un inventario para la protección de los recursos geológicos de interés científico y educativo.

Esta iniciativa dio como resultado la creación del Grupo de Trabajo de Geositios Globales de la UICG con apoyo de la UNESCO, entendiendo como geositio aquellos sitios de interés geológico que destacan por su interés científico para la comprensión de la evolución de la Tierra (Wimbledon, 2012).

El Grupo de Trabajo de Geositios Globales planteó las siguientes líneas de trabajo:

- Compilar una Lista Global de Geositios;
- Construir una base de datos de localidades tipo y terrenos;
- Utilizar el inventario de geositios para la geoconservación y promoción de las ciencias geológicas;
- Promover iniciativas nacionales o regionales para la compilación de inventarios.
- Participar y promover reuniones y talleres que establezcan los criterios y metodologías para la conservación de localidades tipo;
- Establecer los méritos científicos en colaboración con especialistas, grupos de investigación, asociaciones, comisiones, sub-comisiones, etc., y
- Informar a la UICG y UNESCO sobre las prioridades de conservación en el contexto global, incluyendo el Patrimonio Mundial.

El objetivo del Grupo de Trabajo fue seleccionar una lista internacional con los sitios más importantes para la ciencia geológica, así como el establecimiento de los principios y estrategias para la selección de los mismos, siendo este el primer intento por establecer una metodología única para selección de geositios aplicable en todos los países (Wimbledon, 2000).

En 2001 durante la Conferencia Internacional de Geomorfología en Tokio, la Asociación Internacional de Geomorfólogos decidió crear un grupo de trabajo enfocado a sitios de interés geomorfológico con el propósito de mejorar el conocimiento e investigación científica en la promoción y conservación del patrimonio geomorfológico.

Dicho grupo de trabajo se enfoca en las siguientes actividades:

- Promover los geomorfositos como lugares clave para la educación ambiental y el desarrollo sustentable.
- Desarrollar actividades enfocadas a mejorar la calidad de vida en países subdesarrollados.
- Desarrollar actividades y programas educativos de post-grado sobre geomorfositos.
- Promover líneas de investigación enfocadas a geomorfositos urbanos y áreas de montaña (IAG, 2016).

1.1.3 La iniciativa y la UNESCO

En 1996, durante el 30 Congreso Internacional de Geología celebrado en Beijing en la sesión de patrimonio geológico, en la cual Guy Martini y Nickolas Zouros discutieron sobre cuáles deberían ser las estrategias adecuadas para promover la geoconservación. En este contexto se empezaron a moldear los objetivos de un programa de conservación y promoción de sitios de interés geológico: *“la idea que sustenta la iniciativa es que el verdadero desarrollo territorial sustentable puede lograrse a través de la protección y promoción del patrimonio geológico mediante actividades científicas, educativas y turísticas.”* (Zouros, 2004).

En 1997 en la 29ª Conferencia General de la UNESCO celebrada en París se planteó por primera vez la idea de crear una red mundial de sitios de relevancia geológica, lo que se refirió en el documento oficial de la UNESCO 29 C/5, apartado II.4.2 (02036).

Para abril de 1999, durante la sesión 156 de la UNESCO, se propone de manera formal el “Programa de Geoparques de la UNESCO-nueva iniciativa para promover una red global

de geoparques, salvaguardando y desarrollando áreas seleccionadas por sus rasgos geológicos significativos.” Durante esta reunión se destaca:

- La División de Ciencias de la Tierra toma la iniciativa de coordinar y combinar los diferentes esfuerzos nacionales e internacionales en pro de la geoconservación y la identificación de geositios, así como preparar el escenario para futuras actividades en conservación del patrimonio geológico y la posibilidad de establecer un programa de geoparques auspiciado por la UNESCO.
- Se reconoce la necesidad de resaltar y difundir el valor de patrimonio geológico a través de ejemplos representativos bajo un enfoque de desarrollo local sustentable tanto en países en desarrollo como en países desarrollados.
- El programa de geoparques constituirá una actividad complementaria al Programa Internacional de Correlación Geológica que se enfoca en la investigación en ciencias de la Tierra. Representará una directa responsabilidad basada en la Declaración de Digne.
- Promover la preservación y el reconocimiento internacional del patrimonio geológico por el programa de geoparques, no está cubierto por otro programa de la UNESCO, ni por cualquier otro programa de conservación. El lanzamiento del programa de geoparques proveerá excelentes medios para el reconocimiento internacional de los sitios de interés geológico. Considerando los diferentes objetivos de la Convención de Patrimonio Mundial y la Red Global de Reservas de la Biósfera, el programa de geoparques constituirá una actividad complementaria para la preservación del patrimonio natural y cultural.
- Un geoparque será un área dedicada a resaltar las características geológicas que destaquen por su significado, rareza o belleza, y que sean representativas de la historia geológica de un área particular.
- Un geoparque, además de las posibilidades de realizar investigación científica y educación ambiental, debe tener un alto potencial para el desarrollo local sustentable, debe generar empleos y nuevas actividades económicas ligadas al tema específico del geoparque.
- Todo geoparque que someta su candidatura ante la UNESCO, deberá presentar un plan de manejo y gestión bajo un contexto de desarrollo sustentable (UNESCO, 1999).

Las conclusiones de esa reunión incluyeron la propuesta del Programa de Geoparques en el documento 30 C/5 (programa y presupuesto de la UNESCO para el bi-enio 2000-2001), bajo las estructuras ya existentes del Programa de Correlación Geológica Internacional de la UNESCO. En dicho documento, dentro del apartado sobre las principales acciones para promover el manejo del sistema terrestre, se pone a consideración la posibilidad de crear un Programa de Geoparques de la UNESCO dentro de las estrategias para el bi-enio 2000-2001, así como la *“...realización de un estudio de viabilidad en el desarrollo de un*

Programa de Geoparques de la UNESCO, con el fin de mejorar el reconocimiento internacional de los sitios con interés geológico para promover la conservación del patrimonio de la Tierra” (UNESCO, 2000). En dicho trabajo se planteó que los resultados para el final del bi-enio sería un incremento en el conocimiento de los sitios de patrimonio de la Tierra.

1.1.4 Red Europea

En el año 2000 se funda la Red Europea de Geoparques (EGN, por sus siglas en inglés) con la participación de cuatro territorios con un patrimonio geológico significativo: la Reserva Geológica de Haute-Provence, en Francia; el Bosque Petrificado de Lesbos, en Grecia; Vulkaneifel, en Alemania y Maestrazgo, en España.

En abril de 2001, en el Parque Cabo de Gata, en España, durante la ceremonia de inauguración de la reunión para el "Manejo de espacios naturales protegidos y desarrollo sustentable”, la EGN firma un acuerdo formal de validación con la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO (referido en el documento 161 EX/Decisions, 3.3.1), donde se exponen las bases de colaboración entre la EGN y la UNESCO.

Actualmente la Red Europea cuenta con 69 geoparques distribuidos en 23 países (cuadro 1.1), siendo España el país con más territorios declarados (11) hasta la fecha (EGN, 2016).

Cuadro 1.1 Número de geoparques que se fueron incorporando a la Red de Geoparques Europeos entre 2000 y 2015.

Año de incorporación	Cantidad de Geoparques incorporados	Total
2000	4	4
2001	8	12
2002	3	15
2003	2	17
2004	5	22
2005	3	25
2006	6	31

2007	4	35
2009	5	40
2010	7	47
2011	7	54
2012	4	58
2013	2	60
2014	4	64
2015	3	69

Fuente: Brilha, 2016

1.1.5 Red Global

En febrero de 2004, un grupo internacional de expertos de la UNESCO reunidos en París acordaron el establecimiento de una Red Global de Geoparques de la UNESCO, la cual incluyó 17 Geoparques Europeos y 8 nuevos Geoparques Chinos. Para junio del mismo año se llevó a cabo la Primera Conferencia Internacional de Geoparques en Beijing, China, donde se estableció formalmente la Red Global de Geoparques auspiciada por la UNESCO. La Red Global de Geoparques es una organización internacional comprometida con la conservación, manejo y comunicación sobre el patrimonio de la Tierra.

Los principales objetivos de la Red Global de Geoparques son:

1. Promover un establecimiento geográfico equitativo;
2. Avanzar en el conocimiento y entendimiento de la naturaleza,
3. Asistir a las comunidades locales a valorar su patrimonio natural y cultural;
4. Preservar el patrimonio de la Tierra para las generaciones presentes y futuras;
5. Enseñar y educar al público general acerca de las geociencias y su relación con el ambiente;
6. Asegurar un desarrollo socio-económico y cultural sustentable basado en el sistema natural;
7. Fomentar vínculos multi-culturales entre el patrimonio y la conservación, así como el mantenimiento de la geodiversidad mediante estrategias participativas;
8. Estimular la investigación, y
9. Promover acuerdos de participación entre los Geoparques Globales (GGN, 2016).

En octubre de 2004 se firmó la Declaración de Madonie durante la Quinta Reunión de Geoparques Europeos que consiste de un acuerdo entre la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO y la Red Europea de Geoparques, establece que para la inclusión de un nuevo territorio a la Red Global de Geoparques de la UNESCO se debe someter un expediente de aplicación ante la Red Europea de Geoparques (EGN, 2016).

A partir de estas actividades la promoción de geoparques en el mundo comenzó a tener un desarrollo notable. El desarrollo de los Geoparques en China, por ejemplo, creció de manera exponencial (Cuadro 1.2 y Figura 1.1) y se extendió a otros países de Asia y del Pacífico, de manera que para el año 2007 se crea una Red Regional de Geoparques de Asia-Pacífico. Esta Red cuenta con Geoparques en China, Japón, Corea, Malasia, Vietnam e Indonesia. El principal objetivo de la Red Asia-Pacífico de Geoparques es establecer una plataforma de cooperación y trabajo en red para la promoción y conservación del geopatrimonio y establecimiento de geoparques a través de actividades económicas sustentables de geoturismo (APGN, 2016).

Cuadro 1.2 Número de Geoparques Chinos que se desarrollaron a partir del 2000.

Año de incorporación	Cantidad de Geoparques incorporados	Total
2000	11	11
2002	33	44
2004	41	85
2005	53	138
2009	45	183
2011	36	219
2014	22	241

Fuente: Brilha, 2016.

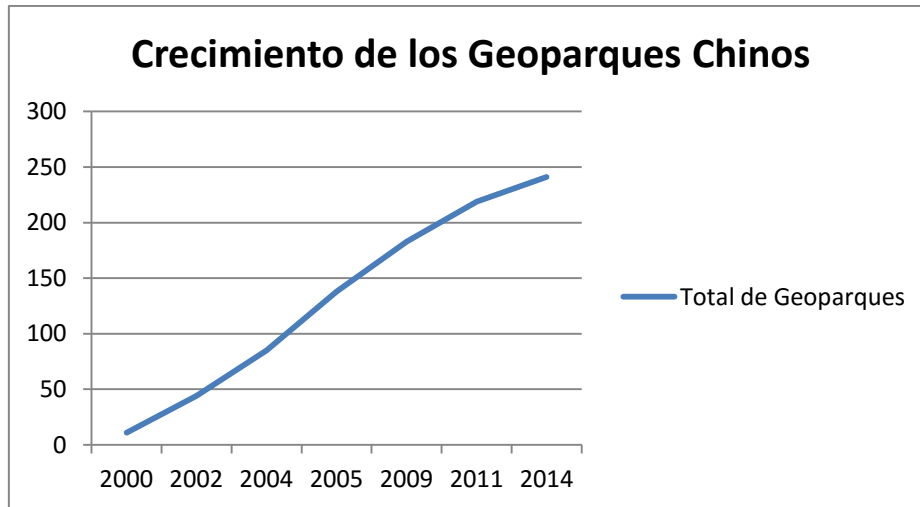


Figura 1.1 Aumento del número de Geoparques en China a partir del año 2000. Fuente: Brilha, 2016.

A nivel mundial, doce años después de su fundación, la Red Global cuenta con 120 geoparques en 33 países (Cuadro 1.3 y Figura 1.2), teniendo una mayor concentración en Europa y China; este crecimiento acelerado y difusión de la Red por el mundo, ha tenido como resultado la evolución y re-significación del concepto de Geoparque. De acuerdo con Martini (2009):

“El Geoparque del siglo 21 debe tener algo novedoso que ofrecer dentro de la gama de áreas naturales protegidas, una originalidad reflejada en su nombre. Existe una confusión alrededor del significado de “geo” aplicado a los territorios, frecuentemente interpretado como “geo” de “geología” y no de “Tierra”. Este malentendido no solo daña el desarrollo potencial del territorio, sino que también su valor conceptual y el impacto a la población local o visitantes. La ambigüedad semántica, causa que los Geoparques sean confundidos con otros espacios, los convierte en lugares para aprender “geología” o “la historia de los paisajes” o, en el mejor de los escenarios, “La historia de la Tierra y los ambientes del pasado” un rol que ya ha sido asumido por ciertos parques regionales, que también implementan fuertes políticas de desarrollo sustentable. Para crear un territorio con especificidad, el Geo = Tierra es la ecuación apropiada... Los Geoparques no son sólo territorios para enseñar geología, pueden convertirse en dominios donde las perspectivas del filósofo, el escritor y el artista puedan integrarse. Por lo tanto, en vez de ser un territorio “científico” o “natural”, emergen como territorios “culturales” de mucha más importancia.”

De esta manera, es que hoy día, los Geoparques se conceptualizan como territorios que conservan y promueven el patrimonio natural y cultural de un lugar mediante estrategias y actividades de desarrollo sustentable local que fortalecen el arraigo e identidad de un territorio.

Cuadro 1.3 Cantidad de geoparques incorporados a la Red Global de Geoparques desde el 2004.

Año de incorporación	Cantidad de Geoparques incorporados	Total
2004	21	21
2005	12	33
2006	12	45
2007	5	50
2008	2	52
2009	9	61
2010	13	74
2011	10	84
2012	6	90
2013	10	100
2014	11	111
2015	9	120

Fuente: EGN, 2016.

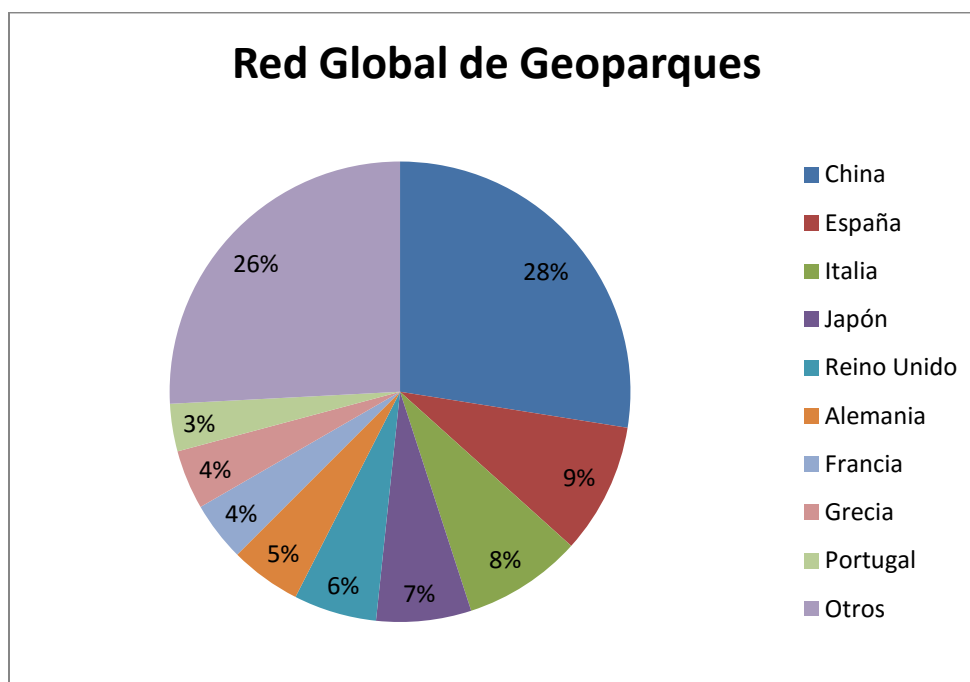


Figura 1.2 Distribución de los 120 Geoparques de la Red Global de Geoparques. Fuente: EGN, 2016.

1.1.6 Perspectivas en América Latina

Actualmente, existe un creciente interés en ampliar la Red Global de Geoparques a las diferentes regiones geográficas que aún no cuentan con Geoparques; América Latina es una de las regiones con mayor interés en incorporar territorios a la Red Global de Geoparques.

Con motivo de este interés, en mayo de 2015 se realizó el Taller “Geoparques y Geopatrimonio; promoviendo el geopatrimonio en América Latina”, celebrado en el Instituto de Geografía de la UNAM organizado por el Dr. José Luis Palacio Prieto. Participaron varios especialistas internacionales en Geoparques de la UNESCO: Patrick McKeever, Nickolas Zouros, Kristin Rangnes, Artur Sá, Denise Gorfinkiel, Martina Paskova, Guy Martini, Pablo Rivas y Luis Alcalá; también participaron representantes de grupos de trabajo que están desarrollando propuestas de Geoparques en varios países de América Latina.

Los objetivos de este taller fueron los siguientes:

- Conocer las iniciativas de Geoparques desde la perspectiva de organizaciones internacionales (UNESCO, ProGEO, Red Europea de Geoparques, Red Global de Geoparques);
- Comprender las iniciativas regionales y globales sobre Geoparques;
- Conocer cuál es el estado de desarrollo de los Geoparques en América Latina;
- Destacar la importancia de la geoconservación y los geoparques como una estrategia para el desarrollo económico local ante autoridades y gestores de la naturaleza;
- Contribuir a la organización de grupos nacionales enfocados a la promoción y creación de Geoparques.

Durante el taller, los especialistas en Geoparques expusieron diferentes temáticas contextualizando pasado, presente y futuro de los Geoparques en el mundo y los

representantes de los grupos de trabajo de cada país presentaron sus respectivos proyectos de Geoparque que están desarrollando en América Latina (Cuadro 1.4). Al término del taller, cada uno de los especialistas de la UNESCO visitó un geoparque que tenía la intención de someter la candidatura ante la Red Global de Geoparques para hacer una evaluación inicial de la factibilidad de cada proyecto, así como sugerencias para mejorar y darle un camino adecuado a los mismos.

Cuadro 1.4 Proyectos de Geoparque que se presentaron en el Taller "Geoparques y Geopatrimonio; promoviendo el geopatrimonio en América Latina."

Proyecto	País
Río Coco	Nicaragua
Valle del Colca y Andahua	Perú
Tungurahua	Ecuador
Imbabura	Ecuador
San Martín de los Andes	Argentina
Kotralkura	Chile
Huasteca Potosina	México
El Oro-Tlalpujahuá	México
Comarca Minera	México
Entre Cañones	México
Mixteca Alta	México

Tres de los proyectos presentados en el taller sometieron expediente para ser evaluados como candidatos a los Geoparques Globales UNESCO en la convocatoria de 2016: Tungurahua en Ecuador, y Comarca Minera y Mixteca Alta en México.

1.2 Geoparques Globales UNESCO (GGU)

Después de la creación de la Red Global de Geoparques en 2004, la UNESCO auspició la Red, aunque fue hasta el 17 de noviembre de 2015 durante la 38ª Conferencia General de la Organización, en la que se estableció formalmente el Programa Internacional de Geociencias y Geoparques, y con ello la designación de Geoparques Globales UNESCO (GGU).

La UNESCO especifica a los Geoparques como: “*áreas geográficas definidas donde sitios y paisajes de relevancia geológica internacional son manejados bajo un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sustentable*” (UNESCO, 2016b).

Los GGU deben promover el patrimonio geológico ligado a otros aspectos naturales y culturales del territorio a partir de la interpretación y promoción de la interacción de la sociedad con su entorno, el Geoparque debe ser base de identificación y sentimiento de orgullo de los pobladores locales. Además, el geoparque debe promover actividades educativas y recreativas a través del geoturismo, permitiendo un beneficio local.

La gestión de los Geoparques debe ser desde un enfoque *bottom-up*, es decir que sean las comunidades locales las que establezcan las estrategias, así como formas de gestión y promoción de sus recursos geológicos y de su territorio, involucrando actores sociales representativos de toda la comunidad (UNESCO, 2016b).

1.2.1 Características fundamentales

La UNESCO destaca cuatro características fundamentales de los Geoparques:

1. Patrimonio Geológico. Debe contener un patrimonio geológico de valor internacional evaluado y reconocido por el "Equipo de Evaluación de los GGU";
2. Plan de manejo. Debe contar con un plan de manejo y gestión sustentable que realice a través de un cuerpo legal reconocido por la legislación nacional de cada país y que incluya actores sociales relevantes a nivel local, regional y autoridades;
3. Visibilidad. Se refiere a la promoción de la etiqueta GGU, a la difusión y a la disponibilidad de información que conecte el Geoparque con otros sitios y áreas de interés. Un GGU debe tener una identidad corporativa para promover el geoturismo, y
4. Trabajo en red. Un GGU además de promover la cooperación y trabajo entre la comunidad local, también debe promover la participación con otros Geoparques y redes regionales (UNESCO, 2016c).

1.2.2 Criterios para la inclusión a la Red

Para la inclusión de un nuevo territorio a los GGU, el Programa Internacional de Geociencias y Geoparques de la UNESCO estableció los siguientes criterios que todo Geoparque debe cumplir:

1. Un Geoparque Global UNESCO debe ser un territorio delimitado con un patrimonio geológico de relevancia internacional manejado bajo un concepto holístico de protección, educación, conservación, investigación y desarrollo sustentable;
2. Los Geoparques Globales deben promover el patrimonio geológico ligado a los otros elementos del patrimonio natural y cultural del territorio, dando parte al entendimiento del vínculo entre el medio y la sociedad;
3. Los Geoparques Globales deben ser manejados por un cuerpo legal reconocido bajo la legislación nacional del territorio en el que se encuentren;
4. En caso que el territorio propuesto como Geoparque se empalme con otra designación UNESCO, debe ser claramente justificado porque la designación de Geoparque agregará un valor mayor al territorio;
5. Los Geoparques Globales deben involucrar activamente a las comunidades locales como el cuerpo gestor y de manejo. Deben establecer un plan de desarrollo enfocado en las necesidades de la población local para buscar las mejores estrategias de desarrollo y beneficio;
6. Los Geoparques Globales UNESCO, deben mantener vínculos de cooperación y trabajo con la Red Global de Geoparques;
7. Los Geoparques Globales UNESCO deben adaptarse a las leyes locales y nacionales para el establecimiento de estrategias de geoconservación, y
8. Todos los criterios anteriores se verificarán durante los procesos de evaluación y revalidación (UNESCO, 2016b).

1.2.3 Áreas temáticas de los Geoparques

Todos los Geoparques tienen un tema principal, un área de enfoque específica aunque aborden diferentes temáticas, la UNESCO ha identificado 10 temas o áreas principales de enfoque en los Geoparques Globales que son las siguientes:

- Recursos Naturales: todos los recursos utilizados por el ser humano de manera directa o indirecta provienen de la geología y de los procesos geológicos y algunos de ellos no son renovables; los Geoparques enfocados en este tema, buscan informar a las personas sobre la importancia que tienen los recursos y porque su gestión debe ser sustentable para el mantenimiento de generaciones futuras así como una educación de respeto al medio ambiente.
- Riesgos Geológicos: el sistema terrestre no es estático, la actividad tectónica es evidencia de ello a través de los terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas las cuales son una amenaza latente para diversas poblaciones. Existen Geoparques ubicados en regiones de mayor actividad tectónica, siendo territorios con un importante recurso para promover la educación y estrategias de mitigación en el tema de riesgos geológicos permitiendo a las poblaciones aumentar su resiliencia frente a una amenaza de este tipo.
- Cambio Climático: los Geoparques contienen registros y evidencia del paleoclima, de forma que son recursos educativos para mostrar los cambios ambientales consecuencia del cambio climático y como la utilización de energías verdes puede ayudar a mitigar los efectos negativos de un potencial cambio climático.
- Educación: todos los Geoparques deben tener dentro de sus objetivos la educación en Ciencias de la Tierra, a través de programas educativos de enseñanza formal y no formal para todo público y todas las edades, algunos

Geoparques ofrecen actividades educativas especiales a través de clubs, cursos y talleres.

- Ciencia: los Geoparques Globales son laboratorios activos que fomentan la investigación a todos los niveles, son áreas en las que diferentes instituciones académicas pueden proyectar sus líneas de trabajo y prácticas profesionales.
- Cultura: todo territorio con una población, tiene por lo tanto una cultura, los Geoparques deben promover y resaltar los vínculos comunitarios de arraigo de las poblaciones con el patrimonio de la Tierra, en este sentido existen Geoparques donde el arraigo cultural de una población por su territorio está tan vinculado, que los rasgos culturales se muestran en estrecha interacción con la ciencia y los atributos del territorio, incluyendo la parte geológica.
- Mujeres: los Geoparques deben promover el empoderamiento de las mujeres, para ello, algunos territorios han fomentado la creación de cooperativas de mujeres para la comercialización de artesanías y productos locales, así como para la prestación de servicios turísticos.
- Desarrollo sustentable: todo Geoparque debe tener un plan de gestión y desarrollo sustentable para las comunidades locales a través de diferentes estrategias que fomenten un turismo educativo de bajo impacto, estableciendo geosenderos, guías locales capacitados, servicios de hospedaje y alimentación, materiales de divulgación, todo ello respetando y manteniendo las estructuras socio-culturales de la población local.
- Conocimiento local e indígena: los Geoparques deben promover e incluso fomentar la recuperación de los conocimientos y tradiciones ancestrales de la cultura local, involucrando en el plan de gestión y manejo las diferentes actividades y conocimiento tradicional de la población.
- Geoconservación: Uno de los objetivos centrales en todos los Geoparques debe ser la protección y conservación de la geodiversidad a través de

prácticas de educación y turismo sustentable donde se resalta el valor e importancia de conservación del patrimonio abiótico (UNESCO, 2016a).

1.2.4 Proceso de aplicación de candidatura

Como se mencionó antes, actualmente se reconocen 120 GGU distribuidos en 33 países; cada año se incorporan nuevos territorios a la Red, para lo cual se tiene que realizar un complejo proceso de candidatura que consiste de los siguientes pasos:

1.- Todo Geoparque Aspirante en pertenecer a los Geoparques Globales de la UNESCO debe enviar una carta expresando el interés en realizar la aplicación, el envío se debe hacer por la vía oficial de comunicación con la UNESCO, que es a través de la Comisión Nacional de la UNESCO o el cuerpo gubernamental encargado de las relaciones con las UNESCO;

2.- Después se debe elaborar un expediente que muestre las evidencias de que el territorio propuesto ha funcionado como Geoparque por al menos un año, este expediente también deberá ser enviado por la vía oficial de comunicación con la UNESCO, el expediente deberá ir acompañado por un documento de autoevaluación y cartas de apoyo tanto de la Comisión Nacional de la UNESCO, así como de las autoridades, organizaciones e instituciones involucradas en el proyecto de Geoparque. Cada estado miembro de la UNESCO sólo podrá enviar dos candidaturas por año con el fin de promover una distribución geográfica equitativa de los Geoparques;

3.- El Secretariado de la UNESCO, al recibir los expedientes, revisará que estén completos y en forma, de no estarlo, pedirán las adecuaciones necesarias para tener un expediente completo. Al considerar que el expediente está completo, el Secretariado de la UNESCO enviará a la Unión Internacional de Ciencias Geológicas la sección de geología para su revisión;

4.- Al mismo tiempo el Buró de los Geoparques Globales asignará máximo dos evaluadores para realizar una misión de evaluación in situ. El Geoparque aspirante deberá cubrir los gastos de traslado y hospedaje de los evaluadores. Al término de la evaluación en campo, los evaluadores realizarán un informe que entregarán al Secretariado de la UNESCO, el cual lo pondrá disponible para el Consejo de la UNESCO para su revisión;

5.- El Consejo revisará el expediente y el reporte de la evaluación de campo de cada Geoparque aspirante y con ello tomará una de tres posibles decisiones, aceptar la propuesta, rechazarla, o diferirla por máximo dos años para atender recomendaciones y sugerencias que mejoren la propuesta;

6.- De ser aceptada la propuesta, el cuerpo de manejo del nuevo Geoparque Global UNESCO, deberá firmar un documento que deslinda legalmente a la UNESCO de cualquier responsabilidad legal o financiera sobre el territorio;

Después del proceso de candidatura, los resultados finales se exponen y oficializan durante las conferencias internacionales de Geoparques Globales de la UNESCO, celebradas cada dos años (Cuadro 1.5) (UNESCO, 2016).

Cuadro 1.5 Listado de Conferencias internacionales de Geoparques.

Primera	2004	Pekín, China
Segunda	2006	Belfast, Reino Unido
Tercera	2008	Osnabrück, Alemania
Cuarta	2010	Langkawi, Malasia
Quinta	2012	Unzen, Japón
Sexta	2014	Saint John, Canadá
Séptima	2016	Torbay, Inglaterra

Fuente: GGN, 2016.

Capítulo 2: El Proyecto Geoparque Mixteca Alta

2.1 Origen del Proyecto

La Mixteca Alta ha sido y es objeto de estudios de diversas temáticas, entre los que resaltan los arqueológicos por su importancia, cantidad y calidad. Los arqueólogos y antropólogos mexicanos y extranjeros han realizado trabajos de manera sistemática desde hace décadas (Spores, 1969; Flannery, 1967; Joyce, 1997; Goman, 2010; Pérez, 2011; Leigh, 2013). Entre ellos, destaca el Dr. Ronald Spores, pionero en el estudio arqueológico sistematizado de la Mixteca y es quien ha realizado estudios sobre el poblamiento de la región así como de la evolución de la civilización Mixteca y su relación con el medio desde hace por lo menos 50 años (Spores, 1969 y 2007).

Los trabajos del Dr. Spores constituyen los antecedentes que atrajeron a otros especialistas en temas afines a la Mixteca Alta.

Por su parte, el Dr. Manuel Hermann Lejarazu del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), quien lleva más de 20 años trabajando en la Mixteca, en 2011, desarrolla el proyecto de ciencia básica del CONACYT "Sociedad, gobierno y territorio en los señoríos de la Mixteca (Siglos XVI-XVII)" (Hermann 2007, 2008, 2011). A este proyecto se integran varios miembros del Instituto de Geografía de la UNAM (Mtra. Oralia Oropeza Orozco, Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez, a la Dra. Silke Cram Heydrich, Mtra. Pilar Fernández Lomelín y al geógrafo Manuel Figueroa MahEng).

Los productos que se generaron estuvieron enfocados a la caracterización del medio natural de los municipios de Santo Domingo Yanhuitlán y Santiago Tilantongo y otros sobre los paisajes geomorfológicos de dichos municipios, que incluyeron la elaboración de cartografía temática. Estos documentos forman parte del Libro: "Configuraciones territoriales en la Mixteca", volumen 2. Estudios de Geografía y Arqueología (Oropeza-Orozco et al., y Ortiz-Pérez et al., en prensa).

Posteriormente, a principios de 2014, con el equipo del Instituto de Geografía, coordinado por el Dr. José Luis Palacio Prieto, uno de los pioneros y expertos en el tema de Geoparques en México, se inician los proyectos relacionados con el tema. Primero se le denominó, Geoparque Yanhuitlán y después Geoparque Mixteca Alta, cuando se adhirieron otros municipios.

2.1.1 La iniciativa del Geoparque Yanhuitlán

A manera de anécdota, se menciona como surge la iniciativa del Geoparque. A través de una geógrafa que realizaba su tesis sobre la relación entre la inestabilidad de laderas, las inundaciones y la Zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz y, quien trabajaba con el Dr. Hermann, en el CIESAS, se estableció el contacto con la asesora de tesis, la Mtra. Oropeza. El Dr. Hermann tenía interés en invitarla a participar en su proyecto, ya que él había identificado una relación entre los procesos erosivos y los sitios arqueológicos de la Mixteca Alta, y consideró que la visión geográfica y geomorfológica podría aportar información de interés.

En Octubre de 2011, la Mtra. Oropeza fue a la Mixteca Alta por primera ocasión para comenzar el reconocimiento del área. En esta visita, realizó algunos recorridos por los *badlands* hacia las llamadas "Conchas" (anfiteatros erosivos que reciben su nombre por la forma que tienen); también visitó algunos sitios arqueológicos y la Loma Tasa, localidad tipo de la Formación Yanhuitlán. Los sitios visitados sirvieron para considerar que el territorio tenía potencial para ser un Geoparque, algo que comentó con algunos habitantes locales, entre ellos, con la actual Presidente Municipal de Santo Domingo Yanhuitlán, Luz Irene del Carmen Montes Lara.

Una particularidad de la Mixteca Alta que también llamó la atención respecto al potencial del territorio como un Geoparque fue la activa participación de la comunidad en el proyecto del Dr. Hermann y la manera en que los habitantes se involucraban en aprender y apoyar el proceso de investigación. Esta particularidad permitió que la idea de un Geoparque se convirtiera en una iniciativa más formal, ya que la Mtra. Oropeza conocía

los requerimientos que solicita la UNESCO para proponer un Geoparque, ya que tuvo la oportunidad de conocer una iniciativa de proyecto de Geoparque en Chiapas.

A finales de 2013, durante el trabajo de campo para el proyecto del Dr. Hermann, la actual Presidente de Santo Domingo Yanhuitlán, comentó a la Mtra. Oropeza que estaba interesada en promover el proyecto de Geoparque que tiempo atrás había comentado, así fue que se invitó al Dr. José Luis Palacio a que visitara la Mixteca Alta para evaluar el potencial y posibilidad de crear un Geoparque.

Después de la visita del Dr. Palacio, se confirmó que el territorio tenía potencial para ser un Geoparque por el complejo histórico en la construcción del paisaje actual.

2.1.2 El paisaje de la Mixteca; justificación como Geoparque

El paisaje actual de la Mixteca, profundamente erosionado, no sólo resulta de procesos de degradación derivados de la deforestación por la agricultura y ganadería intensiva después de la conquista española, sino que se explica por la interacción del hombre con el medio desde hace al menos 2700 años cuando se establecieron los primeros habitantes en la región (Spores 1969). Desde la década de los años 60 el Dr. Spores comenzó a estudiar la región buscando la relación entre el crecimiento de la población, la adaptación local y el desarrollo cultural en el Valle de Nochixtlán. Este autor destaca que el Valle de Nochixtlán es probablemente el área más importante respecto a su historia ocupacional y continúa siendo el valle más fértil y productivo de la región (Spores, 1969)

Los primeros habitantes de la Mixteca, como ya se mencionó, se asentaron hace 2700 años (Fase Cruz), se estima una población aproximada de 4000 habitantes distribuidos en 21 sitios, de los cuales ocho muestran evidencia de ocupación intensiva. Los primeros habitantes utilizaron la planicie aluvial para la agricultura y los sitios de ocupación los establecieron en los piedemontes y colinas bajas; 500 años después (Fase Ramos) la población creció un poco más del doble, de igual manera se duplicaron los sitios de

ocupación lo cuales seguían ubicándose en los piedemontes y algunos se dispusieron en las cimas, los campos agrícolas siguieron aumentando en la planicie aluvial (Spores, 1969).

Para el año 300 D.C., correspondiente a la Fase las Flores, la población volvió a duplicarse desde la Fase Ramos, los sitios de ocupación alcanzaron la cifra de 92 y una tercera parte de ellos muestran evidencia de uso intensivo. Para esta época, los asentamientos se ubicaron en las laderas altas y cimas, con el objetivo de aprovechar todos los terrenos disponibles para la agricultura, pues la creciente población demandaba un mayor consumo de alimentos y por lo tanto la producción tenía que ser mayor, utilizando la planicie aluvial y también los piedemontes previamente ocupados. 700 años más tarde, en la Fase Natividad, la población alcanzó los 50 000 habitantes y un total de 111 sitios de ocupación, más de la mitad de ellos, igualmente aprovechados de manera intensiva. Los asentamientos regresaron a su ubicación en los piedemontes y la agricultura alcanzó su máxima extensión utilizando todas las áreas planas y de poca pendiente para la producción de alimentos (Cuadro 2.1) (Spores 1969).

Cuadro 2.1 Evolución histórica de la población del Valle de Nochixtlán.

Periodo	Temporalidad	Número de habitantes	Sitios ocupados	Sitios ocupados de manera intensiva	Lugar de asentamiento	Distribución de la agricultura
Frase Cruz	700 A.C.	4000	21	8	piedemontes y colinas bajas	planicie aluvial
Fase Ramos	200 A.C.	10000	56	24	piedemontes y cimas	planicie aluvial
Fase Las Flores	300 D.C.	25000	92	36	laderas altas y cimas	planicie aluvial y piedemontes
Fase Natividad	1000-1520 D.C.	50000	111	78	piedemontes y colinas bajas	planicie aluvial, piedemontes y lamabordos
Conquista Española	1520	50000				
Época Colonial temprana	1600	32000				
Época Colonial tardía	1745	8000				
Época moderna		35000				

Fuente: Spores, 1969

La demanda de alimentos llegó al punto dónde las tierras agrícolas no eran suficientes para abastecer a toda la población. Los Mixtecos construyeron represas perpendiculares al cauce de los ríos en el fondo de los valles con el propósito de retener los sedimentos, formando terrazas agrícolas, llamadas localmente lamabordos o camellones. De esta manera se construyeron largos sistemas de lamabordos en muchos de los valles de la región. Los habitantes fomentaban la erosión en las laderas para que el relleno de los bordos fuera más rápido y poder disponer de esas terrazas para la agricultura, esta técnica aún es implementada por algunos agricultores, y se refiere que algunos lamabordos requieren de entre dos y tres años para rellenarse. (Spores 1969).

La conclusión es que el paisaje tan erosionado de la Mixteca es evidencia del uso intensivo que los Mixtecos hicieron de sus recursos naturales, en particular de sus suelos, en donde las características de fragilidad y alta erodabilidad del tipo de roca predominante en la región, principalmente de la Formación Yanhuitlán, fue lo que permitió la construcción de los lamabordos al aportar grandes cantidades de sedimentos en poco tiempo.

Es así que el paisaje de la Mixteca es un recurso invaluable para explicar la interacción del hombre con su medio, el crecimiento demográfico y la utilización de los recursos, es entonces que podemos hablar de un geopatrimonio, una herencia geológica, histórica y cultural al mismo tiempo. Este principio es el que sustenta la propuesta del Geoparque Mixteca Alta, un museo y laboratorio activo de la erosión que por estas razones lleva por lema: "erosión, cultura y geopatrimonio".

2.2 Caracterización general del área

2.2.1 Contexto físico

La Mixteca (Figura 2.1) es una región ubicada en el oeste de Oaxaca y áreas en los estados colindantes de Puebla y Guerrero. Está dividida en Mixteca Alta, Mixteca Baja y Mixteca Costa. La Mixteca Alta corresponde a la porción noroeste del Estado de Oaxaca, donde se

encuentra el Geoparque. Su topografía es el resultado del contacto entre la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental, dos de las cordilleras montañosas más importantes de México; con altitudes dominantes entre los 2000 y 2500 msnm; el punto más elevado es el Cerro Verde o Nudo Mixteco que se localiza en el límite norte del Geoparque con una altitud de 2892 msnm.



Figura 2.1 Ubicación de la Región Mixteca. Fuente (INEGI, 2010)

La vegetación original era de bosques de encino-pino que, actualmente, se restringen a las partes más elevadas debido a la deforestación y una fuerte erosión en las laderas y piedemontes.

El Geoparque Mixteca Alta es parte de la región Mixteca Alta e incluye nueve municipios y un área total de 415.4 km². (Cuadro 2.2)

Cuadro 2.2 Municipios que conforman el Geoparque Mixteca Alta

Municipio	Area (km²)
<i>San Andrés Sinaxtla</i>	22.6
<i>San Bartolo Soyaltepec</i>	74.9
<i>San Juan Teposcolula</i>	86.9
<i>San Juan Yucuita</i>	23.3
<i>San Pedro Topiltepec</i>	32.8
<i>Santa María Chachoapam</i>	61.8
<i>Santiago Tillo</i>	17
<i>Santo Domingo Tonaltepec</i>	26.5
<i>Santo Domingo Yanhuitlán</i>	69.6
Total	415.4

Fuente: INEGI, 2010.

Las coordenadas extremas del Geoparque son: 17° 25' 20'' y 17° 39' 27'' N, y 97° 11' 53'' y 97° 27' 40'' W, tiene una superficie de 415.4 km² (Figura 2.2) y se encuentra a 80 km de la ciudad de Oaxaca, 220 km de la ciudad de Puebla y 350 km de la Ciudad de México.

El relieve de la Mixteca Alta es abrupto debido a su ubicación, como ya se señaló, dentro de un sistema montañoso donde convergen las sierras Madre del Sur y Oriental; en la región se encuentran alturas con un promedio superior a los 2000 msnm y con cumbres que ascienden a más de 3000 msnm; tal es el caso del Cerro Negro entre Tilantongo y Achiutla con 3250 msnm y del cerro Piedra de Olla entre Quatlatlahuaca y Tlaxiaco con 3350 msnm (González, 2009). Asimismo, la Mixteca Alta, por su accidentada topografía, sólo tiene pequeños valles, el más extenso es el de Nochixtlán-Yanhuitlán, dónde se ubica el centro administrativo del Geoparque.

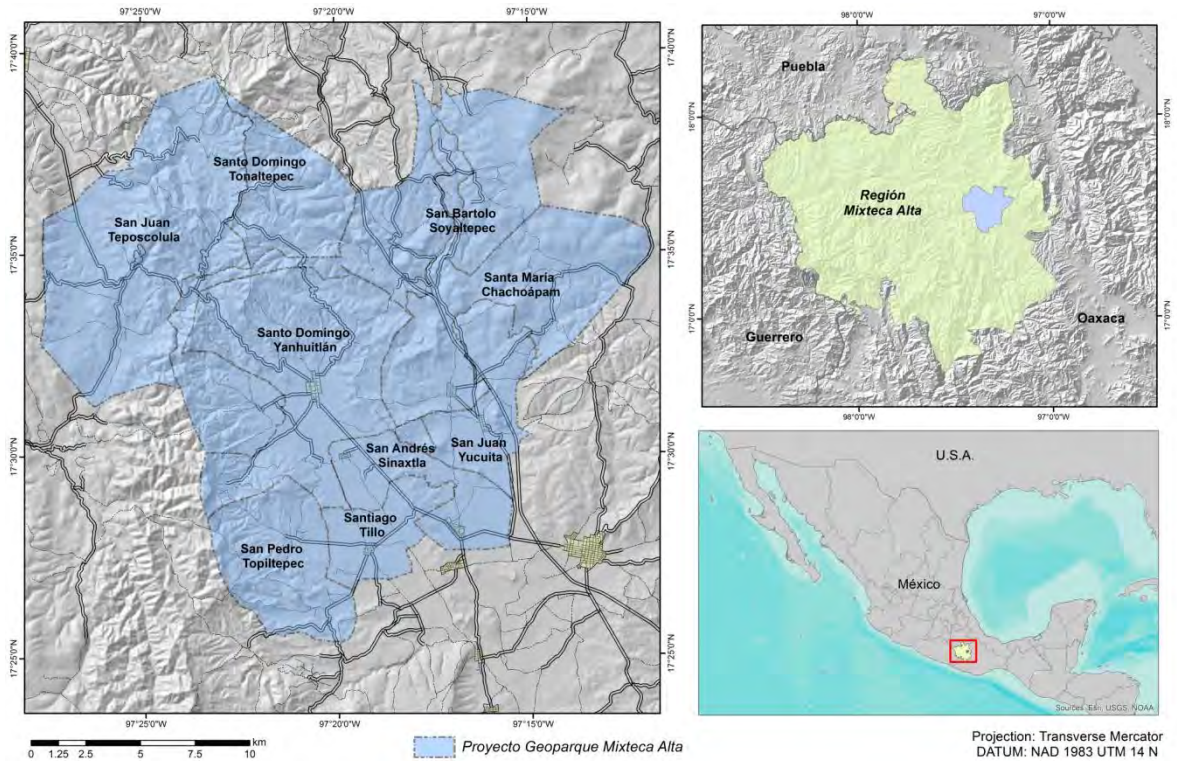


Figura 2.2 Ubicación del Geoparque Mixteca Alta.

2.2.2 Contexto social

La región de la Mixteca Alta ha estado habitada desde hace aproximadamente 3000 años por diferentes grupos prehispánicos y actualmente la población indígena sigue siendo predominante en este territorio.

El valle de Nochixtlán-Yanhuitlán, al ser el más extenso de la región, poseía las tierras más fértiles y las condiciones para abastecer las necesidades alimenticias de una población numerosa; es en este escenario que el valle fue ocupado por distintos grupos desde el Preclásico inferior (2300 a.C.) hasta el Posclásico (1500 d. C.) (González, 2009).

Actualmente, la población es reducida en la región debido a la falta de oportunidades de desarrollo económico, por lo que la emigración a zonas urbanas es significativa y mantiene bajos los índices de población.

La organización política y social de los municipios que comprenden el geoparque se encuentra basada en “usos y costumbres”, lo cual significa que los municipios indígenas oaxaqueños se rigen por un sistema cultural propio, que implica primero la elección de las autoridades del municipio por medio de la Asamblea General, segundo, que los candidatos que entran en el nombramiento deben cubrir ciertos requisitos como el prestigio (tener buenos antecedentes de cumplimiento y responsabilidad en la comunidad); de tal forma que la estructura de “usos y costumbres” es una organización sociopolítica consuetudinaria, que se rige por una lógica diferente a la político-partidista (Canedo, 2008). En esta estructura, la máxima autoridad es la Asamblea General, que consiste de representantes de toda la comunidad, siendo así que las decisiones sobre la gestión del territorio necesitan de un consenso y acuerdo de toda la comunidad.

Al presente, en el estado de Oaxaca siguen habitando diferentes grupos indígenas, principalmente Chinantecos, Mixes, Mazatecos, Zapotecos y Mixtecos a estos últimos se les debe el nombre de la región Mixteca, y son los que habitan el Geoparque. Estos grupos representan el 25% de la población indígena total de México, siendo así que Oaxaca es uno de los estados con más población indígena; el 80% de los Chinantecos habita en Oaxaca, el 88% de los Mixes, 78% de los Zapotecos, y 55% de los Mixtecos (INEGI, 2010).

Hoy en día, las actividades económicas son poco productivas y redituables en la región. La principal actividad de la Mixteca Alta es la agricultura de subsistencia, la cual se practica en pequeñas unidades de suelos erosionados y depende del temporal de lluvias, razón por la que sus rendimientos son bajos; los principales cultivos son el maíz, el frijol, la calabaza y el chile.

En los poblados donde hay mayor escasez de tierras cultivables una de las alternativas económicas que ha surgido es la producción de artesanías como son la cerámica y el tejido de la palma para elaborar petates, abanicos, tenates y sombreros; la artesanía, al igual que la agricultura es muy poco redituable para la población de la Mixteca, siendo así que

actualmente, las condiciones son precarias en la región convirtiéndola en una de las zonas de mayor expulsión laboral de México con tasas muy altas de migración y marginación. “La Mixteca oaxaqueña cuenta con 155 municipios, de los cuales 99, el 63.87%, registran un alto grado de marginación; 31 municipios, el 20%, registran muy alto grado; 23, el 14.84%, un grado medio de marginación; y sólo 2 municipios, que representan el 1.29% del total de municipios de la Mixteca, tienen un grado bajo de marginación” (Alvarado, s/f, INEGI, 2010).

2.3 Marco Geológico

2.3.1 Evolución tectonoestratigráfica

Dentro de la República Mexicana, Oaxaca es uno de los estados que cuenta con mayor variedad geológica en cuanto a tipos, composición, edad y estructura de las rocas, la geología de Oaxaca es clave para la reconstrucción de la geografía del planeta en el pasado; cabe destacar que, por ello, Oaxaca ha sido sede de múltiples congresos y excursiones geológicas internacionales (Centeno, 2004).

En Oaxaca se han identificado seis terrenos tecnoestratigráficos ligados principalmente a los sistemas orogénicos Grenvilliano, Apalachiano-Alleghaniano y Cordillerano de América del Norte, así como a eventos geológicos relacionados con el rompimiento y dispersión de Pangea y con la evolución tectónica cenozoica de la cuenca del Pacífico (Elías, 2005). Dichos terrenos son: 1.-Mixteco, 2.-Oaxaca o Zapoteco, 3.- Juárez o Cuicateco, 4.-Maya, 5.- Juchatengo, 6.- Xolapa. El Geoparque se encuentra en la zona de contacto de los terrenos Mixteco y Oaxaca (Figura 2.3).

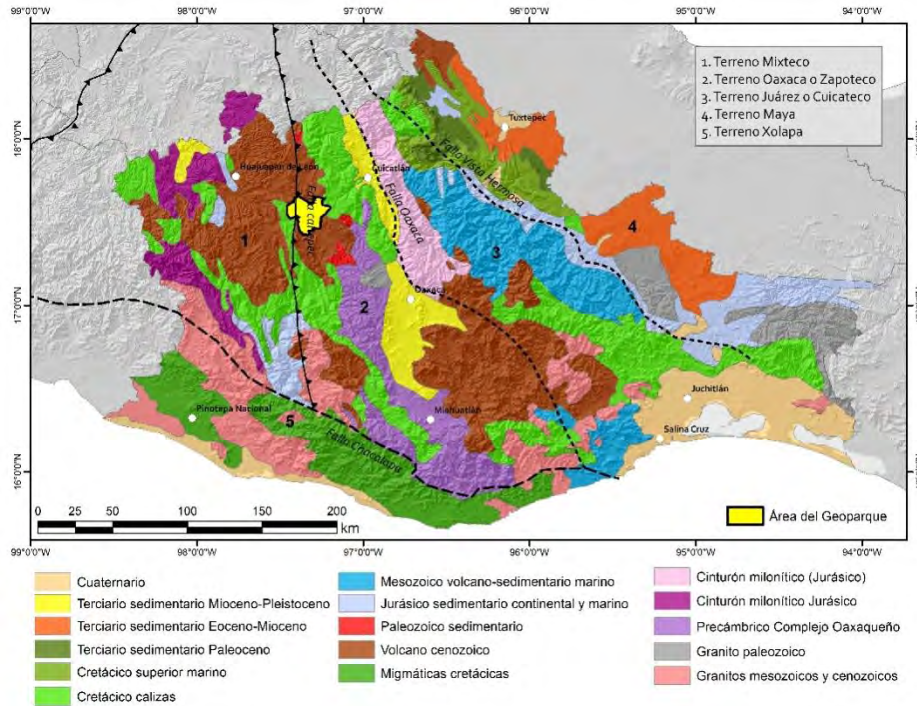


Figura 2.3 Mapa geológico simplificado del estado de Oaxaca y configuración de sus terrenos tectonoestratigráficos. Fuente: Centeno, 2004 y Elías, 2005.

Las rocas más antiguas del estado se encuentran en los terrenos Oaxaca y Maya; estas rocas originalmente formaban el Bloque Oaxaquia, un microcontinente que probablemente existió durante el Precámbrico y el Paleozoico teniendo una distribución geográfica diferente a la actual. Durante el Mesozoico, el Bloque Oaxaquia se fragmentó y su evolución tectónica se ha relacionado con las rocas proterozoicas de Sudamérica (Gondwana), que aparentemente se acrecieron a Norte América en el Paleozoico Tardío, durante la formación de Pangea. (Centeno, 2004).

Durante el Precámbrico se formaron las rocas más antiguas que se encuentran en el estado de Oaxaca, mismas que han sido nombradas Complejo Oaxaqueño y Complejo Mixtequita/Guichicovic. El área del Geoparque se localiza dentro del Complejo Oaxaqueño, al cual se le ha estimado una edad de 1,113 millones de años para las rocas más antiguas y se constituye de rocas metamórficas. El complejo se encuentra compuesto principalmente por rocas metamórficas cristalinas con un bandeamiento mineral bien

desarrollado, entre estas hay ortogneises cuarzofeldespáticos y de granate, charnoquitas, paragneises, mármoles, granulitas y meta-anortositas (Centeno, 2004).

El Complejo Oaxaqueño actualmente forma parte del Terreno Oaxaca o Zapoteco, sin embargo, originalmente estas rocas pertenecieron al bloque Oaxaquia; debido a tectonismo, Oaxaquia estuvo sometido a altas presiones y temperaturas en grandes profundidades de la corteza terrestre, lo que deformó notablemente las rocas sedimentarias e ígneas originales que fueron metamorfizadas alrededor de los 900 millones de años; este evento probablemente estuvo relacionado con la Orogenia Grenville, suceso que dio origen al supercontinente Rodinia. El alto grado de deformación no permite reconstruir con precisión el ambiente original en que se formaron estas rocas, ya que la recristalización ha borrado la constitución y relaciones estratigráficas originales de las rocas ígneas y sedimentarias (Centeno, 2004).

El Terreno Mixteco se formó a partir de rocas oceánicas que quedaron atrapadas en una zona de choque continental; las rocas más antiguas en este terreno se han descrito con el nombre de Complejo Acatlán, formado por rocas ígneas y sedimentarias que presentan metamorfismo de bajo a alto grado tratándose de areniscas, lutitas, conglomerados, rocas volcánicas de composición basáltica a riolítica, volcanoclásticos, granitos deformados y rocas ultramáficas, cuyo metamorfismo varía de esquistos verdes a eclogitas (Centeno, 2004).

La evolución geológica del Complejo Acatlán es pieza clave para entender la historia geológica de Norteamérica, las rocas originales aparentemente fueron formadas en ambientes marinos de aguas muy profundas, en arcos de islas volcánicas y en zonas de trinchera asociadas a subducción hace aproximadamente 391 millones de años, antes del Devónico Medio. El mayor metamorfismo del Complejo Acatlán consistió en la colisión de dos continentes, uno de ellos probablemente fuera el Complejo Oaxaqueño (Figura 2.4); se sugiere que este evento formó una cadena montañosa similar a las Montañas

Himalayas; sin embargo por procesos erosivos dichas montañas han formado planicies que en algunas etapas de su evolución geológica fueron cubiertas por mares, lo que se estima sucedió hace aproximadamente 354 millones de años antes del Misisípico. (Centeno, 2004).

Los terrenos Oaxaca y Mixteco se encuentran divididos por una zona de cizalla con dirección norte-sur y mecanismo transpresional derecho que recibe el nombre de falla Caltepec, la cual es una falla normal con épocas diversas de actividad y rotación tectónica. Esta se encuentra a nivel de los basamentos metamórficos de dichos terrenos (Complejos Oaxaqueño y Acatlán). La actividad de la falla Caltepec se estima que fue durante el Pérmico temprano relacionada con la yuxtaposición de los complejos cristalinos durante la consolidación de Pangea, se han identificado periodos de reactivación mesozoicos, cenozoicos e incluso recientes. El evento de cizalla dúctil se determinó con una edad de 275.6-270.4 millones de años (Elías, 2005).

Durante el Cretácico Inferior, Paleógeno y Neógeno, debido al registro sedimentológico adyacente, se ha inferido una reactivación tectónica intensa alternada con periodos de estabilidad tectónica relativa durante el Triásico, Jurásico y Cretácico medio (Elías, 2005).

La falla Caltepec es paralela a la falla Oaxaca, la cual se encuentra a decenas de kilómetros al oriente; se ha interpretado que ambas son parte de un sistema estructural sincrónico y dinámicamente acoplado que ha estado liberando alternadamente los esfuerzos tectónicos asociados con la ruptura de Pangea y la evolución del margen del Pacífico del sur de México desde el Jurásico hasta el Holoceno. La falla Caltepec es una frontera tectónica interpretada como una sutura devónica entre paleocontinentes colisionados, Laurencia-Gondwana durante la orogenia Acadiana; dicha colisión ocasionó la intensa deformación dúctil, el metamorfismo y magmatismo sintectónico en el Complejo Acatlán (Elías, 2005).

La colisión probablemente sucedió en un límite continental con una componente convergente en un contexto oceánico al sur del borde oriental de Norteamérica (Laurencia), se infiere que el Complejo Oaxaqueño, como corteza continental, cabalgó al Complejo Acatlán (Sedlock, 1993).

La falla Caltepec es un límite tectónico importante entre bloques corticales (Terrenos Mixteco y Oaxaca) con al menos dos etapas de movimiento. La primera etapa fue precretácica, la edad y dirección del movimiento es indefinida pero esta etapa se relacionó con la zona de cataclasita/milonita y una regresión intensa de las rocas granulíticas del Complejo Oaxaca. Durante esta etapa se infirió una componente fuerte de acortamiento horizontal pero con desplazamientos laterales insignificantes debido a la presencia del mismo tipo de cuerpos graníticos intrusivos en ambos bloques de la falla. Durante la segunda etapa hubo movimientos diferenciales poscretácicos a lo largo de fallas normales deducidas por una cuña tectónica de conglomerado (Elías, 2005).

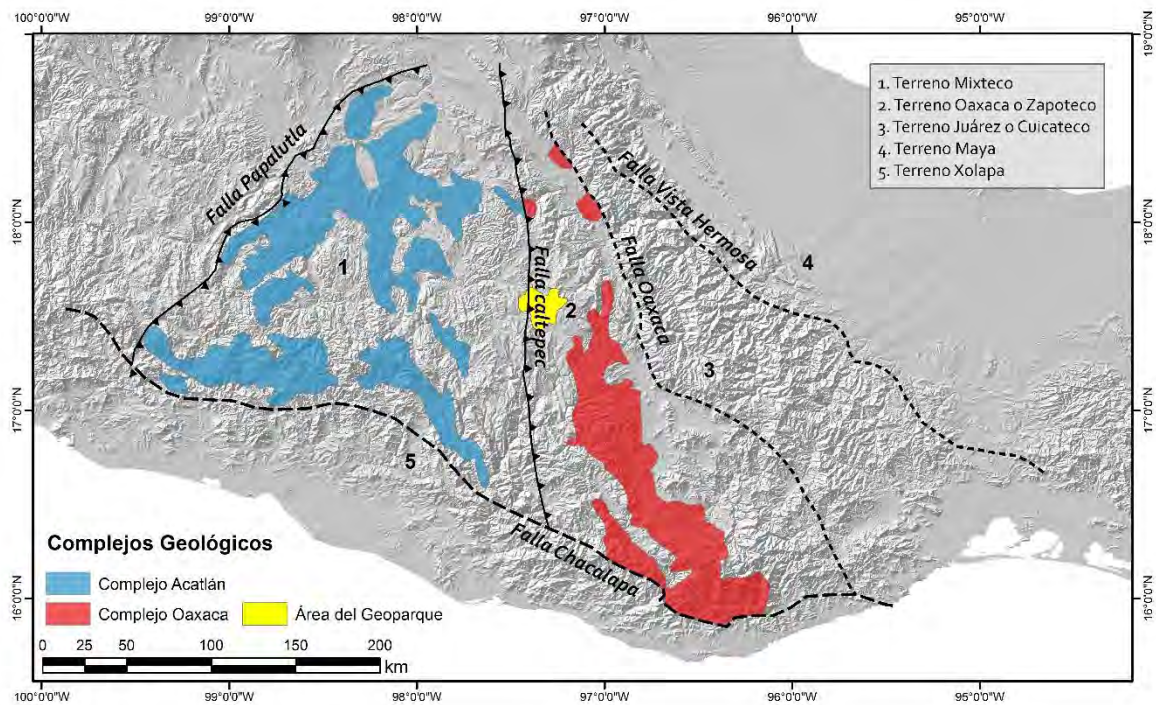


Figura 2.4 Terrenos tectonoestratigráficos y Complejos geológicos del sur de México. Fuente: Elías, 2005.

El mar invadió algunas partes del estado de Oaxaca entre los 159 y los 144 millones de años a finales del Jurásico, formando unidades de lutitas, margas y calizas que contienen amonitas; algunas de las formaciones más importantes son: Yucuñuti, Teposcolula y Caliza con Cidarís. Oaxaca se mantuvo cubierto por un mar somero hasta el Cretácico Tardío (93 Ma), dando origen a una secuencia calcárea marina que en la región recibe el nombre de Caliza Teposcolula, la cual sobreyace a los terrenos Mixteco, Zapoteco, Juchatengo y Maya.

Hace 70 millones de años, a finales del Cretácico, como resultado de la compresión, plegamiento y deformación de la Orogenia Laramide, surgió una cadena montañosa que ocasionó el retroceso de los mares que cubrían Oaxaca, se desconoce qué elevación alcanzó a tener la cadena montañosa; hoy en día mantiene una elevación promedio de 1000 metros (Centeno, 2004).

El paisaje actual de Oaxaca se modeló durante el Cenozoico (65 Ma) donde influyeron dos procesos principales, la formación de montañas volcánicas por grandes emisiones de lava y, por otro, la formación de montañas y valles debido al movimiento de la falla Caltepec. (Elías, 2005). En el Eoceno-Oligoceno (56-23 Ma) se dio un magmatismo activo que cubrió el contacto tectónico (falla Caltepec) entre los complejos Acatlán y Oaxaca, formando grandes extensiones de edificios volcánicos, domos y derrames en forma de mesetas, los cuales cerraron el drenaje dando lugar a la formación de lagos principalmente en las zonas de Huajuapán-Tamazulapán, Yanhuitlán-Nochixtlán y en los Valles Centrales (Centeno, 2004).

Las rocas sedimentarias y volcánicas que cubren al contacto tectónico entre los complejos Acatlán y Oaxaqueño se pueden observar dentro del área del Geoparque Mixteca Alta, como son la Formación Yanhuitlán, la Toba Llano de Lobos y la Andesita Yucudaac.

La Andesita Yucudaac y la Toba Llano de Lobos se presentan en varios lugares como una secuencia discordante de hasta 1000 metros de espesor, dichas discordancias pueden

estar registrando parte de la historia tectónica cenozoica de la falla de Caltepec (Elías, 2005).

2.3.2 Unidades litoestratigráficas

El Geoparque se ubica en una región de las más complejas de México por su geología, constituida por rocas precámbricas o paleozoicas metamórficas y plutónicas que forman el basamento, y por una cubierta de rocas mesozoicas marinas en su mayor parte y rocas cenozoicas continentales, sedimentarias y volcánicas (Ferrusquía, 1970).

A nivel regional, en la Mixteca Alta afloran rocas de edades entre el Precámbrico y el Pleistoceno. El Precámbrico está representado por rocas de tipo gneiss, filones de cuarzo, pegmatitas, serpentinas, esquistos, grafito y todos en conjunto se denominan Complejo Oaxaqueño y forman el basamento de la región. El Complejo Acatlán es el que representa la era Paleozoica y está constituido por esquistos de biotita y clorita, calizas y lutitas. Para la Era Mesozoica existe una secuencia de rocas sedimentarias continentales y marinas y rocas volcánicas; las rocas sedimentarias corresponden a lechos rojos, areniscas, mantos de carbón, conglomerados, calizas, lutitas, conglomerados calcáreos, en una alternancia de regresiones y transgresiones. Las rocas volcánicas están representadas por andesitas y diques andesíticos (López Ramos, 1983).

Para la Era Cenozoica se tienen rocas sedimentarias, ígneas y vulcanosedimentarias, iniciándose con un depósito de lutitas y areniscas, conglomerados, areniscas volcánicas, andesitas porfídicas, tobas riolíticas, brecha volcánica y la secuencia vulcanosedimentaria constituida por conglomerados y basaltos. Finalmente para el Cuaternario corresponden los conglomerados polimícticos, areniscas, suelos residuales y aluviones constituidos por gravas, arenas, limo-arcillas y cantos rodados no consolidados. (López Ramos, 1983).

En el área del geoparque se presentan las siguientes unidades litoestratigráficas (Cuadro 2.3 y Figura 2.5 y 2.12).

Cuadro 2.3 Principales unidades litoestratigráficas en el Geoparque Mixteca Alta.

Formación	Era geológica	Período geológico	Descripción
<i>Andesita Yucudaac</i>	Cenozoico	Terciario	Derrames lávicos de andesita de clinopiroxena, microporfírica con textura traquítica bien desarrollada.
<i>Andesita Intrusiva Suchixtlahuaca</i>	Cenozoico	Terciario	Andesita de clinopiroxena, olivino y hornoblenda, fina a medianamente porfírica que forma lacolitos, mantos, diques y troncos.
<i>Toba Cerro Verde</i>	Cenozoico	Terciario	Toba andesítica lítico-cristalina soldada
<i>Toba Llano de Lobos</i>	Cenozoico	Terciario	Toba andesítica a riodacítica, lítica a vítrica, no soldada, cuyos piroclastos varían en tamaño desde cenizas hasta lapilli.
<i>Yanhuitlán</i>	Cenozoico	Terciario	Arcillas y limos rojos y cremas rítmicamente ordenados, subarkosicos, deleznales, estratificados en capas delgadas a medianas.
<i>Caliza Teposcolula</i>	Cretácico	Albiano- Coniaciano Temprano	Biomicrocristalina crema, parcialmente recristalizada y dolomitizada, estratificada masivamente.

Fuente: Ferrusquía, 1970

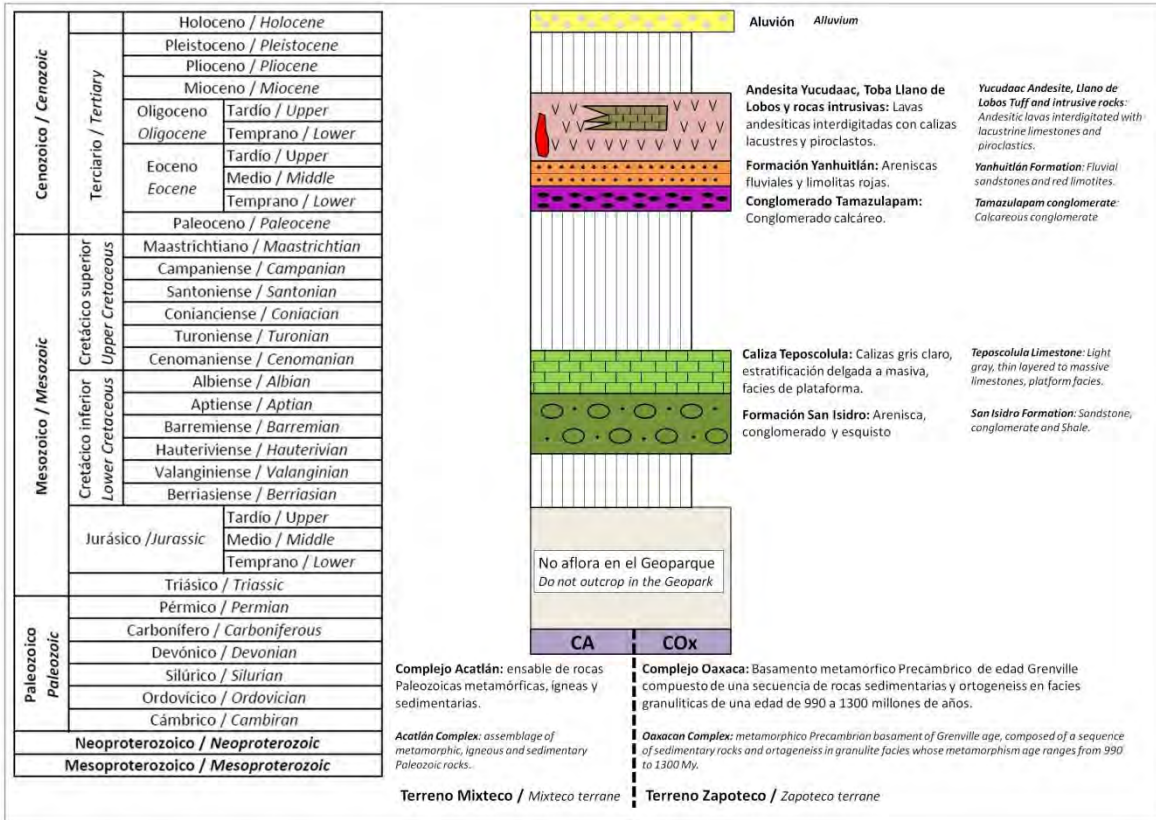


Figura 2.5 Columna estratigráfica del Geoparque Mixteca Alta. Fuente: Ferrusquía, 1970 y Santamaría Díaz, s/f

2.3.2.1 Caliza Teposcolula

Recibe este nombre de los principales poblados de la zona de afloramiento: San Pedro y San Pablo Teposcolula. El espesor total de la Caliza Teposcolula no se conoce, aunque se estima de 500 a 600 metros. La textura es afanocristalina a cristalina con fósiles, es de color crema que intemperiza a gris claro, parcialmente recristalizada, se encuentra estratificada masivamente con capas de hasta 1 metro de espesor, alternando con capas más claras que muestran microbandamiento o microestratificación. La base de la Caliza Teposcolula no aflora en el área (Figura 2.6; Ferrusquía, 1970).



Figura 2.6 Caliza Teposcolula que aflora en San Bartolo Soyaltepec, con presencia de fósiles

2.3.2.2 Formación Yanhuitlán

La Formación recibe el nombre del municipio de Santo Domingo Yanhuitlán, donde aflora la unidad. Está cubierta concordantemente por la Toba Llano de Lobos.



Figura 2.7 Formación Yanhuitlán en el Geosendero las Conchas

La Formación Yanhuitlán es una secuencia de capas rítmicas de limo y arcilla, de color crema y rojo. La estratificación es delgada a mediana. Las capas crema claro, son distintivamente más delgadas (de 10 a 15 centímetros de espesor) que las capas rojas (de 30 centímetros a 5 metros; Figura 2.7). Tanto las capas rojas como las cremas son petrográficamente similares. Están constituidas por granos del tamaño del limo, no cementadas. El tamaño de grano de las capas cremas, estriba en la composición y en la presencia de hematita (óxido de hierro); en las capas rojas hay una mayor concentración de este mineral. La litología y petrografía de esta formación indican que el área-fuente debe haber estado constituida por rocas metamórficas, muy probablemente pertenecientes al Complejo Oaxaqueño del basamento.

La presencia de montmorillonita y el hecho de que los feldespatos estén alterados, indica que el área-fuente estaba escasamente cubierta por vegetación. La presencia de esquirlas de vidrio, denota actividad volcánica contemporánea. Esto también lo sugiere la presencia de piroxenas, anfíbolos y desde luego del afloramiento de toba pumítica y derrames andesíticos. Tanto en la Formación Yanhuitlán como en el suelo rojo calcáreo resultantes de la intemperización cuasi-extrema de las calizas bajo condiciones tropicales, contribuyeron también a la génesis de la Formación Yanhuitlán (Ferrusquía, 1970).

2.3.2.3 Toba Llano de Lobos

La Formación Toba Llano de Lobos consiste en una secuencia piroclástica (cenizas y gravas volcánicas), de composición riodacítica a andesítica; las tobas son principalmente de tipo “ash fall” (de caída) de color rosa pálido, que varía a crema, verde pálido, moreno o gris, la textura es vítrica o vitroclástica, generalmente no soldada. Las tobas están interestratificadas por arenas volcánicas retrabajadas y depositadas acuosamente (Figura 2.8).

Esta unidad sobryace concordantemente a la Formación Yanhuitlán y está a su vez sobryace concordantemente a la Toba Cerro Verde, o discordantemente, por la Andesita Yucudaac; tiene un espesor estimado de 300 a 3500 metros.



Figura 2.8 Ejemplo de la Toba Llano de Lobos en la localidad Río Verde

En las porciones endurecidas de esta unidad, se han desarrollado mesetas. La Toba Llano de Lobos tiene una posición horizontal y únicamente muestra inclinaciones asociadas a fallas o intrusiones; sobreyace concordantemente a la Formación Yanhuitlán. En el área del Cerro Verde, la Toba Llano de Lobos está concordantemente sobreyacida por la Toba Cerro Verde, pero fuera de esta área, la Toba Llano de Lobos está sobreyacida por derrames de la Andesita Yucudaac, el contacto es una discordancia erosional. La edad de la Toba Llano de Lobos corresponde al intervalo Oligoceno Tardío-Mioceno (Ferrusquía, 1970).

2.3.2.4 Andesita Yucudaac

La Andesita Yucudaac toma su nombre del Cerro Yucudaac, en la porción sureste del área, consiste en una secuencia de derrames lávicos de andesita de color gris oscuro a negro que sobreyace discordantemente a las Tobas Llano de Lobos y Cerro Verde o a la Formación Yanhuitlán. Esta unidad forma montañas aisladas con relieve alto de flancos muy escarpados. El espesor es de unos 500 metros (Figura 2.9; Ferrusquía, 1970).

La Andesita Yucudaac es una secuencia de varios derrames lávicos (aproximadamente seis) de un color gris claro, oscuro o negro, con una ligera tonalidad pálida verduzca, el espesor de cada derrame oscila entre los 30 y 100 metros. La Andesita Yucudaac sobreyace por discordancia erosional a la Toba Llano de Lobos, La Toba Cerro Verde, o la Formación Yanhuitlán. Protege de la erosión grandes áreas de estas unidades y forma montañas con relieve de unos 1000 metros (Ferrusquía, 1970).



Figura 2.9 Andesita Yucudaac en Santo Domingo Tonaltepec

2.3.2.5 Intrusivos Suchixtlahuaca

Están presentes en diferentes cuerpos ígneos tales como lacolitos, placolitos, troncos, cuellos volcánicos y diques (Figura 2.10); estas rocas se encuentran emplazadas en la Formación Yanhuitlán y en la Formación Toba Llano de Lobos, con edades de 45.5+1.7 Ma hasta 20.0+0.9 Ma. (Santa María-Díaz, s/f; SGM, 1970). En algunos casos se observan intrusivos en rocas calizas (Ferrusquía, 1970).



Figura 2.10 Cuerpos intrusivos (diques) emplazados en la Formación Yanhuitlán

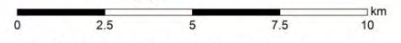
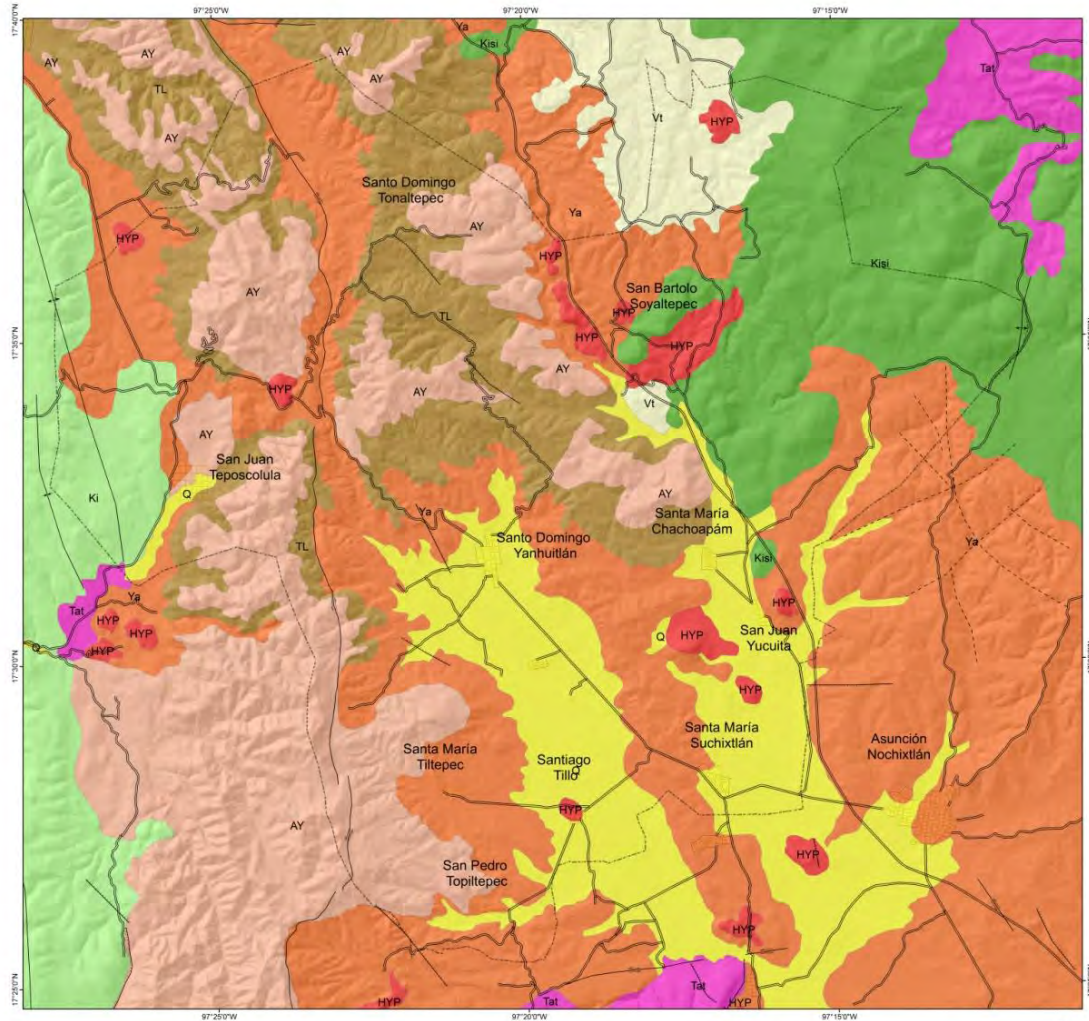
2.3.2.6. Depósitos del Cuaternario

Los depósitos del Cuaternario del Valle de Nochixtlán se encuentran bien preservados y en muchos de los cortes de río, los perfiles aluviales se encuentran expuestos y bien definidos, lo que ha permitido una interpretación de las circunstancias y cambios ambientales durante el Cuaternario Tardío.

De acuerdo con Mueller (2012), en los últimos 14 mil años se dieron cuatro periodos definidos de erosión y acumulación evidenciados por la presencia de paleosuelos formados gracias a las oscilaciones climáticas en la transición entre el Pleistoceno y el Holoceno que permitieron la formación de horizontes A ricos en arcillas orgánicas y la precipitación de carbonatos. Posterior a éstos el clima cambio permitiendo el desarrollo de vegetación secundaria y bosques, misma que fue removida por los primeros habitantes de la Mixteca provocando mayor erosión y acumulación hace aproximadamente 4000 años (Figura 2.11).



Figura 2.11 Perfil aluvial del Cuaternario ubicado en el geosendero de las Conchas



Litología / Lithology

- Q Aluvión / Alluvium
- AY Andesita Yucudaac / Yucudaac Andesite
- TL Toba Llano de Lobos / Llano de Lobos Tuff
- Vt Depósitos Teotongo / Teotongo deposits
- Ya Formación Yanhuitlán / Yanhuitlán Formation
- Tat Conglomerado Tamazulapan / Tamazulapan Conglomerate
- Ki Caliza Teposcolula / Teposcolula Limestone
- Kisi/Ki Formación San Isidro / San Isidro Formation /
Caliza Teposcolula / Teposcolula Limestone
- HYP Hypabyssales / Hypabyssal

Estructuras / Structures

- Falla normal / Normal fault
- Falla normal inferida / Inferred normal fault
- Falla lateral derecha / Right lateral fault
- Falla lateral izquierda / Left lateral fault
- Fractura / Fracture
- Falla inferida / Inferred fault
- Anticlinal / Anticline
- Sinclinal / Syncline
- Diques / Dikes

Figura 2.12 Cartografía geológica del Geoparque Mixteca Alta. Fuente: Santamaría Díaz, s/f

Capítulo 3: Conformación del Proyecto Geoparque Mixteca Alta

3.1 Desarrollo del Geoparque

A principios de 2014 se arranca formalmente el Proyecto de Geoparque por un equipo de investigadores del Instituto de Geografía de la UNAM, coordinado por el Dr. José Luis Palacio Prieto, llamado en ese entonces el proyecto Geoparque Yanhuitlán.

El trabajo inicial consistió en reuniones informativas a las autoridades de Santo Domingo Yanhuitlán, acerca de qué se trataba el Geoparque, posteriormente las reuniones se realizaron con diferentes miembros de la comunidad y en Asamblea General.

Se comenzaron a establecer vínculos con diferentes miembros de la comunidad, el más importante con Xóchitl Ramírez Miguel, habitante de Yanhuitlán y geógrafa egresada de la UNAM, quien es canal de comunicación y vinculación entre la UNAM y las comunidades en la Mixteca, desde el inicio su papel ha sido fundamental en el desarrollo del proyecto. Durante 2014, continuaron las reuniones con la comunidad de Yanhuitlán acerca del Proyecto de Geoparque y se llevaron a cabo algunos recorridos en campo para el establecimiento de un marco geográfico y caracterización del territorio, se comenzaron a identificar algunos geositios potenciales.

A principios de 2015 algunos municipios colindantes a Yanhuitlán mostraron su interés por involucrarse en el proyecto de Geoparque, principalmente Santo Domingo Tonaltepec y San Bartolo Soyaltepec, este interés originó que se anexaran estos municipios y el proyecto cambiara su nombre a Geoparque Mixteca Alta.

A partir de este momento comenzó un exhaustivo trabajo en campo, con el apoyo y orientación de las comunidades para la consolidación del Proyecto Geoparque Mixteca Alta; se destacan tres principales aspectos:

- Incorporación y trabajo conjunto con proyectos preexistentes encaminados a la promoción del patrimonio natural y cultural;
- Recorridos en campo para la identificación de sitios de interés geológico, geomorfológico, natural y cultural, y
- Organización de talleres para la consolidación de una estructura de gestión y plan de manejo.

3.1.1 Incorporación de proyectos pre-existentes

Para el primer punto, se identificaron y se fueron construyendo vínculos de cooperación con diferentes personas de las comunidades que ya tenían ideas o desarrollo de proyectos enfocados a la promoción del patrimonio natural y cultural de la Mixteca (Cuadro 3.1 y Figura 3.1).

Cuadro 3.1 Proyectos incorporados al Geoparque.

Patrimonio promovido	Proyecto	Personas involucradas	Objetivos del proyecto	Forma de vinculación con el Geoparque
Ecológico	Proyecto Mixteca	IRUMA, y Autoridades Comunes y Municipales de Yanhuitlán y Tiltepec	Establecer Senderos de Naturaleza	Promover diversidad temática en los senderos del Geoparque
Etnobotánico	Farmacia Viviente	Claudia Donajá Camacho Hernández de Topiltepec	Recuperar el saber ancestral sobre las propiedades curativas de las plantas	Promover como un sitio de interés en educación ambiental
Gastronómico	Restaurante Gloria de Oaxaca	Familia de Aurelia Hernández de Yanhuitlán	Recuperar la gastronomía tradicional de la Mixteca	Promover recorridos para la colecta de insectos comestibles y promover demostraciones gastronómicas para grupos de visitantes
Paleontológico	Exhibición de mamut	Soledad Miguel Ramírez de Yanhuitlán	Restaurar la osamenta de Mamut encontrada para exhibirla	Promover la exhibición de la osamenta como parte del geopatrimonio

Paleontológico	Exhibición de mamut	Autoridades Tiltepec	Restaurar la osamenta de Mamut encontrada para exhibirla	Promover la exhibición de la osamenta como parte del geopatrimonio
Histórico	Casa del Cacique	Ronald Spores y Comisariado Yanhuatlán	Recuperar y adecuar como un museo de sitio	Promover como sitio de interés histórico para grupos de visitantes
Cultural	Ruta de los artesanos	Autoridades y artesanos de Tonaltepec	Establecer una ruta demostrativa del proceso de elaboración de las artesanías de barro	Promover recorridos temáticos en el Geoparque
Arqueológico	Sitio Yucuita	Autoridades municipales y comunales	Recuperar y adecuar el sitio para los visitantes	Promover como sitio de interés arqueológico para grupos de visitantes
Cultural	Casa-museo	Manuel Reyes y Maricela Gómez. Artistas de Yanhuatlán	Exhibición y venta de piezas de barro	Promoción como geoproductos destacando la relación entre la geología y el arte
Cultural	Proyecto YIVI	Pedro Pizarro y Luisa Pardo de Yanhuatlán	Talleres de teatro y pintura para niños	Promover las Ciencias de la Tierra en las actividades con los niños
Cultural	Museo Comunitario	Comité del Museo Comunitario de Santo Domingo Yanhuatlán	Exhibición de artefactos referentes a la cultura de la comunidad	Promoción de la memoria histórica de la comunidad como parte del patrimonio del Geoparque
Histórico	Graduales	Autoridades de San Bartolo Soyaltepec	Exhibición de los Graduales	Promover como sitio de interés histórico para grupos de visitantes
Ecológico	El Edén	Julio Miguel Ramírez	Proyecto de restauración ecológica reutilizando y reciclando	Promover como ejemplo de restauración ecológica y modos de vida sustentable

Fuente: trabajo de campo 2015-2016.



Figura 3.1 Proyectos incorporados al Geoparque: a) Sendero de naturaleza de Proyecto Mixteca en Santa María Tiltepec, b) Teocondudis (hormigas de miel), Gloria de Oaxaca, c) Obra de Manuel Reyes y Maricela Gómez, d) Artesanía de Santo Domingo Tonaltepec.

3.1.2 Recorridos en campo para identificación de sitios y senderos

En el segundo punto, la forma de trabajo consistió en explicar a las diferentes autoridades los objetivos del proyecto y de esta manera las autoridades identificaron sitios y rutas potenciales para promover como geositorios y geosenderos los cuales se visitaron y recorrieron en compañía de ellos realizando un primer levantamiento de datos (Cuadro 3.2 y Figura 3.2).

Cuadro 3.2 Recorridos realizados para la identificación de sitios y senderos

Fecha	Recorrido a:	Municipio	Personas involucradas	Observaciones generales
Abril/12/2015	Peña Azul	Yanhuitlán	IRUMA y guías certificados de naturaleza	Se realizó un recorrido por el sendero de naturaleza de Peña Azul establecido por Proyecto Mixteca con los guías de naturaleza de Yanhuitlán.
Julio/14/2015	Yuxacino	Yanhuitlán	Familia de Aurelia Hernández	En el recorrido se identificaron los lugares de colecta y se colectaron diferentes insectos comestibles: Ticocos (gusanos de madera), Teocondudis (hormigas de miel) y gusanos de maguey. También se identificaron algunos miradores panorámicos y sistemas de lamabordos.
Julio/15/2015	Cerro del Sol y Cerro Verde	Tonaltepec	Autoridades Municipales y Comunes	Se recorrió el Cerro del Sol donde se identificaron zonas de encinar, escarpes, afloramientos de las unidades volcánicas del Geoparque y diferentes miradores panorámicos que permiten la interpretación del paisaje. También se visitó un taller de cerámica donde se documentó la elaboración de las piezas. Se subió al Cerro Verde y se pudo identificar un bosque de encino conservado y un sitio arqueológico en la cima.
Julio/30/2015	Yutoto	Soyaltepec	Autoridades Municipales y Comunes	Recorrido en el paraje Yutoto donde se identificaron diferentes rasgos kársticos y fósiles así como vestigios arqueológicos.
Agosto/5/2015	La Laguna, Tejocotal y Yucudaa	Soyaltepec	Autoridades Municipales y Comunes	Se visitaron diferentes sitios de interés natural y cultural: sitios arqueológicos, lamabordos, anfiteatro erosivo, campos de cárcavas, canteras de extracción, afloramientos de calizas con fósiles, cavernas y presa Totiacaluchi.

Agosto/6/2015	Río del Águila	Soyaltepec	Autoridades Municipales y Comunales	Se realizó un recorrido por el Río del Águila donde se identificaron afloramientos de las unidades geológicas más recientes del Geoparque. También se identificó como un sitio de relevancia ecológica por la vegetación en galería y riparia.
Marzo/9/2016	Gavillera	Soyaltepec	Autoridades Municipales y Comunales	Recorrido con el Dr. Spores para la identificación de sitios y vestigios arqueológicos
Abril/9/2016	Jazmín	Topiltepec	Autoridades Municipales y Comunales de Tiltepec	Se realizó un recorrido por el Río del Águila donde se identificaron afloramientos de las unidades geológicas más recientes del Geoparque. También se identificó como un sitio de relevancia ecológica por la vegetación en galería y riparia.
Abril/27/2016	Ñu'un yucu	Topiltepec	Autoridades Municipales y Comunales de Tiltepec	El recorrido se realizó por un sendero de naturaleza establecido por el Proyecto Mixteca y la comunidad de Tiltepec donde destacan los servicios ecosistémicos del bosque de encino y una zona de cabañas y para acampar.
Junio/7/2016	Yucuita	Yucuita	Autoridades Municipales y Comunales	Se visitó e identificó un potencial sendero arqueológico que conecta diferentes puntos de interés arqueológico con miradores que permiten la interpretación del contexto geológico y geomorfológico.

Fuente: trabajo de campo 2015-2016



Figura 3.2 a) Recorrido con autoridades de Santo Domingo Tonaltepec, b) Recorrido con autoridades de San Bartolo Soyaltepec.

3.1.3 Talleres, reuniones y recorridos para establecer un plan de manejo

Para el tercer punto, se han realizado diferentes actividades para socializar la información e implementar estrategias de difusión y gestión donde destacan las siguientes:

- Durante las Asambleas Generales de los distintos municipios y agencias se ha presentado el proyecto para conocimiento de las comunidades, resolviendo dudas y destacando que el proyecto tiene que surgir del interés y sustento de las mismas comunidades.
- Se realizaron diferentes recorridos con las autoridades municipales y comunales a los diferentes geositios y geosenderos para mejor comprensión del proyecto, así como resolución de dudas e incorporación de propuestas nuevas por parte de las autoridades.
- Se llevaron a cabo talleres y recorridos con los profesores de las comunidades para, a través del Geoparque, generar proyectos educativos y actividades de divulgación científica en las escuelas, asimismo, para este punto se han desarrollado diferentes materiales didácticos como rompecabezas, memorama, sopa de letras y crucigrama sobre el Geoparque.

- Se efectuó un taller de capacitación de guías (Figura 3.3) en el que participaron ciudadanos de las diferentes comunidades que integran el Geoparque interesados en prepararse como guías; el taller consistió de sesiones teóricas y recorridos por los diferentes geositios y geosenderos para explicar lo visto en clase y resolver dudas.



Figura 3.3 Clausura del taller de guías del Geoparque.

3.2 Productos del Geoparque

Con el trabajo realizado, se elaboraron diferentes productos de divulgación de la ciencia para todo público e información general del Geoparque para que los visitantes puedan planificar sus actividades. Los productos se refieren a continuación.

3.2.1 Base de datos y cartografía de geositios

En un Geoparque se promueven diferentes sitios de interés, los principales son los Geositios; "sitios de interés geológico que destacan por su interés científico para la comprensión de la evolución de la Tierra" (Wimbledon, 2012). Estos permiten promover y divulgar el valor de la geodiversidad a la par de su conservación.

A partir de los diferentes recorridos realizados en campo entre abril de 2015 y junio de 2016, con apoyo de las Autoridades Municipales y Comunales de las diferentes comunidades, se construyó una base de datos (Cuadro 3.3, y Figura 3.4) y cartografía con un total de 37 Geositios clasificados por su principal interés.

Para la valoración de los geositios se consideraron tres premisas fundamentales

- a) No todo elemento geológico tiene valor patrimonial;
- b) No todos los geositios tienen la misma importancia;
- c) Es posible definir unos parámetros que permitan calcular cuál es el interés del lugar.

En este trabajo, se tiene en cuenta que al valorar un lugar, deben considerarse tres clases de valores:

- a) Valor intrínseco, didáctico o científico;
- b) Valor ligado a la potencialidad de uso, y
- c) Valor ligado a la necesidad de protección.

Con la información recopilada y con los trabajos de campo, se construyó la base de datos de los geositios incluyendo la siguiente información:

- Número de geositio
- Nombre del geositio
- Principales características geológicas
- Principal unidad geológica
- Geosendero en el que se encuentra
- Principal interés o tema geológico
- Intereses asociados
- Valor de uso
- Municipio en el que se localiza

Cuadro 3.3 Base de datos de los geositios

#	Nombre del geosítio	Principales características geológicas	Principal unidad geológica	Geosendero en el que se encuentra	Principal interés	Interés asociado	Valor de uso	Municipio
1	Mirador Los Dos Corazones	El nombre del sitio es debido a la forma de dos grandes anfiteatros erosivos en el contacto litológico entre la Formación Yanhuatlán y la Toba Llano de Lobos.	Formación Yanhuatlán	Los Corazones	Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	Santo Domingo Yanhuatlán
2	Mirador Sta. María Pozoltepec	Mirador del Valle Yanhuatlán y contacto litológico entre la Formación Yanhuatlán y la Toba Llano de Lobos.	Formación Yanhuatlán	Los Corazones	Estratigráfico		Geoturístico, Educativo y Científico	San Juan Teposcolula
3	Cascadas y Diques de Sta. María Pozoltepec	Afloramiento de un dique en el talweg del río creando una cascada como evidencia de erosión diferencial.	Formación Yanhuatlán	Los Corazones	Geomorfológico		Geoturístico, Educativo y Científico	San Juan Teposcolula
4	Mirador Vista Hermosa	Mirador del Cerro Verde o Nudo Mixteco, donde convergen las Sierras Madre del Sur y Madre Oriental, siendo un parteaguas continental donde inician las Cuencas del Río Verde, Papaloapan y Balsas. Desde el mirador también se aprecian diques con logitudes de más de 2 km.	Formación Yanhuatlán	Los Corazones	Geomorfológico	Cultural	Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Tonaltepec
5	Andesita Yucudaac	Ejemplos representativos de intemperismo esferoidal en la unidad litológica Andesita Yucudaac.	Andesita Yucudaac	Los Corazones	Petroológico		Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Tonaltepec
6	Deslizamiento Yucuita	Deslizamiento en el Valle de Yucuita.	Andesita Yucudaac	Los Corazones	Geomorfológico		Educativo y Científico	San Bartolo Soyaltepec
7	Mirador de los Valles Nochixtlán y Yanhuatlán	Mirador donde se aprecian los Valles de Yanhuatlán y Nochixtlán.	Formación Yanhuatlán	Los Corazones	Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	Santo Domingo Yanhuatlán

8	Río Yanhuitián	Perfiles aluviales que muestran paleosuelos de hasta 14 mil años.	Aluvión	Las Conchas	Pedológico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Yanhuitián
9	Sitio Las Conchas	Cárcavas, Badlands y Anfiteatros erosivos en la Formación Yanhuitián con forma de Conchas, de ahí su nombre.	Formación Yanhuitián	Las Conchas	Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Yanhuitián
10	Mirador Las Conchas	Parteaguas de los Valles Yanhuitián y Yucuita y procesos cársticos en el Caliche.	Formación Yanhuitián	Las Conchas	Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Yanhuitián
11	Estructuras prismáticas de Peña Azul	Río y Cascada sobre un afloramiento de prismas de la Andesita Yucudaac	Andesita Yucudaac		Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	Santo Domingo Yanhuitián
12	Diques de San Pedro Añañe	Afloramiento de diques con longitudes superiores a los 2 km. También en este sitio se encuentran sistemas de lamabordos.	Intrusivos Suchixtlahuaca	Diques de San Pedro Añañe	Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec
13	Archivos aluviales del Río Yanhuitián	Perfiles aluviales en lamabordos erosionados	Aluvión		Estratigráfico	Arqueológico	Científico y Educativo	Santo Domingo Yanhuitián
14	Sitio Río Verde	Afloramiento de la Toba Llano de Lobos donde se aprecian diferentes períodos de depósito en disposición vertical como evidencia de la actividad de fallas regionales.	Toba Llano de Lobos	Tejocotal	Petroológico		Geoturístico, Educativo y Científico	San Bartolo Soyaltepec
15	Mirador del Valle Yanhuitián	Sistemas de lamabordos activos y erosionados y perfiles aluviales.	Aluvión		Geomorfológico		Educativo	Santo Domingo Yanhuitián
16	Sitio Yudayo	Sistemas de lamabordos erosionados y perfiles de depósito de sedimentos.	Toba Llano de Lobos		Pedológico		Educativo	Santo Domingo Yanhuitián
17	Sitio San Isidro y Suchixtlahuaca	Contacto litológico entre la Caliza San Isidro/Teposcolula y los Intrusivos Suchixtlahuaca.	Caliza Teposcolula	Tejocotal	Estratigráfico		Científico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec

18	Sitio Boquerón	Anfiteatros erosivos en la Formación Yanhuitián y Mirador del Valle Yanhuitián.	Formación Yanhuitián	Las Conchas	Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Yanhuitián
19	Sitio Yuxacno	Perfiles aluviales con fósiles de mamut, sistemas de lamabordos y miradores de los valles.	Andesita Yucudaac		Estratigráfico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	Santo Domingo Yanhuitián
20	Mirador Tonaltepec	Mirador de las monañas y cimas volcánicas de la Toba Llano de Lobos y Andesita Yucudaac.	Toba Llano de Lobos		Estratigráfico		Educativo	Santo Domingo Tonaltepec
21	Cerro del Sol	Contacto litológico entre la Toba Llano de Lobos y la Andesita Yucudaac, afloramientos de las mismas unidades y escarpes evidencia del tectonismo regional.	Toba Llano de Lobos	Cerro del Sol	Estratigráfico	Arqueológico	Geoturístico y Educativo	Santo Domingo Tonaltepec
22	Cerro Verde	Cima del Cerro Verde o Nudo Mixteco donde convergen las Sierras Madre del Sur y Madre Oriental, siendo un parteaguas continental donde inician las Cuencas del Río Verde, Papaloapan y Balsas.	Toba Llano de Lobos		Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico y Educativo	Santo Domingo Tonaltepec
23	Sitio Dequenini	Afloramiento de la unidad litológica Depósitos Teotongo.	Depósitos Teotongo	Tejocotal	Petroológico		Científico y Educativo	Santa María Chachoapám
24	Sitio Río del Águila	Escarpes evidencia de tectonismo regional y afloramientos de las unidades litológicas Toba Llano de Lobos y Andesita Yucudaac.	Andesita Yucudaac	Río del Águila	Geomorfológico	Cultural	Geoturístico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec
25	Río Yutzateche	Contacto litológico entre la Formación Yanhuitián y la Caliza Teposcolula.	Caliza Teposcolula	Tejocotal	Estratigráfico		Educativo	San Bartolo Soyaltepec
26	Sitio Yutoto	Formas y procesos cársticos, fósiles y sistemas de lamabordos.	Caliza Teposcolula	Yutoto	Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	San Bartolo Soyaltepec
27	Sitio Yucuda	Cárcavas, Badlands y lamabordos erosionados.	Formación Yanhuitián		Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec

28	Cantera Yunini	Cantera de extracción para construcción de la Caliza Teposcolula.	Caliza Teposcolula			Mineralógico		Educativo	San Bartolo Soyaltepec
29	Mirador San Isidro Tejocotal	Mirador de los Valles de Yanhuitián, Nochixtlán y Yucuita.	Andesita Yucudaac	Tejocotal		Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec
30	Cantera Caliza Teposcolula	Área de extracción de la Caliza Teposcolula donde se aprecian diferentes fósiles cretácicos.	Caliza Teposcolula	Yutoto		Mineralógico		Geoturístico, Educativo y Científico	San Bartolo Soyaltepec
31	Sitio La Laguna	Procesos cársticos, caverna, terrazosa y sistemas de lamabordos.	Caliza Teposcolula	Yutoto		Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec
32	Sitio Yutzatotiaca	Afloramiento de la Andesita Yucudaac en estructuras semiprismáticas.	Andesita Yucudaac	Yutoto		Petroológico		Educativo	San Bartolo Soyaltepec
33	Sitio Yucudaac	Intemperismo esferoidal en la Andesita Yucudaac.	Andesita Yucudaac	Tejocotal		Geomorfológico		Educativo	Santa María Chachoapám
34	Sitio Cerro Corneta	Cárcavas y Badlands en la Formación Yanhuitián.	Formación Yanhuitián			Geomorfológico		Educativo	San Juan Yucuita
35	Sitio Caballo Blanco	Anfiteatros erosivos en la Formación Yanhuitián.	Formación Yanhuitián	Yutoto		Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	San Bartolo Soyaltepec
36	Sitio El Jazmín	Mirador del Valle Yanhuitián y Nochixtlán	Formación Yanhuitián	El Jazmín		Geomorfológico	Arqueológico	Geoturístico, Educativo y Científico	San Pedro Topiltepec
37	Mirador Ñu'un yucu	Mirador del Valle Yanhuitián y Nochixtlán	Formación Yanhuitián			Geomorfológico		Geoturístico y Educativo	San Pedro Topiltepec

Fuente: trabajo de campo 2015-2016.

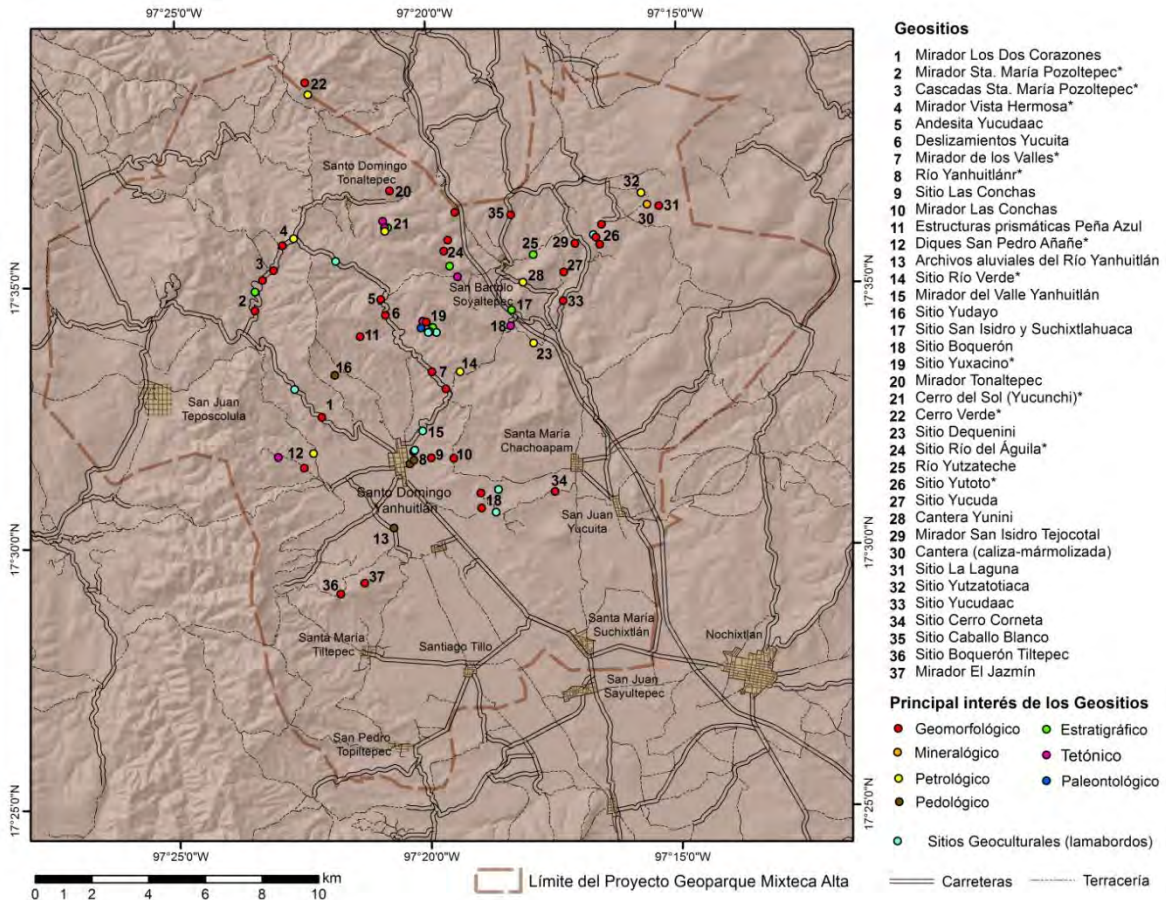


Figura 3.4 Distribución de los geositos identificados en el Geoparque Mixteca Alta. Fuente: trabajo de campo 2015-2016

3.2.2 Base de datos y cartografía de geosenderos

Los senderos interpretativos son rutas organizadas ubicadas en entornos naturales, rurales o urbanos y juegan un papel muy importante para lograr los objetivos del Geoparque y dejar satisfecho al visitante. Estos senderos, en el caso del Geoparque, se llaman Geosenderos. Los objetivos de los Geosenderos son:

- Racionalizar y reducir el impacto humano al patrimonio natural o cultural;
- El eje para la explicación y recuperación de los valores naturales, históricos y culturales,
- Un recurso didáctico e interdisciplinario que contribuye a la educación de los visitantes.

Un geosendero interpretativo no es tan sólo una vereda acondicionada con letreros, puentes y miradores rústicos. El geosendero es una ruta que permite al visitante reconocer sitios temáticamente interconectados y, por lo tanto, complementarios, de manera que a lo largo de su recorrido el visitante, conozca una historia coherente y no un conocimiento aislado de cada uno de los sitios visitados. Por ello deben ser guiados por un intérprete (Newsome y Dowling 2010).

En cuanto a su utilidad, los geosenderos son un recurso didáctico, un elemento recreativo, un servicio turístico y sirven también como elementos para el manejo de visitantes. Los Geosenderos del Geoparque son rutas o itinerarios organizados con base en sitios de interés geológico pero también incluyen otros elementos relacionados (arqueológicos, arquitectónicos, ecológicos, históricos y culturales) que deben ser explicados.

Los recorridos en campo para la identificación de Geositios también permitieron el trazado de diferentes Geosenderos (Cuadro 3.4) y Senderos de Naturaleza (Cuadro 3.5) con diferentes características. (Figura 3.5)

Cuadro 3.4 Geosenderos y sus características.

#	Geosendero	Rasgos principales
Gt1	<i>Los Corazones</i> , 30 km	Ruta más larga del geoparque, contactos litológicos, lamabordos, estructuras plutónicas, miradores.
Gt2	<i>Las Conchas</i> , 3 km	Badlands, cárcavas y circos erosivos en la Formación Yanhuatlán, paleosuelos y formas aluviales, ruinas arqueológicas.
Gt3	<i>Cerro del Sol</i> , 3 km	Vistas panorámicas de la Toba Llano de Lobos, contactos litológicos y fallas locales.
Gt4	<i>Río del Águila</i> , 4 km	Contactos litológicos, circos erosivos y <i>lamabordo</i> , litología volcánica.
Gt5	<i>Yutoto</i> , 12 km	Paisajes Kársticos, lamabordos, canteras de caliza, fósiles y vestigios arqueológicos
Gt6	<i>El Jazmín</i> , 4 km	Sitio arqueológico principal en el Geoparque; archivos aluviales, paleosuelos y formas fluviales y panorámicas del Valle Yanhuatlán
Gt7	<i>Tejocotal</i> , 12.5 km	Afloramientos de la Toba Llano de Lobos, contactos litológicos, unidades geológicas principales, miradores de los valles.
Gt8	<i>Diques San Pedro Añañe</i> , 5 km	<i>Lamabordos</i> , estructuras plutónicas, cárcavas y badlands.

Fuente: trabajo de campo 2015-2016.

Cuadro 3.5 Senderos de naturaleza y sus características.

#	Sendero de Naturaleza	Rasgos principales
Sn1	<i>Cerro Verde</i> , 3 km	Ruta hacia la máxima altitud de la Mixteca Alta, divisoria continental de aguas, cárcavas, badlands, estructuras plutónicas y sitios arqueológicos.
Sn2	<i>Peña Azul</i> , 3km	Panorámica de los valles de <i>Yanhuitlán</i> , <i>Yucuita</i> y <i>Nochixtlán</i> ; principales unidades geomorfológicas, bosques bien conservados y variedad de orquídeas (en temporada).
Sn3	<i>Yuxacino</i> , 4 km	Perfiles aluviales y fallas locales. Recolección de insectos comestibles
Sn4	Ñu'un Yucu 4 km	Bosques de encino bien conservados, panorámicas del Valle Yanhuitlán, avistamiento de aves y variedad de orquídeas dependiendo la temporada.

Fuente: trabajo de campo 2015-2016.

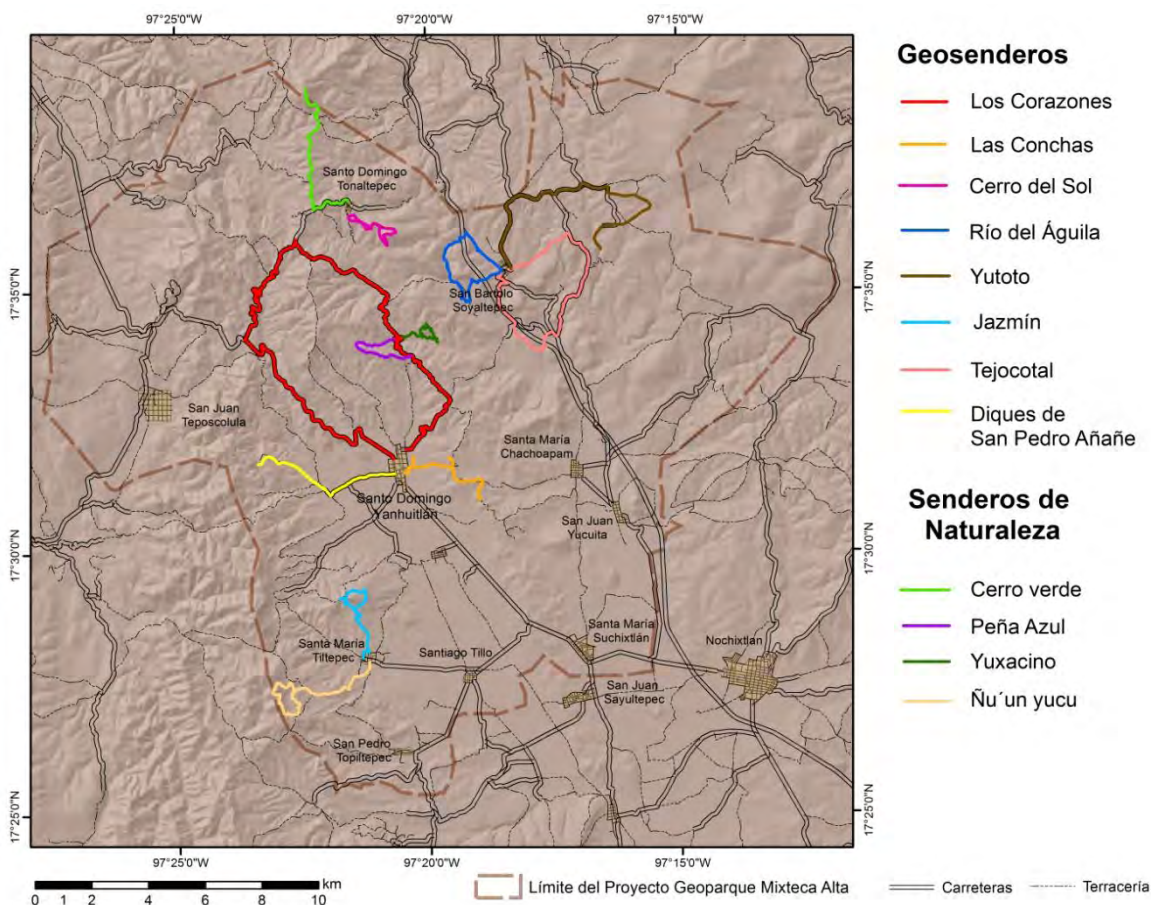


Figura 3.5 Geosenders y Senderos de Naturaleza. Fuente: trabajo de campo 2015-2016.

3.2.3 Recursos de divulgación

- Mapa geoturístico 1:50 000

Se elaboró un mapa escala 1:50 000 con toda la información pertinente para que un visitante pueda ubicar todos los sitios de interés y servicios en el Geoparque. El mapa contiene un listado de geositos clasificados por el interés principal, listado de sitios de patrimonio natural e histórico, sitios arqueológicos, módulos de información, geosenderos y senderos de naturaleza, entre otra información (Figura 3.6).

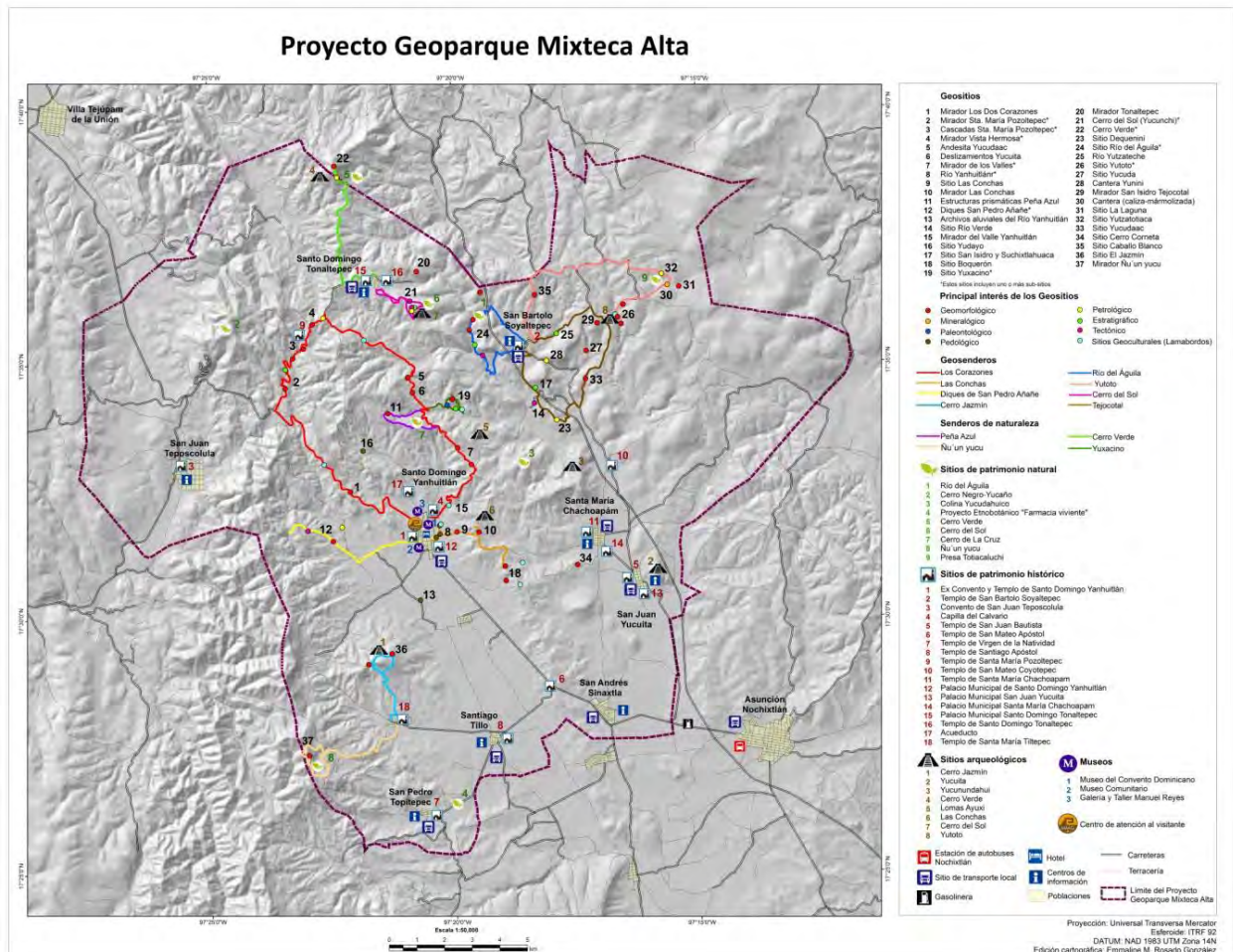


Figura 3.6 Mapa geoturístico del Geoparque Mixteca Alta.

- Folletos

Al momento, se cuenta con diez folletos diferentes, uno con información general sobre qué es un geoparque, otro que explica los diferentes sitios de interés con los que cuenta el geoparque y los otros ocho son de cada uno de los Geosenderos; en cada uno de estos folletos se especifica la longitud del trayecto, las altitudes mínima y máxima durante el recorrido y una breve explicación de los diferentes sitios que se pueden visitar en el sendero, el folleto también incluye un perfil topográfico y mapa. (Figura 3.7)



Figura 3.7 Folleto del Geosendero Los Corazones

- Guía de geosenderos y geositos

Se elaboró un libro que contiene las fichas técnicas, cartografía y fotografías de los geositos y geosenderos como un material de consulta para los visitantes. La guía contiene una breve introducción sobre el Geoparque Mixteca Alta y pequeñas explicaciones sobre la geología de la región y qué son los geosenderos y para qué sirven (Figura 3.8).

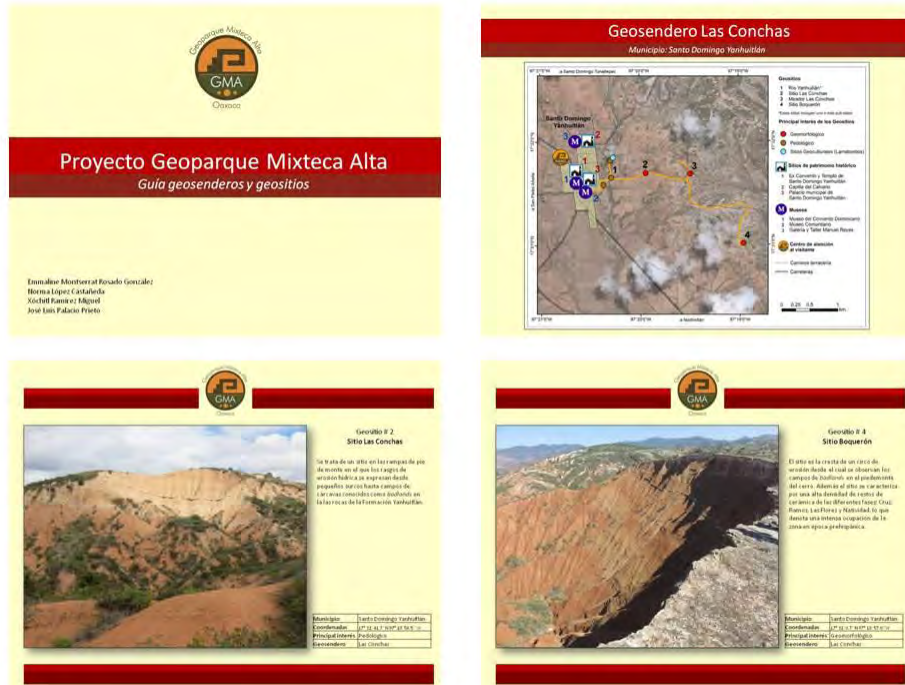


Figura 3.8 Muestra de la guía de geosenderos y geositos.

- Catálogo de plantas medicinales

Otro de los productos realizados para la divulgación del patrimonio natural de la Mixteca fue el Catálogo de plantas medicinales elaborado por Anna Lena Ahlf, estudiante de intercambio de geografía de nacionalidad alemana que realizó prácticas profesionales durante 6 meses en el Geoparque. Su trabajo consistió en efectuar recorridos y entrevistas con diferentes personas de la comunidad para identificar las plantas de uso medicinal, conocer los diferentes nombre comunes, qué aplicación tenían y después con apoyo del Instituto de Biología de la UNAM, identificar el nombre científico de las plantas, el resultado de este trabajo fue una compilación de fichas técnicas de más de 50 plantas con uso medicinal en el Geoparque.

- Centro de atención al visitante

En 2008, se construyó en Santo Domingo Yanhuitlán un parador turístico con recursos federales y estatales, dicha construcción permaneció abandonada y sin uso hasta el año 2015, cuando las Autoridades de Yanhuitlán decidieron que el espacio se utilizara como un centro de atención al visitante del Geoparque Mixteca Alta. Actualmente el parador cuenta con una exhibición sobre el patrimonio natural y cultural del Geoparque y el objetivo del centro es que cualquier visitante del Geoparque pueda ser orientado respecto a la información y actividades disponibles (Figura 3.9).



Figura 3.9 Centro de atención al visitante del Geoparque Mixteca Alta.

- Paneles en los Geosenderos

Se colocó un total de 25 paneles con información y mapas referentes a los geositos, algunos de ellos se han instalado a lo largo de los geosenderos y otros en las cabeceras o agencias municipales con el objetivo de brindar información a los visitantes sobre el geopatrimonio de la región (Figura 3.10 y Cuadro 3.6).



Figura 3.10 Panel en el Geosendero Los Corazones.

Cuadro 3.6 Listado y ubicación de los paneles colocados en el Geoparque Mixteca Alta

No.	Panel	Tipo	Ubicación (localidad)
1	Los Corazones	Descripción del geositio	Yanhuitlán
2	Lamabordos Tooxi	Descripción del geositio	Tooxi
3	Mirador Sta. María Pozoltepec	Descripción del geositio	Pozoltepec
4	Dique Sta. María Pozoltepec	Descripción del geositio	Pozoltepec
5	Mirador Vista Hermosa	Descripción del geositio	Vista Hermosa
6	Lamabordos Ichyodo	Descripción del geositio	Vista Hermosa
7	Andesita Yucudaac	Descripción del geositio	Río Blanco
8	Cruz de Tabla	Descripción del geositio	Yuxacino
9	Las Conchas	Descripción del geositio	Yanhuitlán
10	Mirador Las Conchas	Descripción del geositio	Yanhuitlán
11	Geositios Tonaltepec	Mapa y fotografías de los geositios y geosenderos	Tonaltepec
12	Mapa en Tonaltepec	Mapa geoturístico 1:50 000 del geoparque	Tonaltepec
13	Geositios Tiltepec	Mapa y fotografías de los geositios y geosenderos	Tiltepec
14	Mapa Tiltepec	Mapa geoturístico 1:50 000 del geoparque	Tiltepec
15	Río Verde	Descripción del geositio	Río Verde

16	Geositios Soyaltepec	Mapa y fotografías de los geositios y geosenderos	Soyaltepec
17	Mapa en Soyaltepec	Mapa geoturístico 1:50 000 del geoparque	Soyaltepec
18	Geosendero Yutoto 1	Descripción del geosendero	Soyaltepec
19	Geosendero Yutoto 2	Descripción del geosendero	Soyaltepec
20	Geosendero Tejocotal	Descripción del geosendero	Soyaltepec
21	Geosendero Río del Águila	Descripción del geosendero	Soyaltepec
22	Templo de Soyaltepec	Descripción del Templo	Soyaltepec
23	Graduales de Soyaltepec	Descripción de los Graduales	Soyaltepec
24	Mapa en el restaurante La Gloria de Oaxaca	Mapa geoturístico 1:50 000 del geoparque	Yanhuitlán
25	Mapa en el Museo Comunitario	Mapa geoturístico 1:50 000 del geoparque	Yanhuitlán
26	Mapa en el Centro de atención al visitante	Mapa geoturístico 1:50 000 del geoparque	Yanhuitlán

Fuente: Trabajo en campo 2015-2016

- Página Web y redes sociales

Se desarrolló una página web: www.geoparquemixtecaalta.org, donde se puede consultar diferente información relacionada al geoparque, desde la ubicación y como llegar, hasta información sobre los diferentes sitios de interés que se pueden visitar, las actividades que se pueden realizar y los proyectos educativos del Geoparque. En la página también se puede consultar y descargar información sobre los diferentes geositios y geosenderos. El Geoparque también cuenta con una página de Facebook e Instagram y canal de Youtube donde constantemente se actualiza la información sobre las actividades que se realizan en el Geoparque (Figura 3.11), que es un requisito importante de la Red Global, mantener la divulgación continua de información.

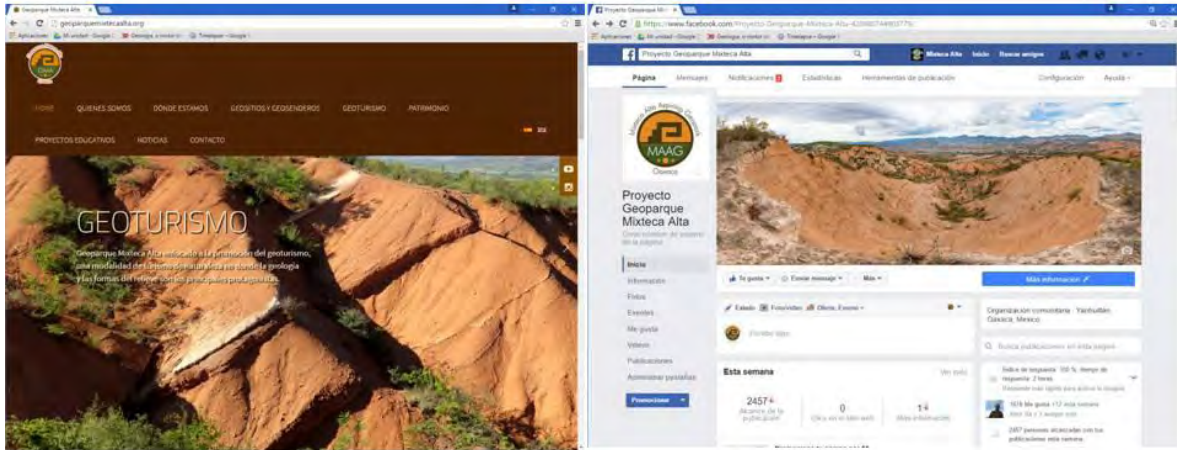


Figura 3.11 Página web y de Facebook del Geoparque Mixteca Alta.

3.3 Candidatura del Geoparque Mixteca Alta ante la UNESCO; la experiencia adquirida

En el apartado 1.2.4 "Proceso de aplicación de candidatura" se explicaron los pasos a seguir para la incorporación de un nuevo geoparque a la UNESCO, este proceso se divide en una serie de fases con fechas establecidas, considerando todas las fases el proceso tiene una duración aproximada de 21 meses (Figura 3.12).

El Geoparque Mixteca Alta inició el proceso de candidatura en julio de 2015 cuando se envió la carta de intención, cabe destacar que el envío de esta carta fue complicado ya que la Comisión Nacional de la UNESCO en México, en este caso, el Departamento de Ciencias y Comisión Nacional para la Cooperación con la UNESCO (Secretaría de Educación Pública) desconocía el tema de Geoparques. Fue necesario explicar en repetidas ocasiones y a diferentes personas de dicha comisión en qué consistía el proyecto y de esta forma se logró que enviaran la carta de intención, y se formalizara el proceso de candidatura del Proyecto Geoparque Mixteca Alta ante la UNESCO.

Proceso de aplicación



Figura 3.12. Proceso de aplicación ante la UNESCO. Fuente: UNESCO, 2016

3.3.1 El Expediente

Todos los Geoparques Aspirantes que deseen integrarse a los Geoparques Globales UNESCO, como se mencionó en el capítulo 1, deben realizar un detallado expediente donde se muestren las características y funcionamiento del Geoparque, dicho expediente contiene la siguiente estructura de contenidos:

A. Identificación del área

1. Nombre del geoparque propuesto.
2. Localización del geoparque.
3. Superficie, características geográficas (físicas y humanas).
4. Organización a cargo del manejo (descripción, función y organigrama).
5. Proponente.

B. Patrimonio geológico

1. Descripción geológica general del geoparque.
2. Listado de geositios incluidos en el geoparque.
3. Detalles sobre el interés internacional, nacional, regional o local de los geositios.
4. Listado y descripción de otros sitios de interés natural, cultural y patrimonio intangible, cómo se relacionan con los geositios y cómo se integran en el geoparque.

C. Geoconservación

1. Presiones a las que se encuentra sujeto el geoparque propuesto.
2. Estado actual y medidas adoptadas para la conservación de geositios en el parque propuesto.
3. Información sobre el manejo y mantenimiento de geositios.

D. Actividad económica y “plan de negocios”

1. Actividad(es) económica(s) en el geoparque propuesto.
2. Instalaciones actuales y futuras (educativas, recreativas).
3. Análisis del potencial geoturístico del geoparque.
4. Revisión y políticas encaminadas al desarrollo sustentable.
 - a. Geoturismo y economía
 - b. Geo-educación
 - c. Patrimonio geológico
5. Políticas encaminadas al empoderamiento de la comunidad.
6. Políticas encaminadas a establecer socios del geoparque.

E. Argumentación del interés por formar parte de los GGU

Anexo 1: Documento de autoevaluación.

Anexo 2: Copia de la sección B "Patrimonio geológico".

Anexo 3: Carta de la comisión nacional UNESCO y otras cartas de apoyo.

Anexo 4: Mapa 1:50 000 que incluya geositios, otros sitios de interés, senderos y geosenderos, servicios, límites del geoparque.

Anexo 5: Síntesis geológica y geográfica incluyendo mapa de localización.

El capítulo A, correspondiente a la parte de "Identificación del área" consiste de una descripción general sobre las características físicas y sociales del Geoparque con el objetivo de dar un contexto para el funcionamiento y gestión del área como un geoparque.

En el apartado B, "Patrimonio geológico" se establece el marco geológico regional y local del área propuesta como geoparque destacando los diferentes atributos geológicos del territorio y justificando la importancia y relevancia de su promoción y conservación. Además también se enlistan y describen los sitios de interés tanto geológicos, como ecológicos, históricos, arqueológicos culturales y como se integran al geoparque en cuanto a su valor de uso, ya sea científico, educativo o geoturístico.

En el capítulo C, referente a la "Geoconservación", se explican las diferentes estrategias de gestiones implementadas o a implementar para el funcionamiento del geoparque en cuanto a la promoción y conservación de los geositios de una forma sustentable. En este apartado también se refiere al grado de vulnerabilidad de los sitios y su clasificación en cuanto a cuales deben tener mayor atención para protegerlos.

El capítulo D, "Actividad económica y Plan de negocios", se especifican las actividades económicas existentes en el territorio y como se relacionan con el geoparque, este apartado también aborda el plan de gestión y desarrollo del geoparque, que estrategias y

propuestas encaminadas a la geoconservación se implementan y se van a implementar a futuro para fomentar el geoturismo y desarrollo sustentable de la región.

El último apartado consiste en la justificación de por qué el geoparque aspirante está interesado en pertenecer a los Geoparques Globales de la UNESCO.

La extensión del expediente, de acuerdo con los requerimientos, no debe exceder 50 cuartillas. Además de los cinco capítulos centrales del expediente, también se incluyen cinco anexos; el primero consiste de un documento de autoevaluación exhaustivo de aproximadamente 50 cuartillas de carácter cualitativo donde el geoparque aspirante se autocalifica, siendo el máximo puntaje posible de 1000 puntos. En el caso del Proyecto Geoparque Mixteca Alta, se asignó un total de 818 puntos. Dicho documento se divide en cinco categorías de evaluación con diferentes porcentajes de peso (Cuadro 3.7):

Cuadro 3.7 Categorías del documento de autoevaluación del expediente.

	Categoría	Peso %
	Geología y paisaje	
1.1	Territorio	5
1.2	Geoconservación	20
1.3	Patrimonio natural y cultural	10
II	Estructura de manejo	25
III	Interpretación y educación ambiental	15
IV	Geoturismo	15
V	Desarrollo económico regional sustentable	10
	Total	100

El anexo 2 es una copia del apartado B: "Patrimonio Geológico", debido a que esta sección es enviada de manera independiente a la Unión Internacional de Ciencias Geológicas para su revisión.

El anexo 3 debe contener una carta expedida por la Comisión Nacional de la UNESCO, donde se exponga que la Comisión apoya la candidatura del geoparque aspirante.

Además, en esta sección se deben incluir todas las cartas de apoyo al proyecto de instituciones, universidades, dependencias de gobierno, autoridades municipales y estatales interesadas en el mismo.

El anexo 4 es un mapa del geoparque escala 1:50 000 con toda la información relevante destacando sitios de interés y servicios.

El último anexo es un mapa de ubicación del geoparque con una breve síntesis del marco geográfico del territorio que comprende.

El expediente realizado para el Geoparque Mixteca Alta se preparó en el transcurso de 2015, en él que participaron diferentes profesionales, principalmente geógrafos de la UNAM coordinados por el Dr. Palacio. La elaboración del documento requirió de constante trabajo tanto en campo como en gabinete, a lo largo del proceso se presentaron diferentes problemas que resolver donde destaca el reto de generar una estructura de gestión y plan de manejo sostenida por la cultura local de Usos y Costumbres, algo que sin duda no sucede en ningún otro geoparque.

3.3.2 Evaluación inicial

En los primeros días de noviembre de 2015 se concluyó el expediente y para el envío del mismo se presentaron dos situaciones particulares que resolver, por un lado el envío debía realizarse, al igual que la carta de intención, a través de la Comisión Nacional de la UNESCO en México, se volvió a presentar el desconocimiento del tema lo que ocasionó que el proceso fuera lento, de manera que el expediente se remitió el último día que se recibían las aplicaciones, el 30 de noviembre.

La otra situación fue que el 17 de noviembre se creó formalmente el programa de Geoparques Globales de la UNESCO, lo que implicó algunas modificaciones que se tuvieron que atender de último momento, dentro de las modificaciones realizadas son tres las que destacan. La primera de ellas fue el orden de la estructura del expediente,

algunos sub-índices cambiaron de lugar; la segunda fue la inclusión del anexo 4 que corresponde al mapa del geoparque escala 1:50 000 con todos los servicios y sitios de interés y, g la tercera modificación fue la inclusión del anexo 5 que es la ficha síntesis del contexto geográfico del geoparque con el mapa de localización.

Después del envío del expediente, en enero de 2016 se publicaron en la página web de la UNESCO las aplicaciones de geoparques aceptadas para su evaluación, 19 en total, y entre ellas el Geoparque Mixteca Alta.

El día 13 de abril el Dr. Patrick Mc Keever, Secretario del Programa Internacional de Geociencias y Geoparques mandó una carta informando que el Dr. Carlos de Neto Carvalho del Geoparque Naturtejo, Portugal y el Dr. Ángel Hernández del Geoparque Maestrazgo, España habían sido asignados como los evaluadores del Geoparque Mixteca Alta y que directamente con ellos se tenía que acordar la fecha de la misión entre el 1 de mayo y el 15 de agosto. Las fechas acordadas fueron del 10 al 17 de julio de 2016.

3.3.3 Misión de evaluación

Durante la semana de evaluación se realizaron diferentes recorridos por algunos geosenderos; visitas a sitios de interés cultural, ecológico e histórico; reuniones y entrevistas con algunos actores claves y otras actividades con el propósito de mostrar todo los atributos posibles del geoparque, es decir los diferentes patrimonios de la Mixteca Alta y como se valoran, promueven y conservan por iniciativa de las comunidades (Figura 3.13).

Los Geosenderos recorridos fueron:

- Los Corazones
- Las Conchas
- Diques de San Pedro Añañe
- El Jazmín
- Yutoto

En cada recorrido se recibieron a los evaluadores con una ceremonia de bienvenida por parte de las autoridades y ciudadanos quienes mostraron formalidad y calidez humana, cada pueblo lo hizo a su modo, pero siempre con extraordinaria amabilidad y cariño, de acuerdo con sus usos y costumbres.

Antes de iniciar los recorridos se realizaba el "ritual de ofrenda al dueño del lugar", una muestra del extraordinario patrimonio intangible de las comunidades que componen el geoparque. Un miembro de la comunidad respetado por su sabiduría es el encargado de pedir permiso al lugar para visitarlo, para ello se brinda una pequeña ofrenda de alimentos y mezcal que son bendecidos y colocados en la tierra.

Durante los recorridos, los guías locales fueron los que dieron las explicaciones en los diferentes geositos y los pueblos se organizaron para mostrar, en cada uno de ellos, no sólo el patrimonio geológico, sino que también el cultural, con exhibiciones de artesanías, muestras gastronómicas, muestra de las técnicas agrícolas, bailes y vestimenta típica, y exposiciones de piezas arqueológicas, de maíces, fotografías y otros elementos de identidad histórica y cultural Mixteca. En todos los recorridos nunca faltó la entonación de la Canción Mixteca.

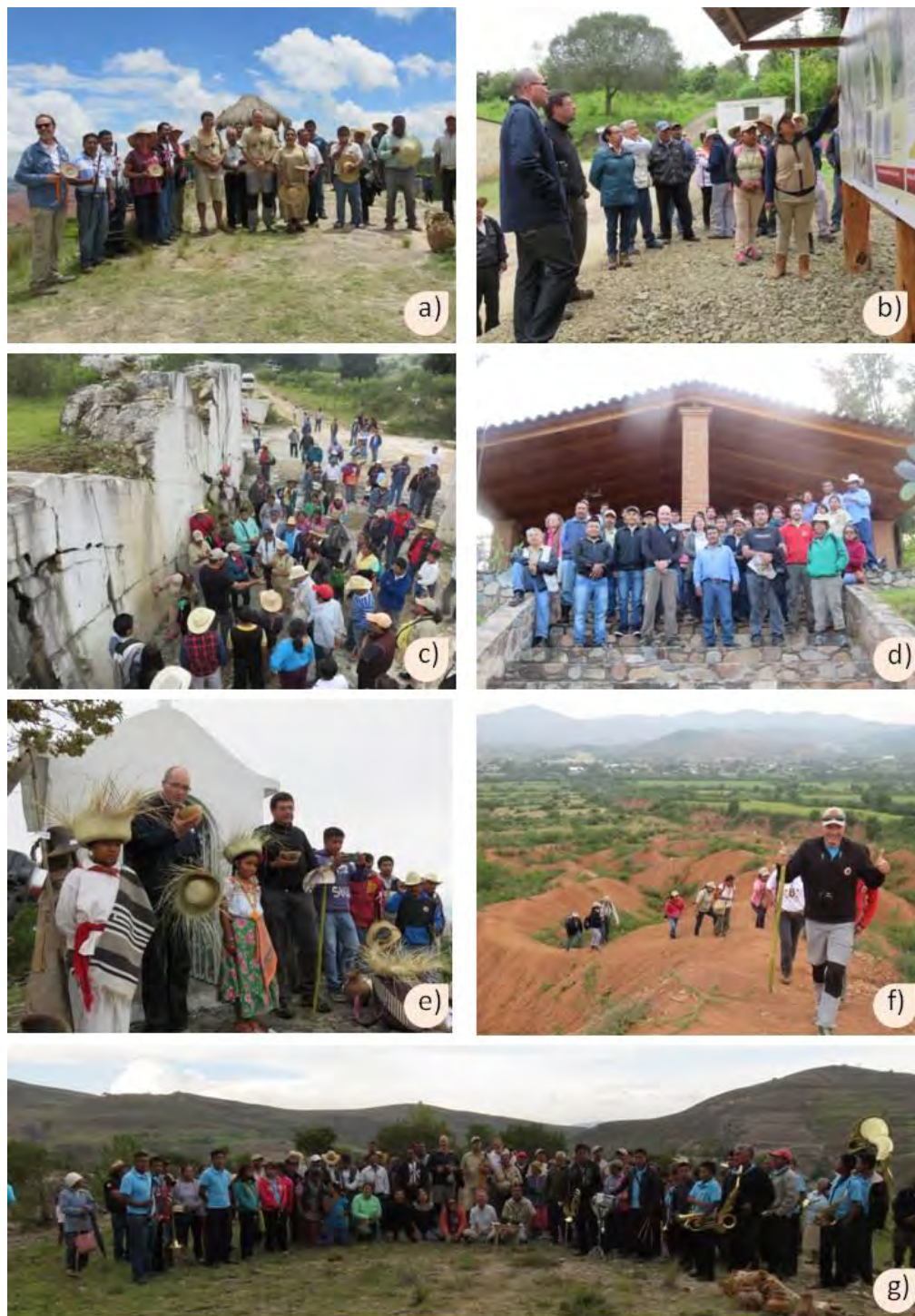


Figura 3.13 Diferentes aspectos durante la misión de evaluación UNESCO en los recorridos por los Geosenderos: a) Autoridades de Santo Domingo Tonaltepec y evaluadores durante el recorrido al Geosendero Los Corazones, b) Explicación del Geosendero Yutoto en San Bartolo Soyaltepec, c) Visita al Geositio Cantera Caliza Teposcolula con acompañamiento de los ciudadanos de Soyaltepec, d) Ciudadanos de Santa María Tiltepec y evaluadores después del recorrido al Geosendero El Jazmín, e) Exposición del patrimonio cultural de la comunidad de San Isidro Tejocotal en el Geositios Mirador Tejocotal. f) Recorrido por el Geosendero Las Conchas, g) Evaluadores y ciudadanos de Santo Domingo Tonaltepec en el Geositio Andesita Yucudaac.

Visitas a:

- Centro de atención al visitante del Geoparque
- Templo y Ex-convento Santo Domingo Yanhuitlán
- Templo y Graduales de San Bartolo Soyaltepec
- Templo de Santa María Tiltepec
- El Edén de Don Julio
- Museo comunitario
- Taller Pedro Pizarro
- Taller Manuel y Maricela

Además del interés geológico, fueron diferentes sitios de interés cultural e histórico que los evaluadores pudieron visitar, en todos ellos siempre se dio una explicación, por parte del anfitrión o especialista, acerca de lo que se realizaba en ese sitio y como esas actividades se integraban al proyecto de Geoparque. Dentro de los sitios visitados, un lugar medular fue el Centro de atención al visitante donde los evaluadores observaron las instalaciones y la exhibición con las que cuenta el Geoparque.

Igualmente, se visitaron dos talleres de arte donde se trabaja el barro y se utilizan pinturas de tierra, asimismo, se explicaron las actividades que realizan con los niños, fomentando el arte, pero también la educación en Ciencias de la Tierra. También se visitaron tres Templos Dominicanos del siglo XVI, de los más antiguos en la Mixteca y en México. De la misma manera se pudieron observar los Graduales de San Bartolo Soyaltepec, libros litúrgicos del siglo XVI. Se visitó el Museo Comunitario de Santo Domingo Yanhuitlán, que cuenta con una colección de fotografías y artefactos que muestran la identidad cultural de la comunidad. Y, por último el sitio de El Edén de Don Julio, un pequeño proyecto de restauración ecológica reutilizando y reciclando diversos materiales.

Se llevaron a cabo reuniones y entrevistas con el Staff Técnico y miembros del Comité Científico del Geoparque. La primera de ellas con el Staff Técnico del Geoparque, es decir, con los representantes de los diferentes sectores involucrados en el Proyecto: Comité de Turismo, Turismo del Estado, Comité Científico, Promotores de Turismo, Comité de Museos Comunitarios y Autoridades Municipales.

En dicha reunión se explicó el papel que cada parte tiene en la conformación del Geoparque y como se integran y promueven las actividades de divulgación y manejo; por su parte, los evaluadores externaron sus dudas acerca de formas y estructuras de gestión y organización del Proyecto, mismas que los diferentes representantes resolvieron.

La segunda reunión fue entre los evaluadores y el Comité Científico, la cual consistió en una revisión detallada del expediente donde los evaluadores expusieron las dudas punto por punto para ser aclaradas por el Comité Científico y corroborar el puntaje del documento de autoevaluación.

Al terminar la reunión, en algunos rubros bajaron puntos y en otros subieron, de manera que al final la evaluación realizada por los especialistas de la UNESCO quedó con un puntaje semejante a la autoevaluación realizada por el Comité Científico del Geoparque.

Otras actividades:

- Bienvenida e inauguración en el Centro de atención al visitante
- Exposición de artesanías
- Muestra gastronómica
- Actividades del Terramóvil y juegos del Geoparque
- Calenda y Guelaguetza

Durante la evaluación otras actividades dignas de mención fueron la bienvenida e inauguración de la semana de evaluación en el Centro de atención al visitante donde acudieron todas las Autoridades de los pueblos involucrados y de igual manera los ciudadanos de todo el Geoparque y de otros pueblos de la Mixteca (Figura 3.14).

En esta ceremonia las Autoridades dieron la bienvenida a los evaluadores con la intervención de la Presidente de Santo Domingo Yanhuitlán, Carmen Montes Lara, posteriormente, Don Francisco, integrante del Comisariado de Bienes Comunales de San Bartolo Soyaltepec, dio la bienvenida en Mixteco.

En dicha ceremonia, también intervinieron Tomasa Bautista como representante de los guías locales del Geoparque; Xóchitl Ramírez Miguel, Coordinadora de Vinculación; José Luis Palacio Prieto Coordinador del Comité Científico. También participaron un par de

personas de las comunidades y los mismos evaluadores dieron unas palabras de agradecimiento por la cálida bienvenida.

En el Centro de Atención los pueblos montaron una pequeña exposición de las riquezas culturales de su comunidad que fue visitada por los evaluadores al término de la ceremonia de bienvenida.

El Restaurante La Gloria de Oaxaca, sazón de la familia de Aurelia Hernández, ofreció una degustación gastronómica de la cocina típica Mixteca, sirvieron nueve platillos diferentes incluyendo variedades de postres y de salsas, así como seis mezcales diferentes, todo acompañado de una explicación y presentación en diapositivas sobre la historia, obtención y elaboración de los platillos y el mezcal.

Dentro de las actividades educativas en Ciencias de la Tierra en el Geoparque, los días 11, 12 y 13 de julio durante la evaluación, se realizaron actividades lúdicas y educativas para los niños como rompecabezas, memorama, sopa de letras y crucigrama con temáticas del Geoparque.

Además se contó con la participación del Terramóvil del Instituto de Geología con talleres sobre megafauna, caja de proceso de erosión, pintura con suelos, fósiles, placas tectónicas y la Maqueta del Volcán, estas actividades se realizaron en Santo Domingo Yanhuitlán, San Pedro Añañe y San Bartolo Soyaltepec en la que participaron más de 200 personas, principalmente niños y jóvenes. El día 13 los evaluadores de la UNESCO pudieron observar la realización de estas actividades.

La tarde del viernes 15 de julio, última tarde de los evaluadores en el Geoparque, se realizó una fiesta de Calenda y Guelaguetza en la que participaron los ciudadanos de los pueblos que conforman el Geoparque.

Esta fiesta consistió primero en un recorrido saliendo del Ayuntamiento de Yanhuitlán hacia el templo del Señor de Ayuxi, después al Centro de atención al visitante y termino en el auditorio municipal, a lo largo del recorrido hubo música y baile de los "Monos de

Calenda". Al llegar al auditorio inicio la Guelaguetza, donde se mostraron los bailes típicos de las regiones de Oaxaca, en los cuales participaron jóvenes de las diferentes comunidades del Geoparque.



Figura 3.14 Se muestran las actividades realizadas durante la misión de evaluación: a) Bienvenida y ceremonia de inauguración en el Centro de atención al visitante, b) demostración de artesanías, c) Muestra gastronómica en La Gloria de Oaxaca, d) Actividades del Terramóvil, e) y f) Durante la Calenda.

La experiencia vivida durante la misión de evaluación fue algo que impresionó e impactó de muchas formas positivas a los evaluadores de la UNESCO y a los miembros del Comité Científico, en particular la participación e involucramiento de toda la comunidad al estar presentes en todo momento con amabilidad, organización, disposición, trabajo e ilusión sobre este proyecto.

El resultado de la evaluación se conocerá en septiembre de 2016, y se avalará formalmente en abril de 2017 de acuerdo con las fechas del proceso de candidatura.

Conclusiones

Los Geoparques en sus orígenes hace 16 años tenían como objetivo fundamental la promoción de las Ciencias Geológicas a través de sitios de interés geológico valorados como patrimonio por sus singularidades para comprender la evolución de la Tierra y buscar esta promoción mediante un turismo sustentable.

Hoy día el objetivo de los Geoparques se mantiene, sin embargo la complejidad del concepto ha evolucionado de tal manera que el núcleo gestor y sustentante de estos territorios es la cultural local, la población que los habita y cómo se relaciona e interactúa con el medio en el que vive.

Los Geoparques son territorios con especificidad y autenticidad, deben promover la identidad territorial a través de la cultura local y el ambiente, promover esa identidad como un patrimonio a conservar e incluso rescatar cuando sea posible; deben desarrollar las estrategias necesarias para que esa identidad a través del patrimonio se convierta en un recurso de sustento y forma de vida de los habitantes del Geoparque bajo las propias formas y decisiones de la cultura local, es decir con un enfoque *bottom-up*, es decir, el trabajo desde la base social es fundamental.

Si bien existen pasos generales a seguir en la conformación de un geoparque, esta complejidad en el concepto impide la existencia de un modelo o manual universal de cómo establecer un geoparque; cada territorio contiene una cultura diferente y cada cultura gestiona su territorio de forma diferente, es por ello que establecer un geoparque es un ejercicio de constante adaptación cultural.

Cabe destacar que el emergente interés de México por incorporar territorios a los GGU plantea la necesidad de crear un órgano institucional que establezca las normas nacionales para la creación de geoparques en México en conjunto con la Comisión Nacional de Cooperación con la UNESCO en México, esto permitiría tener una mejor

vinculación con los GGU y evitar las problemáticas administrativas de candidatura como las que enfrentó el Geoparque Mixteca Alta.

Aunque no exista un modelo ni manual para establecer Geoparques, el punto de partida para casi cualquier proyecto es la revisión de la iniciativa de los geoparques en Europa, ya que fueron los primeros en desarrollar el concepto.

El proyecto de la Mixteca Alta no fue la excepción y desde sus inicios se identificó el enorme reto que implicaba adaptar un concepto europeo a la realidad mexicana, y dentro del contexto de México, a la realidad de Oaxaca, estado que destaca por sus particularidades culturales de organización social y gestión territorial diferente a otras regiones de México.

El trabajo desarrollado hasta ahora para el Geoparque Mixteca Alta implicó entender la cultura local desde dentro, la estrategia de trabajo se fue orientando cada vez con mayor peso al trabajo comunitario participativo, trabajar directamente con y para las comunidades desde sus necesidades y propuestas, de forma tal que si bien en el inicio el Instituto de Geografía propuso una idea, hacerla realidad fue trabajo conjunto con las comunidades, siendo los pueblos los principales protagonistas en la construcción y realización del proyecto.

Si bien las expectativas son altas para obtener la certificación UNESCO, es una realidad que aún queda mucho por hacer, sobre todo en la estructura de gestión y plan de manejo, el cual debe establecer de manera concreta las estrategias y objetivos calendarizados a seguir para un funcionamiento continuo y autosuficiente del Geoparque, lo que es un punto crucial para el mantenimiento del proyecto, dichas estrategias deben desarrollarse en conjunto con la comunidad que habita el Geoparque teniendo en cuenta un análisis FODA y que sea la misma comunidad quien designe y establezca tareas, compromisos y responsables que desarrollen la parte administrativa y operativa del Geoparque.

Tener el reconocimiento de Geoparque Global UNESCO no significa que el trabajo ha concluido, al contrario, se deberá continuar generando más estrategias para la conservación ambiental y el beneficio local. Además hay que mencionar que independientemente del resultado, el trabajo continúa por y para los pueblos de la Mixteca Alta.

Por último, hay que destacar que los geoparques son proyectos novedosos en México que generan un área de desarrollo profesional para los geógrafos en ambientes de trabajo transdisciplinario con un objetivo aplicado de beneficio social.

El reconocimiento del Geoparque Mixteca Alta como un Geoparque Global UNESCO sería un parteaguas en México para detonar más propuestas encaminadas al empoderamiento de comunidades marginadas en México como una oportunidad de desarrollo y conservación ambiental y cultural.

La experiencia resultante de trabajar en un proyecto de Geoparque desde el inicio, en este caso el Geoparque de la Mixteca Alta, aporta innumerables experiencias y beneficios tanto en el área profesional como en la personal, sin duda alguna toda una enseñanza y experiencia de vida.

Bibliografía

1. Abreu Sá Artur (2015) Ponencia: “geoparques globales: turismo e impacto económico”, Workshop Geoparks and geoheritage; promoting geoheritage in Latin América, 28 y 29 de mayo de 2015. Instituto de Geografía, UNAM.
<https://www.youtube.com/watch?v=jc25Up5Cxic&index=5&list=PLI7ifO4dH7S1BTy5Vay0XAI5vEzIXSHdi>
2. Alvarado Juárez (s/f) “Migración y pobreza en Oaxaca” Revista El cotidiano 148, Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca. Pp 85-94
3. APGN, (2016) (http://asiapacificgeoparks.org/?page_id=115 consultado el 7/25/2016).
4. Brilha, J (2015) Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review, **Geoheritage** (versión on line: <http://link.springer.com/journal/12371>).
5. Brilha, J. (2002) “Geoconservation and protected areas”, *Environmental Conservation* 29 (3): 273-276. Foundation for Environmental Conservation.
6. Brilha, J. Pereira, D. Pereira, P. (2016) "Curso Geoparques" e-learning Universidade do Minho, Portugal.
7. Brochu Lisa and Merriman Tim. 2003. Interpretación personal. InterpPress. The National Association for Interpretation.
8. Brocx M. and Semeniuk V. (2007) “Geoheritage and geoconservation – history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90: 53-87, 2007.
9. Canedo Vázquez, G. 2008 Una conquista indígena. Reconocimiento de municipios por “usos y costumbres” en Oaxaca (México). En publicación: La economía política de la pobreza / Alberto Cimadamore (comp.) Buenos Aires: CLACSO, en: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/clacso/crop/cimada/Vasquez.pdf> (Consultado el 6/04/2015)
10. Carcavilla, L., Durán, J.J., y López-Martínez, J. 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, 10, 1299-1303. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria.
11. Carter James (2001) “A Sense of Place; An interpretive planning handbook”, Second edition with revisions published in electronic format on the website of the Scottish Interpretation Network, (www.scotinterpnet.org.uk) 2001.
12. Centeno-García, E. 2004. Configuración geológica del estado. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WorldWildlifeFund, México, pp. 29-42.
13. Consejo municipal de desarrollo rural sustentable: Santo Domingo Yanhuitlán, Nochixtlan, Oaxaca, Plan de desarrollo municipal, 2008.
14. Declaración Internacional de Digne. 1993. Actes du Premier Symposium International sur la Protection du Patrimoine (Digne, France, 1991). *Memoires de la Societé de Geologique de France. Nouvelle Serie* nº 1165, 276 p. París.
15. Dowling Ross (2011) “Geotourism’s Global Growyh” *Geoheritage* 3:1-13 (2011).
16. Elías-Herrera Mariano, Ortega-Gutiérrez Fernando, Sánchez-Zavala José Luis, Macías-Romo Consuelo, Ortega-Rivera Amabel, Iriondo Alexander. (2005) La falla de Caltepec: raíces expuestas de una frontera tectónica de larga vida entre dos terrenos continentals del sur de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen Conmemorativo del Centenario. Grandes Fronteras Tectónicas de México. Tomo LVII, Núm 1, 2005, P. 83-109.*
17. Estatuto Comunal Santo Domingo Yanhuitlán, Nochixtlan Oaxaca, Enero 2007.
18. Estudio de ordenamiento territorial comunitario de Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca. Reporte técnico Final, Convenio CONAFOR PROCYMAF-OAX-EST-008/2009, Octubre 2009.
19. Eder W., Patzak M. (2004) “Geoparks - geological attractions: a tool for public education, recreation and sustainable economic development”. **Episodes**, 27/3,162–164.
20. EGN (2016) <http://www.europeangeoparks.org/> consultado el 7/23/2016

21. EGN (2016) <http://www.europeangeoparks.org/wp-content/uploads/2012/03/THE-MADONIE-DECLARATION.pdf> consultado el 7/25/2016.
22. EGN (2016) http://www.europeangeoparks.org/?page_id=633 consultado el 7/25/2016
23. Farsani Neda Torabi, Celeste Coelho and Carlos Costa (2011) "Geotourism and Geoparks as Novel Strategies for Socio-economic Development in Rural Areas" *International Journal of Tourism Research*, Int. J. Tourism Res. 13, 68–81 (2011).
24. Ferrusquía. (1976) "Estudios geológico-paleontológicos en la region Mixteca, PT. 1: Geología del área Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlán, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca, México. Instituto de Geología, UNAM ,Boletín número 97.
25. Flannery K, Kirkby A, Kirkby M, Williams A. (1967) "Farming Systems and Political Growth in Ancient Oaxaca". Science, New Series, Vol. 158 No. 3800, pp. 445-454. American Association for the Advancement of Science. (<http://www.jstor.org/stable/1722515>)
26. GGN, (2016) http://globalgeoparksnetwork.org/?page_id=5 consultado el 7/26/2016
27. Goman M, Joyce A, Mueller R, Paschyn L. (2010) "Multiproxy paleoecological reconstruction of prehistoric land-use history in the western region of the lower Río Verde Valley, Oaxaca, México. The Holocene 2010 20:761. <http://hol.sagepub.com/content/20/5/761>.
28. González Leyva A. 2009 Geografía, lingüística, arqueología e historia de la Mixteca alta antes de la conquista española.
29. González Leyva, Alejandra. Coord. El convento de Yanhuitlán y sus capillas de visita. Construcción y arte en el país de las nubes. México: Facultad de Filosofía y Letras, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2009.
30. Gorfinkiel Denise (2015) Ponencia: "Geoparques en América Latina: una herramienta para el desarrollo económico local", Workshop Geoparks and geoheritage; promoting geoheritage in Latin América, 28 y 29 de mayo de 2015. Instituto de Geografía, UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=I3AVTOJXDCw&list=PLI7ifO4dH7S1BTy5VayOXA15vEzIXSHdi&index=6>
31. Gray Murray (2005) "Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?" The George Wright Forum, Volume 22, Number 3, 4-12 (2005).
32. Guerrero Arenas R, et al. 2010 La transformación de los ecosistemas de la Mixteca Alta oaxaqueña desde el Pleistoceno Tardío hasta el Holoceno. Ciencia y Mar XIV (40): 61-68.
33. Guevara M, Rodríguez B, Palerm J. (2014) "El sistema de jollas una técnica de riego no convencional en la Mixteca. Boletín del archivo histórico del agua.
34. Guevara M. (s/f) "Lama-bordo o jollas en la Mixteca Alta: trampas de agua. Milenaria tecnología mesoamericana de uso actual con fines agrícolas. Tercer congreso Red de Investigadores Sociales Sobre Agua.
35. Hermann M. (2011) "El sitio de Monte Negro como lugar de origen y la fundación prehispánica de Tilantongo en los códices mixtecos. Estudios Mesoamericanos, Nueva época.
36. Hermann M. (2008) "La Mixteca: estudios recientes. Arqueología, etnohistoria e iconografía. Revista desacatos. Vol. 27
37. Hermann M. (2007) "Símbolos de poder: Un análisis comparativo entre la iconografía del clásico maya y los códices mixtecos. Revista: Estudios de cultura maya XXX.
38. IAG, (2016) <http://www.geomorph.org/geomorphosites-working-group/>
39. Ilies Dorina Camelia and Nicolae Josan "Geosites-geomorphosites and relief" *GeoJournal of Tourism and Geosites*, Year II, no. 1, vol. 3, 2009, pag. 78-85.
40. INEGI 1994 Carta Topográfica escala 1:250, 000 Oaxaca, E14- 9. Instituto Nacional de Estadística e Informática. México. PALACIOS SALINAS H.
41. INEGI 2010 Censo de Población y Vivienda
42. Jones C, Weighell A. "Geoconservation in practice-An introduction"
43. Joyce A, Goman M. (2012) "Bridging the theoretical divide in Holocene landscape studies: social and ecological approaches to ancient Oaxaca landscapes. Quaternary Science Reviews 55, pp 1-22. www.elsevier.com/locate/quascirev.

44. Joyce A. Mueller R. (1997) "Prehispanic human ecology of the Río Verde drainage basin", México, *World Archaeology*, 29:1, 75-94.
45. Kozłowski, Stefan "Geodiversity. The concept and scope of geodiversity" **Przegląd Geologiczny**, vol. 52, no 8/2. 2004, pag. 833-837
46. Leigh David, Kowalewski Stephen, Holdridge Genevieve. (2013) "3400 years of agricultural engineering in Mesoamerica: lama-bordos of the Mixteca Alta, Oaxaca, México. *Journal of Archaeological Science* 40.
47. Lind Michael. (2008) "Arqueología de la Mixteca" *Desacatos*, núm 27, pp 13-32.
48. López Ramos E. 1983 *Geología de México*. Tomo III Edición Escolar. México.
49. Martini Guy (2009) "Geoparks... A Vision for the Future" *Revista do Instituto de Geociencias, USP*. Sao Paulo. V5, p. 85-90.
50. Martiny B, Martínez-Serrano R, Morán-Zenteno D, Macías-Romo C, Ayuso R. (2000) "Stratigraphy, geochemistry and tectonic significance of the Oligocene magmatic rocks of western Oaxaca, southern Mexico. *Tectonophysics* 318 pp 71-98.
51. Mc Keever Patrick (2015) Ponencia: "Introduction on Global Geoparks" Workshop Geoparks and geoheritage; promoting geoheritage in Latin América, 28 y 29 de mayo de 2015. Instituto de Geografía, UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=40wgBAS2no&index=2&list=PLI7ifO4dH7S1BTy5Vay0XAI5vEzIXSHdi>
52. McMillan Andrew (s/f) "The role of the British Geological Survey in the History of Geoconservation. British Geological Survey, Murchison House, West Mains Road, Edinburgh EH9 3LA
53. Mueller R, Joyce A, Borejsza A, (2012) "Alluvial archives of Nochixtlan valley, Oaxaca, Mexico: Age and significance for reconstructions of environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, pp 121-136.
54. Newsome & Dowling (2010) *Geotourism: Opportunity and tourism significance*. Global Geotourism Perspectives (pp.230-247) Oxford.
55. Organización de las Naciones Unidas (1972) "Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano" Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972.
56. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1972) "Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural" 17ª, reunión celebrada en París del 17 de octubre al 21 de noviembre de 1972.
57. Organización de las Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Desarrollo Sostenible (1972) "Agenda 21" Consultado en línea: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm> el 12 de agosto de 2015.
58. Palacio Prieto, José Luis (en prensa) "La Red Mexicana de Geoparques; propuesta para la valoración y promoción del patrimonio geológico y geomorfológico", 70 años del Instituto de Geografía.
59. Panizza M (2001) "Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, Vol. 46.
60. Pemberton Michael (2007) "**A brief consideration of geodiversity and geoconservation**". Department of Primary Industries and Water, Tasmania. October 2007.
61. Pena dos Reis R, Helena Henriques M. (2009) "Approaching an Integrated Qualification and Evaluation System for Geological Heritage. *Geoheritage*, Springer-Verlag.
62. Pereira, Paulo, Diamantino Pereira, Maria Isabel Caetano Alves, Braga (2007) "Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal)" **Geographica Helvetica** Jg. 62 2007/Heft 3.
63. Pérez Rodríguez V (2011) "The Cerro Jazmín Archaeological Project: investigating prehispanic urbanism and its environmental impact in the Mixteca Alta, Oaxaca, Mexico. *Journal of Field Archaeology* vol. 36 no. 2
64. Pralong J (2009) "Target Groups and Geodidactic Tools: the need to adapt tourist offer and demand" *Mem. Descr. Carta Geol, d'It. LXXXVII*, pp 145-152.
65. ProGEO (2011) "Conserving our shared geoheritage-A protocol on geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil and mineral collecting. <http://www.progeo.se/progeo-protoco-definitons-20110915.pdf>"

66. Ragnes Kristin (2015) Ponencia: "Education in Geoparks", Workshop Geoparks and geoheritage; promoting geoheritage in Latin América, 28 y 29 de mayo de 2015. Instituto de Geografía, UNAM. https://www.youtube.com/watch?v=_jrobsLkTg0&index=4&list=PLI7ifO4dH7S1BTy5Vay0XA15vEzIXSHdi
67. Regolini-Bissing G. (2010) "Mapping Geoheritage, Lausanne, Institut de géographie, Géovisions n. 35, pp 1-13.
68. Reynard Emmanuel, Lausanne, Paola Coratza, Modena (2007) "Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research" **Geographica Helvetica** Jg. 62 2007/Heft 3.
69. Reynard Emmanuel and Panizza Mario (2005) "Geomorphosites: definition, assessment and mapping. An introduction. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**. No. 3/2005.
70. Reynard Emmanuel (2008) "Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage", **Geogr. Fis. Dinam. Quat.** 31 (2008), 225-230.
71. Reynard E, Fontana G, Kozlik L, Scapozza C. (2007) "A method for assessing scientific and additional values of geomorphosites" *Geographica Helvetica* Jg. 62.
72. Rivas Pablo (2015) Ponencia: "Networking: trabajo en red" Workshop Geoparks and geoheritage; promoting geoheritage in Latin América, 28 y 29 de mayo de 2015. Instituto de Geografía, UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=3c7MJyte74s&index=9&list=PLI7ifO4dH7S1BTy5Vay0XA15vEzIXSHdi>
73. Rojas López, J. (2005) "Los desafíos del estudio de la geodiversidad" *Revista geográfica Venezolana*, Vol. 46(1), pp 143-152.
74. Santamaría-Díaz, A., Alaniz-Álvarez y A. F. Nieto Samaniego (2008) "Deformaciones cenozoicas en la cobertura de la falla Caltepec en la región de Tamazulapam, Sur de México", en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. UNAM, Vol 25 núm 3, pp. 494-516.
75. Santamaría-Díaz, A., Alaniz-Álvarez y A. F. Nieto Samaniego (s/f) "Cartografía geológica de la región Tamazulapam, Nochixtlán, Chalcatongo, Yosundua, en el sur de México". Instituto de Minería, Universidad Tecnológica de la Mixteca.
76. Sharples C. (2002) Concepts and principles of geoconservations, Publishes electronically on the Tasmanian Parks and Wildlife Service website.
77. Schlaepfer C, De Pablo L, (s/f) "Minerales arcillosos e interpretación sedimentológica de las capas rojas de la formación Yanhuitlán, Oaxaca.
78. Sedlock, R. Ortega-Gutiérrez, F. Speed, R. (1993) *Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolution of Mexico*. The Geological Society of America. Special paper 278. GSA Books Science Editor Richard A. Hoppin. USA.
79. Servicio Geológico Mexicano, *Léxico estratigráfico de México*, Formación Ixtaltepec retomado de Pantoja-Alor, J., 1970, Rocas sedimentarias paleozoicas de la región centro-septentrional de Oaxaca: Sociedad Geológica Mexicana, Libro guía de la Excursión México-Oaxaca, 67-84. Consultado en línea el 18/09/2015: <http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/Ixtaltepec.pdf>
80. Servicio Geológico Mexicano, *Léxico estratigráfico de México*, Formación San Isidro retomado de López-Ticha, D., 1970, Reconocimiento geológico de la Cuenca de Tlaxiaco: Petróleos Mexicanos, Informe inédito, PEMEX, IGZS-551. Consultado en línea el 18/09/2015: <http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/SanIsidro.pdf>
81. Spores, R (2007), *Ñuu Ñudzahui la Mixteca de Oaxaca*, La evolución de la cultural Mixteca desde los primeros pueblos preclásicos hasta la Independencia, Colección Voces del Fondo, serie Etnohistoria, Fondo Editorial del Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca: México.
82. Spores Ronald (1969) "Settlement, Farming Technology, and Environment in the Nochixtlán Valley" *SCIENCE*, 31 October 1969, Volume 166, Number 3905.
83. TodorovTodor y Wimbledon William (2004) "Geological heritage conservation on international, regional, national and local levels" *Polish Geological Institute Special Papers*, 13 (2004): 9-12 *Proceedings of the Conference "Geological heritage concept, conservation and protection policy in Central Europe"*
84. UNESCO (1997) Proyecto de Programa y Presupuesto 1998-1999, 29 C/5, Conferencia General 29° reunión, París 1997.

85. UNESCO (1999) UNESCO Geoparks Programme-A new initiative to promote a Global Network of Geoparks safeguarding and developing selected areas having significant geological features. Executive Board, Hundred and fifty-sixth Session, 156 EX/11 Rev. París, 15 April 1999.
86. UNESCO (2000) Proyecto de Programa y Presupuesto 2000-2001, 30 C/5, Conferencia General 30ª reunión, París 2000.
87. UNESCO (2010) "Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)" **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**, April 2010.
88. UNESCO (2016a) "UNESCO Global Geoparks" **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**, París, Francia.
89. UNESCO (2016b) "Statutes of the international geoscience and geoparks programme" **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**, París, Francia.
90. UNESCO (2016c) <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/fundamental-features/> consultado el 7/25/2016
91. UNESCO (2016d) <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/frequently-asked-questions/what-is-a-unesco-global-geopark/> consultado el 7/25/2016
92. UNESCO, (2016e) <http://whc.unesco.org/en/documents/1560>
93. Vulkaneifel European Geopark "**Concepts of geodiversity**", (www.geopark-vulkaneifel.de).
94. Wimbledon, W.A.P. and Smith-Meyer, S. (2012) "Geoheritage in Europe and its conservation" ProGEO.Norway, Oslo.
95. Wimbledon, W.A.P.1, Ishchenko, A.A.2, Gerasimenko, N.P.3, Karis, L.O., Suominen, V., Johansson, C.E. and Freden, C. (2000) "Proyecto Geosites, una iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS). La ciencia respaldada por la conservación" in D. Baretino, W.A.P. Wimbledon and E. Gallego (Eds.) **Geological Heritage: its conservation and management**. pp.69-94.
96. Zourous N. "The European Geoparks Network; Geological heritage protection and local development" (2004).
97. Zouros Nickolas (2015) Ponencia: "Operation and management on global Geoparks" Workshop Geoparks and geoheritage; promoting geoheritage in Latin América, 28 y 29 de mayo de 2015. Instituto de Geografía, UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=DWmQyd0KW30&list=PLI7ifO4dH7S1BTy5Vay0XAI5vEzIXSHdi&index=3>
98. Zouros Nickolas and Valiakos (2010) "Geoparks management and assessment" Bulletin of the Geological Society of Greece. XLIII, no 2-965.
99. Zouros Nickolas and Mc Keever Patrick (s/f) "European Geoparks: Geoconservation and Sustainable local development"



Aspiring Geopark

Mixteca Alta Oaxaca

Mexico

Erosion, Culture and Geoheritage

*Application dossier for the
Global Geopark Network
2015*



Chimmalli de Yanhuitlán. This representation of a Mixtec shield is considered one of the most famous works of pre-Hispanic goldsmithing combining hammering, filigree and lost wax techniques. Late *Post classic* period, National Anthropological Museum, Mexico.

CREDITS:

Texts: José L. Palacio-Prieto, Emmaline Rosado-González, Oralia Oropeza-Orozco, Silke Cram-Heydrich, Xóchitl Ramírez-Miguel, Pilar Fernández Lomelín, Gonzalo Fernández de Castro-Martínez, Mario A. Ortiz-Pérez, Víctor M. Dávila Alcocer.

Maps: Emmaline Rosado-González and José M. Figueroa Mah-Eng.

Photos: *Mixteca Alta* Aspiring Geopark archives, José M. Figueroa Mah-Eng.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to acknowledge the support of the authorities of the municipalities of the MAAG, the mayors and the presidents of the *Comisariados de Bienes Comunales*, as well as the general population of the municipalities involved. The *Dirección General de Apoyo al Personal Académico-UNAM* supported the work to prepare this dossier through the project *Valoración y promoción del patrimonio geológico y geomorfológico: geositios y geomorfositios* (IN100714).

Table of Contents

A. Identification of the Area

- A1. Name of the proposed Geopark
- A2. Location of the proposed Geopark
- A3. Surface area, physical and human geography characteristics of the proposed Geopark
- A4. Organization in charge and management structure of the proposed Geopark
- A5. Application contact person

B. Geological Heritage

- B1. General geological description of the proposed Geopark
- B2. Listing and description of geological sites within the proposed Geopark
- B3. Details on the interest of these sites in terms of their international, national, regional or local value
- B4. Listing and description of other sites of natural, cultural and intangible heritage interest and how they are related to the geological sites and how they are integrated into the proposed Geopark

C. Geoconservation

- C1. Current or potential pressure on the proposed Geopark
- C2. Current status in terms of protection of geological sites within the proposed Geopark
- C3. Data on the management and maintenance of all heritage sites

D. Economic Activity & Business Plan

- D1. Economic activity in the proposed Geopark
- D2. Existing and planned facilities for the proposed Geopark
- D3. Analysis of geotourism potential of the proposed Geopark
- D4. Overview and policies for the sustainable development of geo-tourism and economy, geo-education, geo-heritage
- D5. Policies for, and examples of, community empowerment in the proposed Geopark
- D6. Policies for, and examples of, public and stakeholder awareness in the proposed Geopark

E. Interest and arguments for joining the GGN

Annexes

- Annex 1:** Self-evaluation document
- Annex 2:** Copy of Section B “Geological Heritage” of the application dossier
- Annex 3:** Letters of Support from the Mexican UNESCO Commission and other relevant institutions (annexed as 3a and 3b)
- Annex 4.** Map of the MAAG, scale 1:50 000







A. Identification of the area

A – Identification of the area

A1. Name of the proposed Geopark

Spanish: *Geoparque Mixteca Alta*, Oaxaca, Mexico.

English: *Mixteca Alta Geopark*, Oaxaca, Mexico.

The name of the region derives from the *Mixteca* civilization, which flourished between the 15th - 2nd centuries BC and ended at the beginning of the 16th century with the arrival of the Spanish *conquistadores*.

A2. Location of the proposed Geopark

The *Mixteca Alta* Aspiring Geopark (MAAG) is located in the *Mixteca* Region of the State of Oaxaca, in the southern part of Mexico (see Figure 1). Extreme geographical coordinates of the MAAG are 17° 25' 20" - 17° 39' 27" N, and 97° 11' 53" - 97° 27' 40" W. It is 80 km NW from the City of Oaxaca (the State Capital), 220 km SE of the City of Puebla and about 350 km SW from Mexico City.

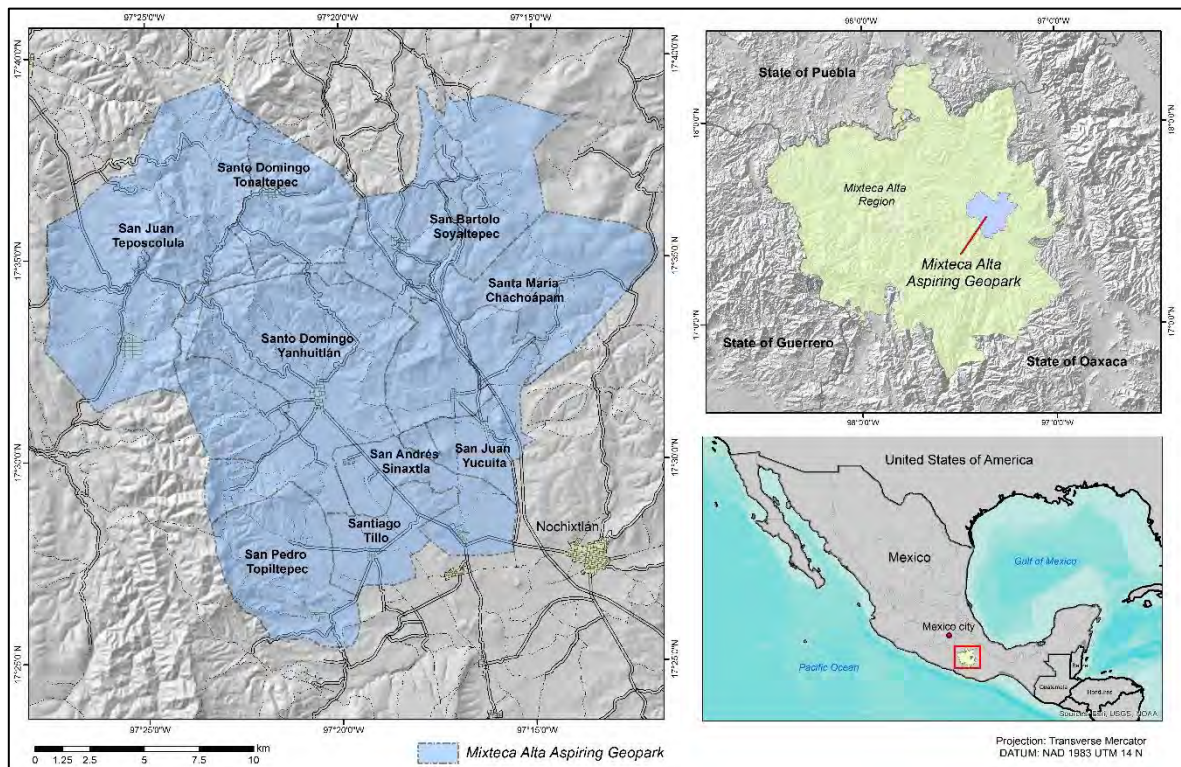


Figure 1: Location of the *Mixteca Alta* Aspiring Geopark, Oaxaca, Mexico.

A3. Surface area, physical and human geography characteristics of the proposed Geopark

The *Mixteca* is a geographically diverse region in western Oaxaca and areas of the neighboring states of Puebla and Guerrero, southeastern Mexico. It is divided in *Mixteca Alta*, *Baja* and

Costa. The *Mixteca Alta* is the northernmost part (mainly in the State of Oaxaca, where the Aspiring Geopark is located); its topography results from the broad contact of the *Sierra Madre del Sur* and the *Sierra Madre Oriental*, two of the main Mexican mountain ranges; dominant altitudes range between 2000 and 2500 m, the highest altitude is the *Cerro Verde*, or *Nudo Mixteco* (2892 m). Soils are heavily eroded and original

vegetation is restricted to small patches of oak-pine forest at higher elevations. The *Mixteca Alta* Aspiring Geopark (MAAG) is part of the *Mixteca Alta* Region and includes nine municipalities in the State of Oaxaca; total area is 415.4 km² (see figure 1 and table 1).

Agriculture takes place in valley plains and hilly areas, soil productivity is limited, partially resulting from the severe erosion and the lack of labor, due to intense emigration.

The *Mixteca Baja* and *Costa* refer to lower lands, to the south, reaching up to the Pacific Coast.

Human presence in the *Mixteca Alta* (circa 3,400-3,500 years BP), is established based on radiocarbon dating of soil organic carbon present in agriculture terraces known locally as *lamabordos* (Leigh *et al.* 2013). The *lamabordos* were an alternative agriculture innovation for food production for a population that, according to Spores (1969), reached the 50,000 inhabitants during the Post classic period, around 1000 to 1520 AD, located at 111 sites.

Municipality	Area (km ²)
<i>San Andrés Sinaxtla</i>	22.6
<i>San Bartolo Soyaltepec</i>	74.9
<i>San Juan Teposcolula</i>	86.9
<i>San Juan Yucuita</i>	23.3
<i>San Pedro Topiltepec</i>	32.8
<i>Santa María Chachoapam</i>	61.8
<i>Santiago Tillo</i>	17
<i>Santo Domingo Tonaltepec</i>	26.5
<i>Santo Domingo Yanhuitlán</i>	69.6
Total	415.4

Table 1. Geopark Municipalities and total area.

The *Mixteca Alta* in general, and the nine municipalities included in the project in particular, are currently characterized by a low population density and demographic growth. Due to the lack of economic opportunities, emigration to urban areas and abroad (United States of America) is significant and keeps population in low numbers. Total population is about 7000 inhabitants (see table 2).

Municipality	Population	Pre-primary	Primary schools	High schools	Technical high school
<i>San Andrés Sinaxtla</i>	772	1	1	1	
<i>San Bartolo Soyaltepec</i>	655				
<i>San Juan Teposcolula</i>	1340	1	1	1	
<i>San Juan Yucuita</i>	684	1	1	1	
<i>San Pedro Topiltepec</i>	406	1	1		
<i>Santa María Chachoapam</i>	766	1	1		
<i>Santiago Tillo</i>	553	1	1		
<i>Santo Domingo Tonaltepec</i>	276				
<i>Santo Domingo Yanhuitlán</i>	1609	1	1	1	1
Total	7061	7	7	4	1

Table 2. Population and education facilities

Most of the population is indigenous and its political organization is exceptional, based on practices and customs (*usos y costumbres*); authorities are elected according to local traditions and different groups play a role in the

territorial administration. The highest authority is the General Assembly, which consists of representatives of the entire community; decisions on land management need a consensus and agreement of the whole community.

Indigenous groups include *Chinantecos*, *Mixes*, *Mazatecos*, *Zapotecos* and, mainly, *Mixtecos*.

Derived from its organization, a relevant quality is the so-called *tequio*, a form of community-based work where the individuals are expected, voluntary or forced, to participate; it is considered an expression of solidarity among members of a community to ensure the livelihood, social security or group harmony, to obtain a service in exchange for providing labor, and to ensure the smooth running of interpersonal relationships (Zolla and Zolla-Márquez, 2004). Reforestation, maintenance of roads and construction of infrastructure, are examples of activities commonly carried out in the *tequio* context.

Education facilities include 19 schools, most of them elementary (see Table 2).

A4. Organization in charge and management structure of the proposed Geopark

The *Mixteca Alta* Aspiring Geopark Association (MAAGA) is the management body of the Aspiring Geopark, whose mission is to contribute to the knowledge, protection, promotion and dissemination of the cultural and natural heritage of the territory, with special focus on geological, geomorphological and geographical heritage and the outreach of scientific knowledge through geotourism. It was created by agreement of municipality representatives on June 16th, 2015.

The MAAGA's main objectives are:

- To promote the conservation of the natural, tangible and intangible heritage and contribute to local socioeconomic sustainable development;
- To improve and manage the supporting structures for visitors;
- To state the values of the geopark, providing information to ensure visitor's satisfaction;

- To promote and support innovative actions to generate job opportunities, and
- To develop services and representative quality products of the territory.

The MAAGA has 18 founding members (nine Municipality Presidents and nine Presidents of the Commissariats of community goods of the municipalities participating in the MAAG, see table 2) advised by a Fiscal and a Scientific boards, and has as main governing body the General Assembly (see figure 2; Table 3).

The MAAGA receives input from and liaise with stakeholders, who are kept abreast of all developments and who are encouraged to attend meetings of the MAAGA as needed.

These stakeholders include, but are not limited to:

- State Government (Oaxaca)
- State Education institutions
- *Proyecto Farmacia Viviente*
- Community museum
- *Tierra Sagrada* Hotel
- *Posada Los Dominicos* Hotel
- *La Gloria de Oaxaca* Restaurant
- *Unión de Servicio Mixto de Pasaje y Carga Lázaro Cárdenas A.C.* (Local transportation services)
- Educational institutions (primary to University levels)
- Handicraft organizations and artisans
- Tourism service providers

The MAAGA has a diversified technical staff (see table 4) to ensure the proper functioning of the geopark, being Geoconservation, Environmental Education and Geotourism, Communication and Marketing, and the Financial and Sociocultural sectors the priorities.

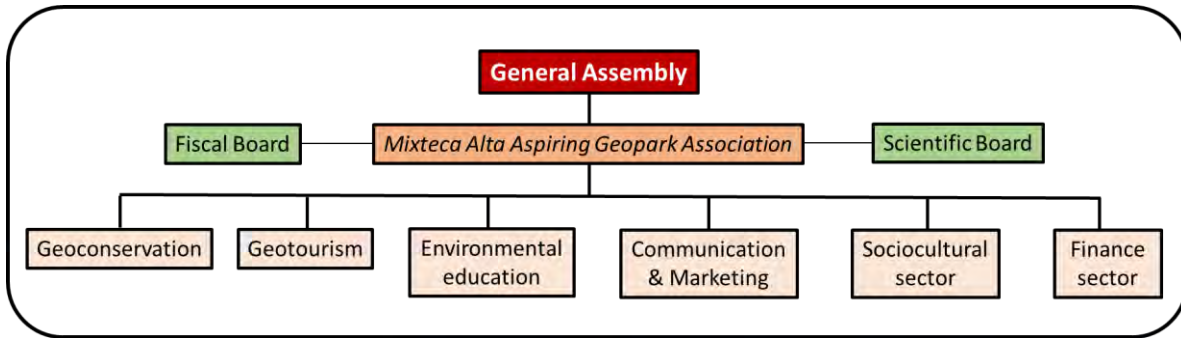


Figure 2 - Framework of the *Mixteca Alta Aspiring Geopark* management structure.

Scientific Board
José LuisPalacio Prieto (Scientific Coodrinator, PhD Geography, Universidad Nacional Autónoma de México)
Oralia Oropeza Orozco (MSc. Biology, Universidad Nacional Autónoma de México)
Silke Cram Heydrich (PhD Soil Sciences, Universidad Nacional Autónoma de México)
Mario Arturo Ortíz Pérez (PhD Geography, Universidad Nacional Autónoma de México)
Manuel Hermann (PhD Mesoamerican Studies, Centro de Investigacones y Estudios Superioes en Antropología Social)
Alfredo Santa María (PhD Geology, Universidad Tecnológica de la <i>Mixteca</i>)
Víctor Dávila Alcocer (MSc Geology, Universidad Nacional Autónoma de México)
Ronald Spores (PhD Archaeology, University of Oregon, USA)
Eduardo Jiménez Hidalgo (PhD Biology-Paleontology-, Universidad del Mar, Oaxaca)

Table 3. Scientific Board of the MAAG.

Function	Name of Chairperson	Qualifications
Executive Coordinator	Luz Irene del Carmen Montes Lara	Chemical Engineer
Scientific Coordinator	José Luis Palacio Prieto	PhD Geography
Geoconservation	Silke Cram Heydrich	PhD Soil Sciences
Geotourism	Jorge Toledo Luis	Engineer
Environmental education and interpretation	Moisés Robles Cruz	Lawyer and Economist
Communication and marketing	Brenda Gutiérrez Rodríguez	Graphic designer
Sociocultural sector	Xóchitl Ramírez Miguel	Graduate in Geography
Finances	Yesenia Ortiz Sánchez	Accountant

Table 4. Technical Staff

A5. Application contact person (name, position, tel/fax, e-mail)

Dr. José Luis Palacio Prieto

Instituto de Geografía
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Ciudad Universitaria, D.F.
 Coyoacán, CP 04510

México D.F.
 MÉXICO
 e-mail: palacio@unam.mx
 Tel. (52-55) 56224357
 www.igg.unam.mx



B. Geological heritage

B1. General geological description of the proposed Geopark

The MAAG is located in the *Sierra Madre del Sur* physiographic province, a mountain region bounded on the north by the Mexican Volcanic Belt (see figure 3). From the geological point of view, this region is considered the most complex

of Mexico (Centeno, 2004). It consists of Precambrian and Paleozoic metamorphic and plutonic rocks that make up the complex basement, a carpet of Mesozoic rocks, marine for the most part, and Cenozoic volcanic flow rock and continental sediments.

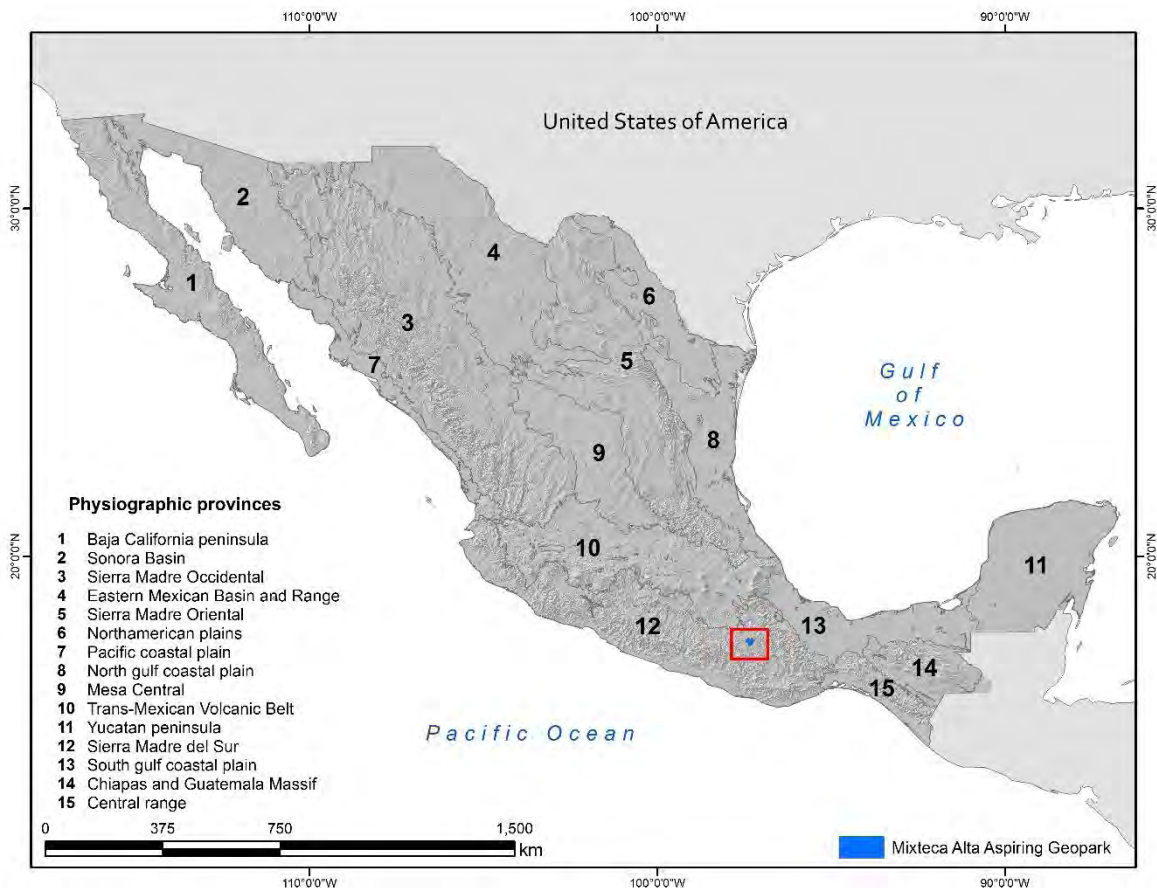


Figura 3. Physiographic provinces of Mexico and location of the MAAG (source: INEGI, 1991)

Three main rivers have their headwaters in the area, the *Nudo Mixteco* or *Cerro Verde* which is the highest point inside the Geopark is 2892 meters above sea level and represents a water continental divide. The *Papaloapan* river drains a small portion of the northwestern part of the

MAAG area and flows into the Gulf of Mexico; the *Verde* river drains a portion of the southeastern part and flows towards the Pacific Ocean and the *Balsas* river drains the northwestern area and also flows into the Pacific Ocean (see figure 4).

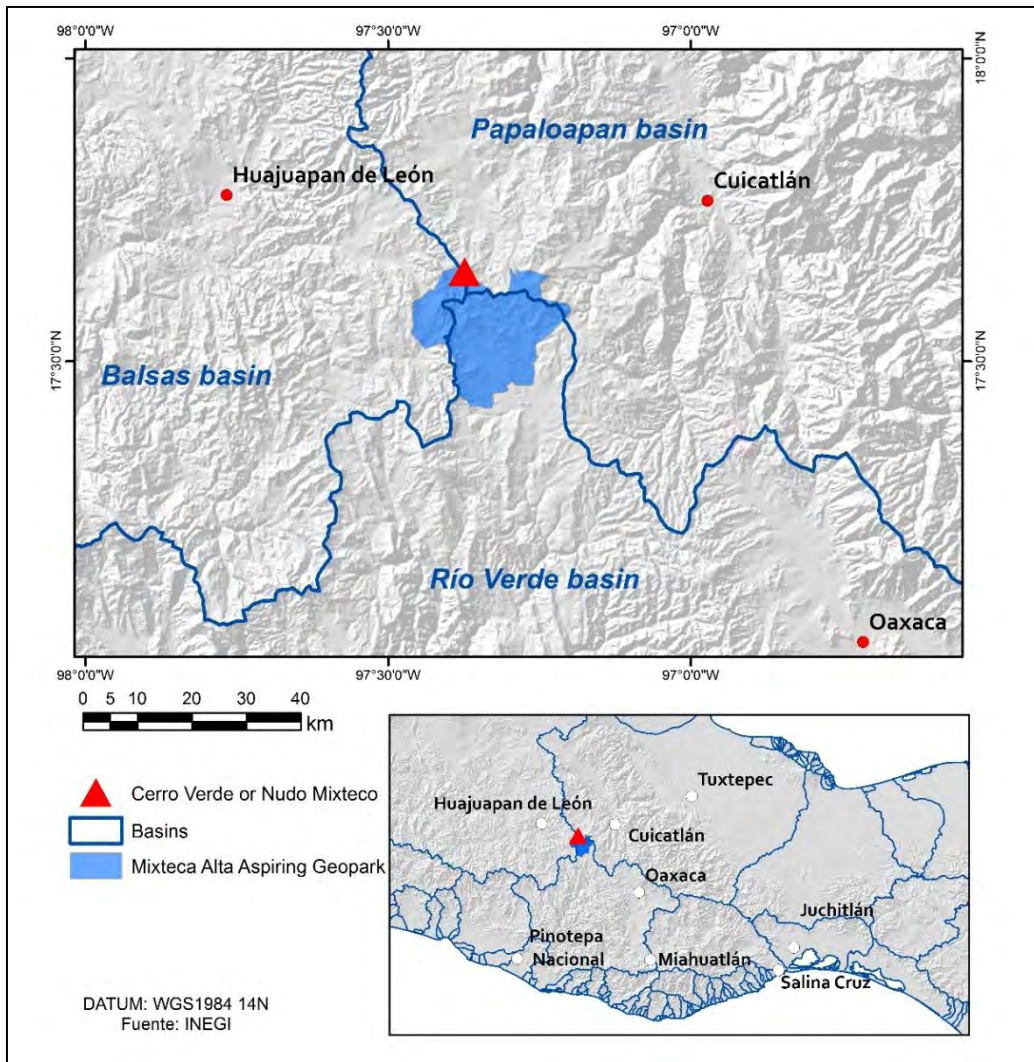


Figure 4. Watersheds within the Geopark area; the Cerro Verde, or Nudo *Mixteco* (red triangle) is the highest elevation (2892m); it is a water continental divide where three basins meet.

B1.1. Tectonostratigraphic terranes

The terrane concept refers to geological entities of regional extent characterized by a coherent stratigraphic sequence and bounded by major tectonic discontinuities (Coney, 1989). Sedlok *et al.* (1993) proposed 17 tectonostratigraphic terranes for Mexico (see figure 5).

For the purpose of the Geopark, two of these terranes are of interest: the *Mixteco* (15) and the *Zapoteco* (16), where the *Mixteca Alta* Aspiring Geopark is located (see figures 5 and 6). Description of these terranes is taken from Sedlok *et al.* (1993).

Mixteco terrane

Basement rocks of the *Mixteco* terrane record early Paleozoic subduction, early Paleozoic obduction of an ophiolite onto a subduction complex, early to middle Paleozoic collision of the oceanic rocks of the *Mixteco* terrane with continental crust of the *Zapoteco* terrane, middle to late Paleozoic deformation and metamorphism, and deposition of late Paleozoic synorogenic and postorogenic marine strata. Mesozoic epicontinental strata include Jurassic marine and nonmarine clastic rocks and

Cretaceous carbonates. Paleogene and early Neogene volcanic rocks indicate proximity to an arc.

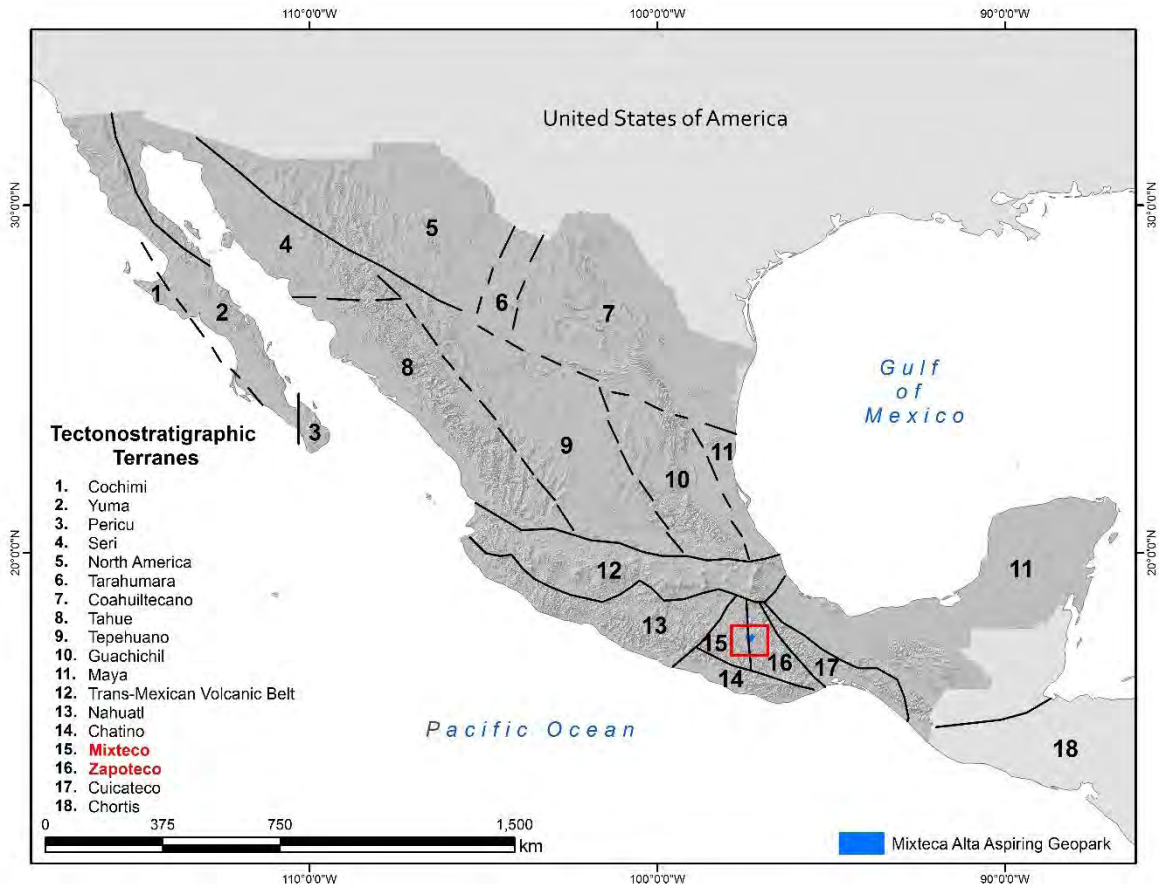


Figure 5. Terrane map of Mexico and northern Central America. Terrane boundaries (heavy and dashed lines) where inferred. The MAAG is situated between the *Mixteco* (15) and the *Zapoteco* (16) terranes. (source: Sedlok *et al.*, 1993).

The oldest unit in the *Mixteco* terrane is the *Acatlán* Complex, which is divided into structurally subgroups, consisting of schist, amphibolite, quartzite, and phyllite that probably were derived from marine sedimentary rocks and intercalated mafic igneous rocks. The *Acatlán* Complex has undergone several phases of metamorphism and deformation (Ortega-Gutiérrez, 1974, 1979, 1981a, b; Yañez *et al.*, 1991). The upper plate is inferred to have overthrust the lower plate in an early Paleozoic (?) subduction zone, causing high-pressure

metamorphism and isoclinal folding of the upper plate in response to northwest-southeast shortening; minimum thrust displacement was 200 km.

Mesozoic and Cenozoic rocks. Latest Cretaceous to Eocene Laramide orogenesis caused north-south-trending folds in Cretaceous and older rocks, serpentinization and plastic deformation of deep-level harzburgite, and the diapiric

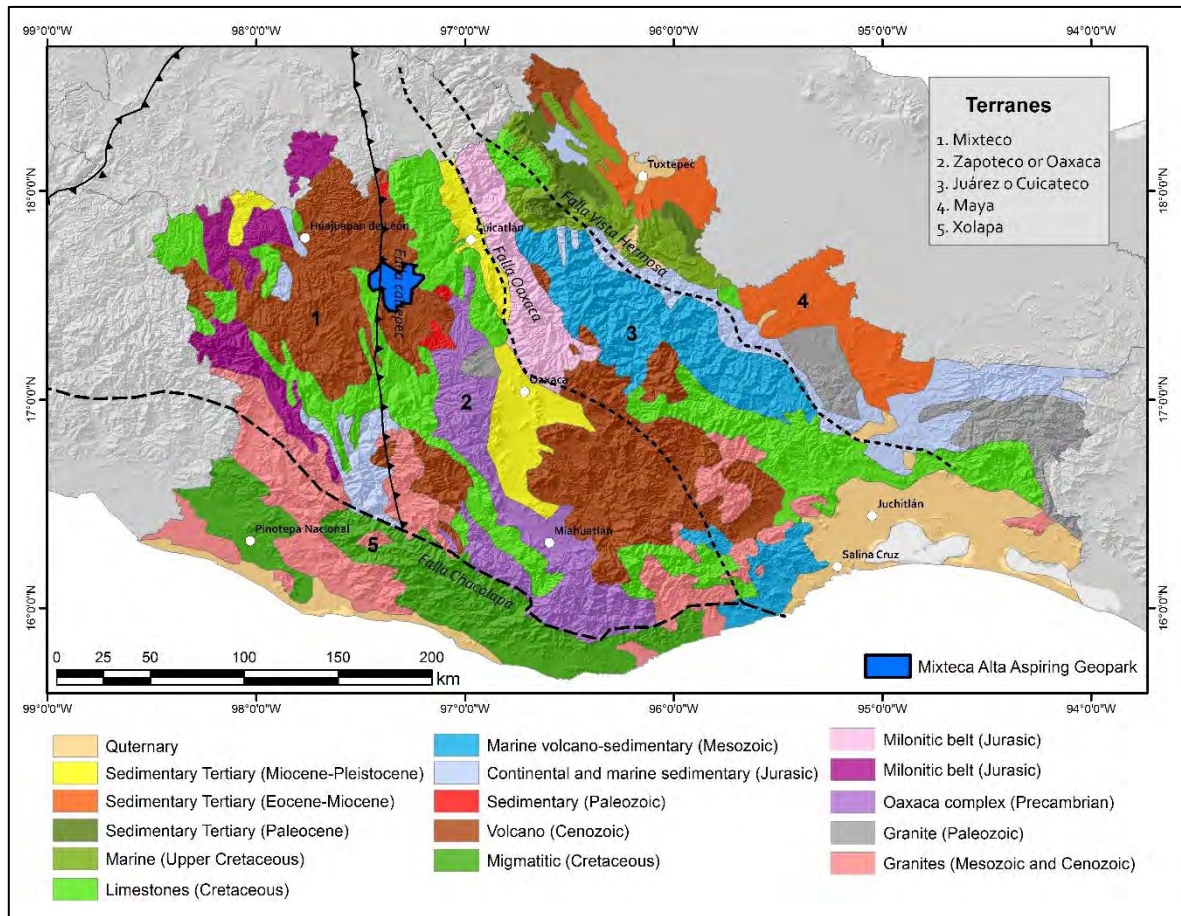


Figure 6. Tectonographic terranes and simplified geological units in Oaxaca (source: Centeno, 2004).

emplacement of the serpentinite into the upper part of the Acatlán Complex along reverse faults (Carballido-Sanchez and Delgado-Argote, 1989). Cretaceous and older rocks subsequently were overlain unconformably by a Paleogene (?) conglomerate, sandstone, and shale that were derived from the Oaxacan Complex (*Zapoteco* terrane) and an unidentified subordinate volcanic source, and minor interbedded tuff (Ferrusquia-Villafranca, 1976). Along the southern margin of the terrane, the 60- to 55-Ma *Tierra Colorada* pluton intrudes not only Cretaceous limestones of the *Nahuatl* terrane, but also mylonites along the fault boundary with the Chatino terrane. Other Cenozoic rocks include Oligocene (?) silicic ignimbrite, volcanoclastic rocks, andesitic lavas, and andesitic hypabyssal rocks, and Miocene-

Pliocene (?) lake deposits (Ferrusquia Villafranca, 1976; Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1990).

Zapoteco terrane

The *Zapoteco* terrane is a fragment of Proterozoic continental crust consisting mainly of crystalline basement rocks of Grenville age overlain non conformably by rare cratonal Paleozoic strata. On the basis of petrologic, geochronologic, and paleomagnetic data Sedlock *et al.* (1993) infer that the Precambrian and early Paleozoic rocks of the *Zapoteco* terrane formed part of the Grenville province of southeastern Canada; however, other interpretations are permissible. The *Zapoteco* terrane probably was displaced to the south of the southern margin of North America during the

Paleozoic, and by the latest Paleozoic it hosted a magmatic arc within or west of the western margin of Pangea.

The oldest unit in the *Zapoteco* terrane is the Oaxacan Complex, an assemblage of meta anorthosite, quartzo feldspathic orthogneiss, paragneiss, calcsilicate metasedimentary rocks, and charnockite that was formed by Grenvillian metamorphism of miogeoclinal or continental rift deposits and plutonic rocks (Ortega-Gutiérrez, 1981a). Metamorphism probably occurred between 1,100 and 1,000 Ma, and slightly younger Sm-Nd cooling ages probably postdate peak metamorphism (Patchett and Ruiz, 1987).

The Oaxacan Complex is overlain non conformably by thin-bedded shale, sandstone, limestone, and conglomerate of the Tiñu Formation, which contains early Tremadocian (earliest Ordovician) trilobite taxa that resemble those in Early Ordovician rocks in South America, southeastern Canada, and northwestern Europe, and that are dissimilar to those of southwestern North America (Pantoja-Alor and Robison, 1967). Younger Paleozoic strata include Carboniferous marine sandstone and shale of the Santiago and Ixtaltepec Formations, and continental sandstone, siltstone, and conglomerate of the Matzitzi Formation of Pennsylvanian and probable Permian age; depositional environments of these rocks are not yet certain (Pantoja-Alor and Robison, 1967; Robison and Pantoja Alor, 1968). The Matzitzi Formation is the oldest unmetamorphosed stratigraphic unit that physically overlaps the fault contact between *Zapoteco* and *Mixteco* terranes.

Near *Caltepec*, Puebla, the Oaxacan Complex is intruded by cataclastic granitoids that are correlated with the Devonian Esperanza granitoids in the *Mixteco* terrane. The granitoids become more strongly mylonitic closer to the contact of the *Zapoteco* terrane with the *Mixteco* terrane, implying syntectonic intrusion of the two terranes during the Early to Middle Devonian. The

Oaxacan Complex also is intruded by a small, undeformed Early Permian granitoid.

Much of the *Zapoteco* terrane is overlain by Mesozoic and Cenozoic rocks very similar to those in the *Mixteco* terrane. These rocks include Late Jurassic to Early Cretaceous shallow-water and nonmarine clastic rocks with minor limestone and coal, mid-Cretaceous carbonates, Campanian-Maastrichtian conglomerate and sandstone derived from the Juchatengo subterrane of the *Mixteco* terrane, Paleogene red beds and volcanic rocks, mid-Tertiary andesite, and Neogene calc-alkalic volcanogenic rocks (Carfantan, 1986; Ortega Gutiérrez *et al.*, 1990). Neogene nonmarine strata and volcanic rocks were deposited in elongate north-northwest—striking grabens that formed from about 19 to 12 Ma along the Oaxaca fault at the eastern margin of the *Zapoteco* terrane (Ferrusquia-Villafranca and McDowell, 1988; Centeno-Garcia and others, 1990). The geometry and timing of extension may indicate that the Basin and Range province continued south of the Trans Mexican Volcanic Belt in the Middle Miocene (Henry and Aranda-Gomez, 1992).

Zapoteco-Mixteco boundary

Basement rocks of the *Zapoteco* and *Mixteco* terranes (*Oaxacan* Complex and *Acatlán* Complex, respectively) are directly juxtaposed at the subvertical to northeast-dipping *Caltepec* fault zone 140 km north of the city of Oaxaca (Ortega-Gutiérrez, 1980). The 300- to 400-m-wide fault zone contains cataclastic and mylonitic rocks derived from Precambrian granulitic gneiss of the Oaxacan Complex and gneissic granitoids of the Acatlán Complex and is overlain unconformably by the Pennsylvanian Permian *Matzitzi* Formation. Basement rocks of the two terranes probably were sutured by the Middle Devonian, based on the syntectonic (?) intrusion of both terranes by the Early to Middle Devonian Esperanza granitoids, the Early to Middle

Devonian age of penetrative deformation and high-temperature metamorphism of the *Acatlán* Complex, and the presence of clasts derived from basement rocks of both terranes in the Upper Devonian *Tecomate* Formation of the *Mixteco* terrane (Ortega-Gutiérrez, 1981a, b; Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1990; Yañez and others, 1991).

The deposit of the lithostratigraphic units outcropping in the Geopark are related to two elements: the contact of two terranes (*Mixteco* and *Zapoteco*) and a basin built on top of them, known in the literature as Tlaxiaco Basin. Approximately 50 km (straight line) north of the Geopark, the *Caltepec* fault shows the tectonic contact between the two areas mentioned above (Elias *et al.*, 2005). Its trace, almost North-South, is interrupted near the Geopark, particularly by the existence of the Las Pilas fault, nearly East-West orientated. Santa María (2008, 2009) shows that the *Tamazulapam* Fault is possibly the continuation of the *Caltepec* Fault. On the other hand, Tlaxiaco Basin owes its origin to the dynamics of the Oaxaca Acatlán Block, the trace between *Mixteco* and *Zapoteco* terranes has been an area of weakness throughout geologic time, reactivating and changing the direction of its movement.

B1.2. Lithostratigraphic Units in the *Mixteca Alta* Aspiring Geopark (see figures 7 and 8).

Cretaceous System

- ***San Isidro* Formation (López-Ticha, 1970).**

Lithology. This unit comprises a sequence of sandstone, conglomerate, siltstone and shale (López-Ticha, 1970 in Santa María-Díaz *et al.*, 2006); the cluster is made up of gneiss and metamorphic quartz misclassified in sandy-clay matrix; meanwhile, it is quartz sandstone light green, thin to medium grain grading into a conglomerate and siltstone intercalation, shale brown, green bentonite, clay and limestone microdolomía at the top of the sequence (Ortega

González and Lambarria-Silva, 1991). In the region of *Tezoatlán*, this unit has been registered as litharenites volcanic lithic which are interbedded with conglomeratic sandstone and limolítica (Schulze-Schreiber, 1988).

This unit was deposited in an alluvial fan (López-Ticha, 1970 in Santamaría-Díaz *et al.*, 2006; Ortega-Gonzalez and Lambarria-Silva, 1991), under continental conditions as a result of the erosion of predominantly pyroclastic volcanic sequences (Schulze-Schreiber, 1988).

Paleontology. No fossil content has been reported.

Age. Initially this unit was considered Berriasian-Aptian due to its stratigraphic position (Lopez-Ticha, 1970 in Santamaría-Díaz *et al.*, 2008). But Schulze-Schreiber (1988) restricts their age to the Barremian-Aptian; it is underlying the *Teposcolula* Limestone.

- ***Teposcolula* Limestone** (Salas, 1949, in Ferrusquía, 1976)

The name *Teposcolula* comes from the San Pedro and San Pablo *Teposcolula* town, about 5 km east of the MAAG, the lower contact is not exposed and the upper one is an erosional unconformity; the total thickness of the *Teposcolula* Limestone is not known, however it is estimated to be 500 to 600 meters.

Lithology: The bulk of the limestone is a biomicrite, the texture is aphanocrystalline to fine crystalline with fossils, cream colored, weathers to light gray, partly recrystallized, massively stratified with beds up to one meter thick or slightly more, alternating with lighter beds that show microbanding or microbedding. Locally there is dark brown chert forming zones of ovoid nodules up to 30 cm long and lenses up to 30 cm thick, extending laterally a few hundred meters.

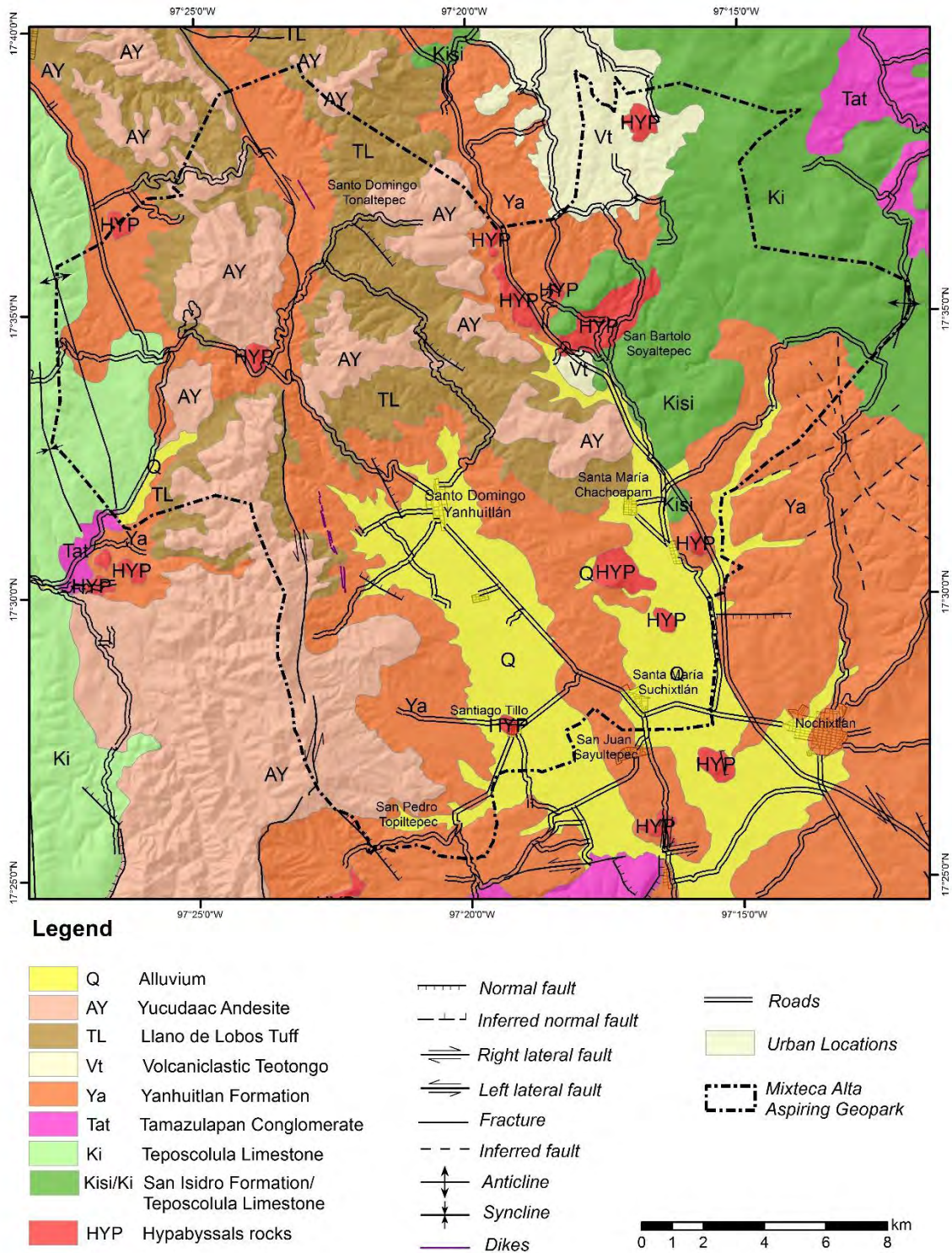


Figure 7. Lithostratigraphic units in the MAAG.

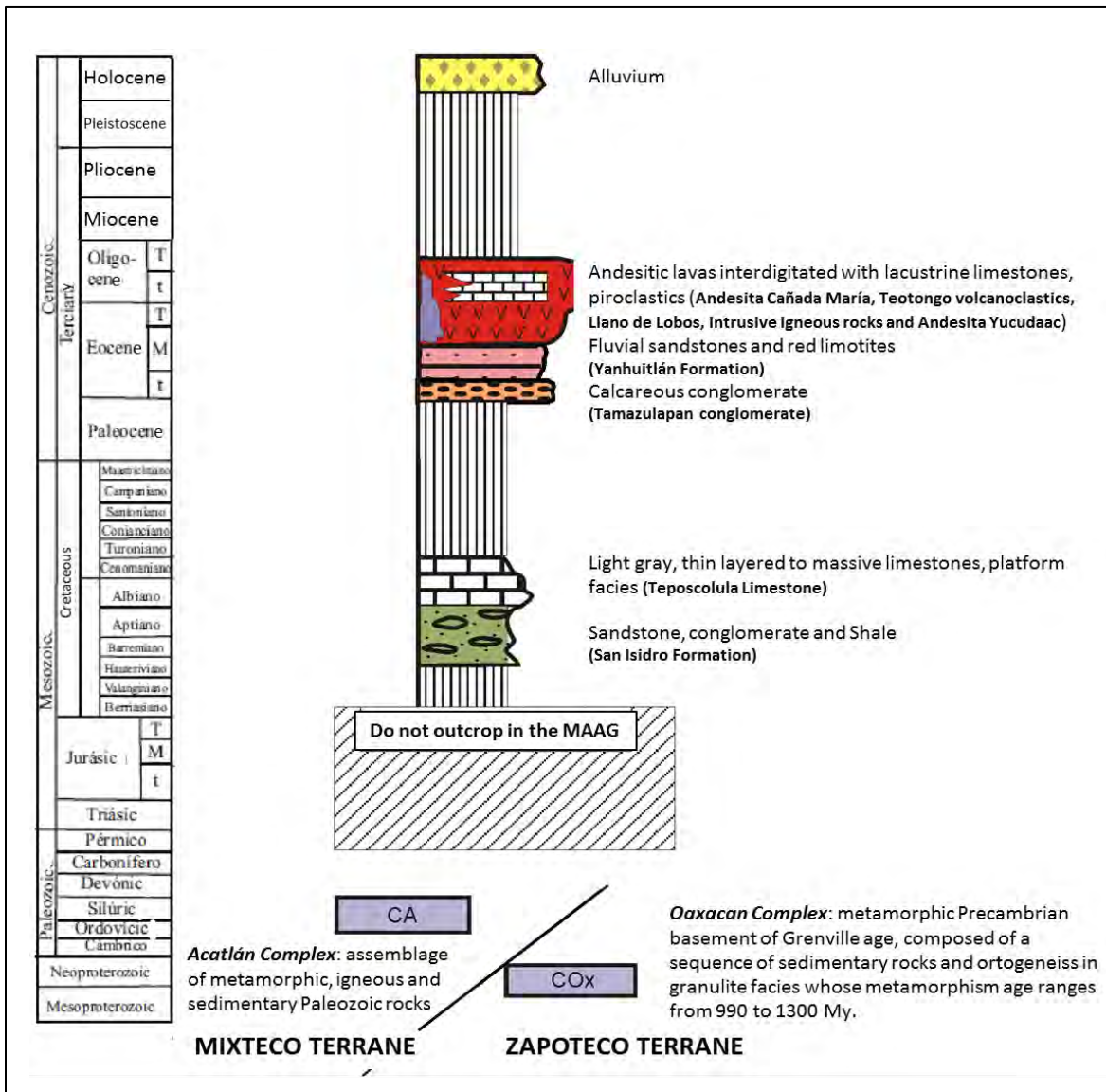


Figure 8. Lithostratigraphic column of the MAAG.

There are several lithologic varieties that represent subfacies; the first variety is a dominantly cream colors sparse biomicrite with aphanitic matrix. It makes up the bulk of the *Teposcolula* Limestone. Dark gray coloring is confined to the limestone near *Teotongo*; the most probable depositional environment for this kind of limestone is one of low energy, where calcareous ooze is deposited at a fairly rapid rate

and accumulates because no strong or persistent currents winnow it away. The light color indicates deposition in well oxygenated waters. The presence of pelagic foraminifera and the fact that the bulk of the limestone is a monotonous sequence of micrites indicate offshore deposition.

The second variety is packed, very fossiliferous, pelecypod biomicrudite, with aphanitic to fine crystalline matrix and abundant broken fragments of pelecypod shells and Inoceramus prisms, the environment of deposition most likely for this lithology is shallow, moderately agitated, nearshore marine water.

The third variety is pelmicrite, biopelmicrite, and pelletiferous biomicrite. Pelmicrite is the most abundant; it has an aphanitic to finely crystalline matrix with tiny pellets. The environment of deposition might have been transitional between shallow and deep water.

Fourth variety is a dolomitic micrite, in which the dolomite seems to have replaced secondary microspar. The recrystallization is not extensive and there are a few occurrences of sparse dismicrites. The environment of deposition seems to be one of deep water, and the incipient dolomitization and recrystallization indicate mild diagenetic secondary changes.

The fifth variety is an intraformational breccia, made up of limestone blocks cemented by sparry calcite with occasional occurrences of miliolids. The limestone body southeast of *Tamazulapam* and a few scattered outcrops in the southern portion of the area are the main occurrences of this lithology. The environment of deposition seems to be strongly agitated, shallow marine.

In conclusion, at least two contrasting environments, low and high energy, are represented in the *Teposcolula* Limestone; however, the conspicuous absence of oolites, the rather poor sorting and the abundance of micrites indicate a low to medium energy environment of deposition for the *Teposcolula* Limestone.

Structure: The *Teposcolula* Limestone is folded into anticlinoria and synclinoriums which folds trending north northwest-south southeast, plunge to the north and south. The dips on the flank are between 40 to 70°.

Stratigraphic relationships: The base of the *Teposcolula* Limestone was not found. The upper contact is an unconformity that separate it from the overlying Yucunama Formation, in some places an erosional and angular unconformity separates it from the *Tamazulapam* Conglomerate. *Yanhuitlán* Formation, or Quaternary alluvium.

Paleontology: Fossils are rather scarce in the *Teposcolula* Limestone; on the basis of the meager evidence, at least two communities, neritic and epipelagic, are represented here, thus supporting the conclusion stated before that two facies, shallow nearshore marine and offshore marine, are represented in the *Teposcolula* Limestone. The presence of the epipelagic forms can also be interpreted to indicate that the coastal marine water permitted the development of open ocean forms close to the coast.

Age: The age of this formation was originally assigned by Salas (1949) as late Jurassic. Ferrusquía Villafranca (1971, 1976) mentioned that the *Teposcolula* Limestone cannot be assigned a precise age for two reasons: a) It was not possible to identify most of the fossils to the species level and b) none of the fossils is an index for any of the Cretaceous stages, however, most of them are included within the Albian-Turonian-Coniacian Ages.

Tertiary System

- **Tamazulapam Conglomerate** (Ferrusquía Villafranca, 1970; 1971; 1976)

Tamazulapam Conglomerate is a massive bedded, cobble-pebble limestone conglomerate that crops out near the *Tamazulapam* town, the lower and upper contact are discordant, the lower one separates it from either the *Teposcolula* Limestone or the Yucunama Marl and the upper one from the Yanhuitla Formation. The total thickness is estimated to be 150 to 180 meters, (495 to 594 ft.).

Lithology: The *Tamazulapam* Conglomerate is an oligomictic conglomerate composed chiefly of limestone clastics with massive stratification. A megascopic examination indicates that most of the limestone clasts were derived from the *Teposcolula* Limestone. Petrographically, the rock is a cobble-pebble conglomerate, calcite cemented, immature to submature calcilithite. The limestone clasts may be as large as boulders, 60 cm in diameter, but cobbles and particularly pebbles are much more abundant. The limestone clasts may vary from subangular to rounded. The subangular fragments are restricted to local occurrences where the form breccias rather than conglomerates. Chert fragments are characteristically angular to subangular. The microbanded variety of limestone produced platy clasts. Most limestone pebbles show a thin coating of limestone or hematite and in one sample the pebbles show corroded surfaces, probably caused by subaerial weathering. The cement is sparry calcite, filling all the interstices. The sparry calcite varies from fine to coarsely crystalline. No fossils were observed in either the matrix or the cement.

Both the composition and the association of the conglomerate with the Cretaceous limestone indicate that the latter constitute the source for the conglomerate. The good state of preservation of most limestone clasts indicates little solution in the source area. This suggests an arid to semiarid climate or that the source area was close and the distance for transport was short. The *Tamazulapam* Conglomerate probably represents deposits of torrential floods rather than deposits of an integrated drainage system. The source area must have been of high relief, and was vigorously eroded, but most of the erosion products were laid down at the foot of the ranges. The structural geology of the source area indicates that its topography, shortly before the deposition of the *Tamazulapam* Conglomerate, was the result of folding, faulting, and uplifting.

Structure: The narrow belt of *Tamazulapam* Conglomerate strikes N. 25° W. and dips 20 to 30° toward the SW. For the most part, the structural attitude was horizontal or nearly so. No folds were observed, and the moderate dips observed are believed to be the result of tilting caused by faults.

Stratigraphic relationships: The lower contact is an angular unconformity that separates the *Tamazulapam* Conglomerate from the underlying *Teposcolula* Limestone or Yucunama Marl. The upper contact, also discordant, separates it from the overlying *Yanhuitlán* Formation or Quaternary deposits.

Paleontology: No fossils were found in this formations.

Age: The lack of fossils make it impossible to determine the age of this formation; however, the overlying *Yanhuitlán* Formation has been dated radiometrically as 49 million years. Therefore, the stratigraphic position of the *Tamazulapam* Conglomerate indicates that it is post-Maestrichtian and pre-late Eocene.

• ***Yanhuitlán* Formation**

The name of this geological formation is taken from *Santo Domingo Yanhuitlán* town. This formation is a sequence of poorly indurated, beige and red, fine to medium bedded (2 to 60 cm), rhythmically ordered montmorillonitic clays and subarkosic silts. It outcrops in the *Santo Domingo* Yanhuitlan Valley, it is overlain by the Llano de Lobos Tuff. The total estimated Thickness is 300 to 400 m. The name of this formation was originally proposed by Hisazumi (1932) to designate these red deposits in the *Mixteca Alta*.

Lithology: The *Yanhuitlán* Formation consists of rhythmically ordered beds of white, beige, and red silt and clay. Stratification is fine to medium. The beige-white beds are distinctly thinner (1 to

25 cm, but commonly 10 to 15 cm) than the red beds (30 cm to 5 m, but commonly 1 to 2 m). The red beds are about the times thicker than the immediately alternating beige ones. Both red and beige beds are similar petrographically. They are coarse silt-sized, immature, uncemented subarkoses. The beige beds are slightly coarser. The chief difference in composition is the presence of hematite, 4.38% FeO₃ in the red beds and 2.43% in the beige beds (Ferrusquía Villafranca, 1970; 1971; 1976).

Matrix makes up 30 to 50% of the sediment. It consists mostly of montmorillonite, illite, undetermined claysized fragments and aphanocrystalline calcite. Clastic grains make up 50 to 70% of the sediment. The size range is from medium silt to very fine sand, but most grains are coarse silt. Most grains are angular and a few subangular; the sorting of the clastic grains is good. The mineralogy of the grains is as follows: Quartz, 70 to 80%, the shape varies from nearly equidimensional to elongated bars and wedges. About one-third or two-fifths of all quartz grains are equidimensional. About 30% of the grains show strongly undulatory extinction, suggesting metamorphic origin. Feldspars, 8 to 10%, both alkali feldspar and plagioclase are present. Most feldspar grains are severely altered. Glass shards and glass fragments, 5 to 10%, all are devitrified, some are large and have preserved their original shape. Calcite, 2 to 3% Individual subhedral calcite grains seem to be secondary. Opaque minerals, 2 to 4% Mostly hematite and subordinate amounts of magnetite and limonite. Heavy minerals, less than 1% (Ferrusquía Villafranca, 1970; 1971; 1976).

The foregoing paragraphs indicate that the source area must have been the metamorphic rocks of the Oaxaca Basement Complex. The fact that the feldspars are altered and that montmorillonite indicates that the source area was sparsely covered by vegetation. The presence of glass shards indicates a subordinate penecontemporaneous volcanic activity. A chemical analysis of the terra rossa deposits in

the area is very similar to a chemical analysis of *Yanhuitlán* formation, the clay in both samples is montmorillonite, it is suggested that terra rossa sediments, resulting from extreme weathering of limestone under tropical conditions, contributed also to the genesis of the *Yanhuitlán* Formation. The distance of transport was probably moderate, considering that at the present the closest basement complex outcrop is that at *Santiago Ixtaltepec*, about 22 km east of *Yanhuitlán*.

The depositional area was probably a basin with a shallow lake. The muddy bottom was exposed periodically to subaerial oxidation producing the red beds, during times of flooding reduction took place. The presence of decayed organic detritus may have produced the beige beds. The considerable thickness of the *Yanhuitlán* Formation indicates simultaneous subsidence of the basin (Ferrusquía Villafranca, 1970; 1971; 1976).

Structure: The *Yanhuitlán* Formation is mostly horizontal, it presents a small syncline, oriented nearly east-west with a dip 10 to 15°, in other places where the beds are not horizontal, the dip was caused by faults or is associated with intrusive bodies. A noticeable change in color from brick-red to purple-red was caused by the contact metamorphism of the intrusive bodies.

Stratigraphic relationships: The upper contact is conformably overlain by the Llano de Lobos Tuff, in other areas the *Yanhuitlán* Formation is unconformably overlain by andesite lava flows or Quaternary alluvium.

Paleontology: No fossils were found in this formation; even pollen analysis was negative (Schlaepfer, 1970a, b).

Age: Based of radiometric dating, the age of this formation is late Paleocene to middle Eocene.

• **Volcanoclastic *Teotongo*.**

This unit was described by Santamaría *et al.* (2009), although is not officially recognized yet. Martiny *et al.* (2000), identified an interbedded sequence of volcanic and epiclastic deposits in a fluvial-lacustrine environment. These deposits consist of interbedded lithic tuffs and sandstones 300 m thick. Their age is derived from the stratigraphic position, they overlay the *Yanhuitlán* Formation and underlain the Llano de Lobos Tuff (26.2 My). The unit outcrops to the central north portion of the MAAG area.

• **Llano de Lobos Tuff**

This unit is a sequence of tuffs and tuffaceous sandstones, predominantly pink, but ranging to beige, pale green, brown, and gray; rhyodacitic to andesitic in composition; predominantly vitric in texture; unwelded to slightly welded ash flow tuff and interbedded water-laid sandstones and siltstones of arkosic composition. This formation concordantly overlain by the Cerro Verde tuff and discordantly overlain by lava flows of the *Yucudaac* Andesite. The Llano de Lobos Tuff is estimated to be 300 to 350 m (1,000 to 1,175 ft) thick. The indurated portions of this formation have produced mesas (Ferrusquía Villafranca, 1971).

Lithology: The unit is a series of tuffs with a composition that ranges from rhyolitic to andesitic, but most rocks are rhyodacitic and andesitic. The texture is vitroclastic, the rock consists of lithic fragments, crystals, glass shards, and matrix. Andesite and pumice fragments are recognizable. The andesitic fragments are actually hyalo-andesite because of the large amount of glass present. They vary from ash to lapilli size. The latter are the most common. In some areas ash-size andesite fragments are the most abundant component of the tuff, and give it a brown or dark gray appearance. The pumice fragments also vary from ash to lapilli size. The former is the most common. They show a characteristic fibrous structure and are fresh for the most part, but show narrow rims of

devitrified glass (Ferrusquía Villafranca, 1971; 1976).

Crystals of plagioclase, alkali feldspar, quartz, biotite, chlorite, hornblende, clinopyroxenes, magnetite, hematite and goethite are present. The pyroclastics are set in a matrix of glassy to cryptocrystalline material, partly devitrified, and have an index of refraction lower than that of Canada balsam.

Minute specks of hematite, limonite, and goethite stain the matrix and are responsible for the pink color of the tuff. Absence of the iron-bearing minerals gives a paler shade to the tuff. In places where the volcanic ash fell on water, calcium carbonate is an important component of the matrix. Also, chlorite and celadonite seem to represent the alteration products of mafic material under hydrous conditions, particularly when associated with heavily altered feldspars.

The tuffs are massively bedded and only occasionally show graded bedding. Interbedded with the tuffs are zones of siltstones, sandstones, volcanenites, and redeposited tuff. Planar cross bedding represents deposition in stream channels. Some primary tuffs are altered to a sandy looking material.

Another lithologic variety is a green, very friable, silty clay composed of silt-sized, virtually fresh glass shards, heavily altered feldspar crystals, and clear euhedral beta quartz embedded in a matrix of devitrified and altered volcanic dust, and chlorite pellets and fibers (Ferrusquía Villafranca, 1971).

Structure: The Llano de Lobos Tuff has an almost horizontal attitude and only shows dips if associated with faults.

Stratigraphic relationships: The Llano de Lobos Tuff conformably overlies the *Yanhuitlán* Formation. The contact is clear, but not sharp, because of the megascopic resemblance between the two units. In the Cerro Verde area, Llano de Lobos is concordantly overlain by andesitic lava

flows. Both the andesitic flows and the Llano de Lobos Tuff crop out extensively in the *Mixteca*, and the stratigraphic relationships between them are as described.

Paleontology: No fossils were found in this Formation.

Age: The lack of fossils made an age assignment more specific than Tertiary unjustified. The radiometric dating it yielded an age by potassium/argon method of 26 million years; latest Oligocene or earlier Miocene (Ferrusquía Villafranca, 1971).

• Intrusive igneous rocks

Definition. The intrusive rocks are the least abundant ones in the area. They occur as small hypabyssal bodies emplaced in Tertiary rocks and have similar lithology. There are described by Ferrusquía (1970) as the Suchixtlahuaca Intrusive Andesite.

Lithology. The rock is similar megascopically regardless of the kind of intrusive body it forms. The color of the dry rock is dark brown with greenish tint and presence of small amounts of serpentine. Most of the rock samples analyzed by Ferrusquía (1971) are holocrystalline porphyritic to microporphyritic. The most common phenocrystals are zoned plagioclase, pigeonite, augite, oxyhornblende and olivine.

Structure. Several intrusive bodies have been described (Sills, plugs or necks, laccoliths and dikes; Ferrusquía, 1971). Dikes are predominant in the area. These vary from a few meters to 600 or 700 meters long. Ferrusquía (1970) reports a number of dikes mainly oriented NW-SE. Most dikes have contraction joints normal to the sides. They cut the *Yanhuitlán* Formation and the contacts are marked by baked zones 3 to 6 meters wide which have a deep purple –red color- Petrographically the rocks are microcrystalline microporphyritic to hyalopilitic in texture and hyaloclinopyroxene andesite in

composition. Other intrusions are spread in the area, generally with a limited extension.

• *Yucudaac* Andesite

This unit is a sequence of dark gray to black, microporphyritic, trachytic clinopyroxene-andesite lava flows that unconformably overlie the Llano de Lobos Tuff, Cerro Verde Tuff or *Yanhuitlán* Formation. They form isolated mountains with steep relief. This formation constitutes the higher part of the volcanic mountains. The total thickness is estimated to be 500 m (1,650 ft). The formation is named after the Yucudaac Hill.

Lithology: the lithology is characteristically uniform. Fresh samples are dark gray to black, faint pale green, or light gray. Weathered samples are light gray to reddish. In some, the red staining is not uniformly distributed, but forms a loose network pattern, most samples are aphanitic.

Most samples are merocrystalline and microporphyritic. The commonest phenocrysts are zoned plagioclase, oxyhornblende, iddingsite, and clinopyroxene. About 10% of the samples are pyroclastic, approximately 21% of the samples show a hyalopilitic texture, and 40% show a very well defined trachytic texture, 13% of the samples show a trachytic-lensoid texture.

The mineralogical composition of the rock unit is intermediate. About 60% of the samples have 12.5% or more of glass or optically indeterminate groundmass. Most of the unit is a light andesite. The difference between light andesite and andesite is the color index, which is less than 20 in the light variety and greater than 20 in the other. About 75% of the samples have clinopyroxenes as essential minerals. About 10% of the samples have oxyhornblende alone or with subordinate amounts of clinopyroxene as essential mafics. About 7% have clinopyroxenes and olivine as essential mafics.

The composition and description of an average sample is as follows: plagioclase, 75%; alkali feldspar and quartz, 5%; essential mafic minerals, 15%; accessory mafic minerals, 5%; iron, 3%; and matrix or groundmass, 10% (Ferrusquía Villafranca, 1976).

Structure: The *Yucudaac* Andesite shows a fracture system whose preferential orientation directions are N. 60° E. and N. 60 to 70° W.; the convergence angles are about 60° and 120° respectively.

Stratigraphic relationships: The *Yucudaac* Andesite unconformably overlies the Llano de Lobos Tuff, the Cerro Verde Tuff, or *Yanhuitlán* Formation. It protects large areas of these formations from erosion, and forms mountains with relief of 1,000 m (3, 300 ft). Only half or less of the mountain height consists of the *Yucudaac* Andesite. Andesite is not one thick lava flow, but rather a succession of flows.

Age: The precise age of the *Yucudaac* Andesite is unknown, radiometric dating by the potassium/argon is 28 million years; late Oligocene (Ferrusquía Villafranca, 1976).

Holocene

During the Holocene, sediments filled the valley floors. These sand, clay or gravel materials, usually remobilized from the older units, have clear expression along the *Yanhuitlán*, Yucuita and Nochixtlán valleys. Intense erosion derived from farming practices during the last four thousand years favored by the fragility of some geologic units (particularly the *Yanhuitlán* Formation) resulted in a clear expression of the

landscape, characteristic of the *Mixteca Alta* region.

These deposits have been studied for paleo environmental reconstruction of the late post-glacial period (Mueller *et al.* 2012).

B2. Listing and description of geological sites within the proposed Geopark

A qualitative assessment based on previous methodologies (Garcia-Cortéz & Carcavilla-Urquí, 2009; Brilha, 2015) was performed for the selection of the MAAG geosites. The inventory was focused on the scientific, educational and geoturistic values, taking into consideration the following criteria: representativeness, key-location, rarity, geological diversity, integrity, and scientific knowledge.

According to the main theme of the Geopark (erosion, culture and geoheritage), many of the selected geosites are related to erosional-depositional processes and landforms associated with the millenary intensive use of land for farming purposes. A number of geosites were selected to explain these links, including: gullies and badlands, mass wasting features, *lamabordos* and palaeosols. Other geosites include geological contacts, plutonic and tectonic structures (dikes and sills, faults) and spheroidal weathering in outcrops.

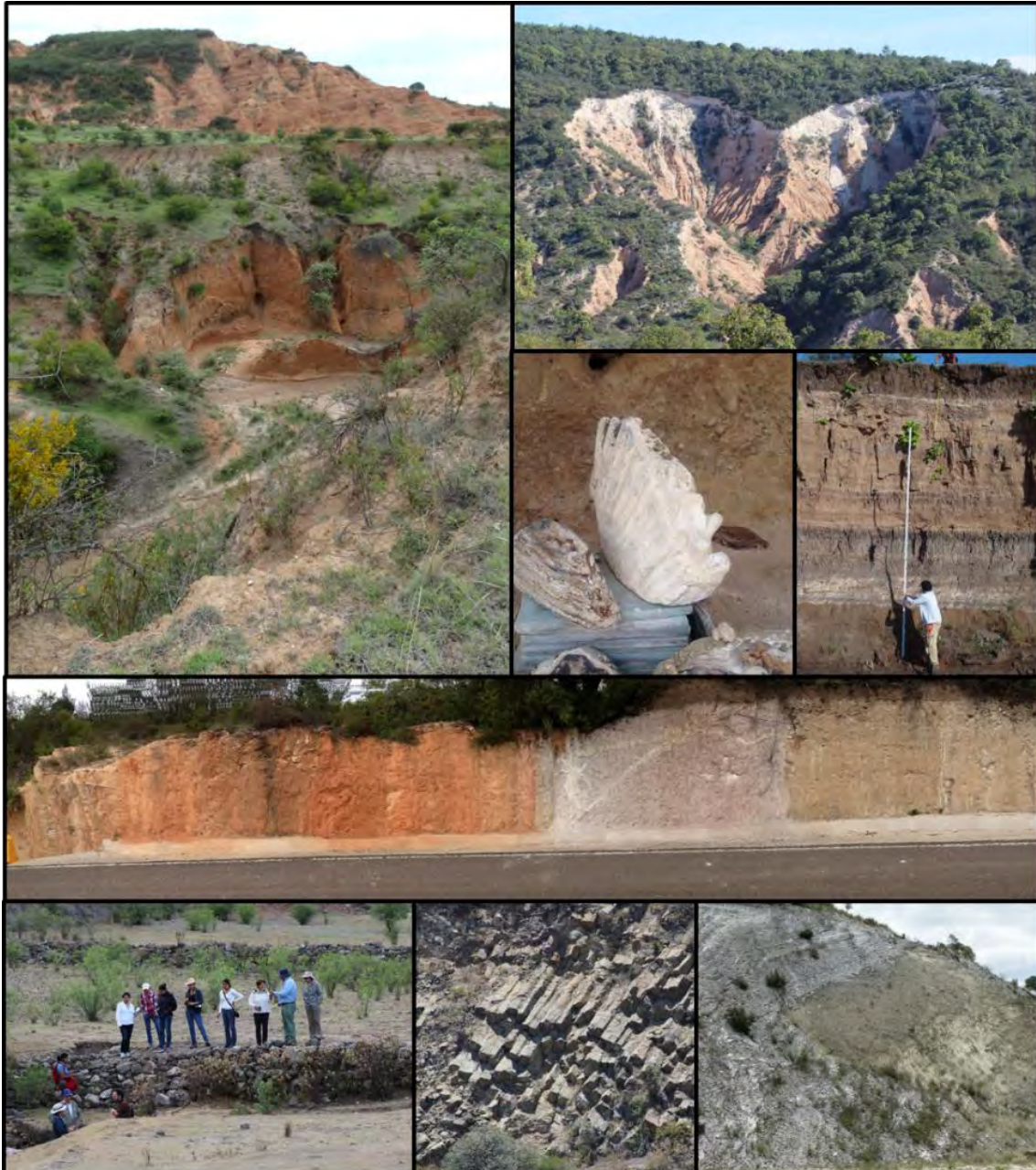
A total of 35 geosites have been identified (see figure 9 and table 5); anyhow, the number of sites of interest is expected to grow. Based on their characteristics, location, accessibility, representativeness and exemplarity, ten geotrails have been designed for educational and geoturistic purposes.

Ref	Geosites	Main geological/geomorphological processes and features
1	Viewpoint <i>Los Dos corazones</i>	Mass wasting, erosion cirques, gullies and <i>lamabordos</i>
2	Viewpoint <i>Sta. María Pozoltepec</i>	Lithological contacts of main geological formations
3	<i>Sta. María Pozoltepec</i> waterfalls	Dikes, contact metamorphism, structural river control

4	Viewpoint <i>Vista Hermosa</i>	Badlands, dikes, broad contact of physiographic provinces
5	<i>Yucudaac</i> Andesite	Lithological contacts and exposures of main geological formations
6	<i>Yucuita</i> Landslides	Mass wasting, landslides and <i>lamabordos</i>
7	Viewpoint of the Nochixtlán and <i>Yanhuitlán</i> valleys	Gullies, badlands, regional faults and <i>lamabordo</i> systems
8	<i>Yanhuitlán</i> river	Alluvial archives and palaeosols
9	Las Conchas site	Mass wasting, erosion cirques, gullies and <i>lamabordos</i>
10	Viewpoint <i>Las Conchas</i>	Gullies, badlands, regional faults, exo karstic features and <i>lamabordo</i> systems
11	<i>Peña azul</i> prismatic structures	Lava structures, waterfalls
12	<i>San Pedro Añañe</i> dikes	Dikes and sills exposed by differential erosion, gullies, badlands, regional faults and <i>lamabordo</i> systems
13	<i>Yanhuitlán</i> river alluvial archives	Alluvial archives, palaeosols and <i>lamabordos</i>
14	<i>Río Verde</i> site	Lithological contacts of main geological formations, tectonics, main regional faults
15	Viewpoint <i>Yanhuitlán</i> valley	Mass wasting, erosion cirques, gullies and badlands, <i>lamabordo</i> systems
16	<i>Yudayo</i> site	Eroded <i>lamabordos</i> and exposures of alluvial deposits
17	<i>San Isidro</i> and <i>Suchixtlahuaca</i> site	Lithological contacts of main geological formations and intrusive bodies
18	<i>Boquerón</i> site	Mass wasting, erosion cirques, gullies and <i>lamabordos</i>
19	<i>Yuxacino</i> site	Paleontological (mammoth), alluvial deposits
20	Viewpoint <i>Tonaltepec</i>	Gullies, badlands, regional faults and <i>lamabordo</i> systems
21	<i>Cerro del Sol</i> (Yucunchi)	Lithological contacts of main geological formations tectonism, regional faults.
22	<i>Cerro Verde</i>	Highest elevation in the region, continental water divide
23	<i>Dequenini</i> site	Lithological contacts of main geological formations
24	<i>Río del Águila</i> site	Lithological contacts of main geological formations, fluvial forms and tectonics
25	<i>Yutzateche</i> river	Lithological contacts of geological formations at the base of the stratigraphic column (Cretaceous-Paleogen)
26	<i>Yutoto</i> site	Endo and exo karstic and fluvial features
27	<i>Agencia Guadalupe Gavillera</i> site	Karst features: lapiaz, caves. Cretaceous fossils.
28	Quarry (limestone)	Limestone exposures
29	Viewpoint <i>San Isidro Tejocotal</i>	View of the main three valleys: <i>Yanhuitlán</i> , <i>Yucuita</i> and <i>Nochixtlán</i> and main geomorphological units.
30	Quarry (marble)	Abandoned quarry, marble blocks and exposures
31	<i>La Laguna</i> site	Karstic features: lapiaz, caves, <i>terra rossa</i> deposits
32	<i>Yutzateche</i> site	Lava structures

33	<i>Yucudaac</i> site	Outstanding examples of spheroidal weathering on andesite outcrops
34	<i>Cerro Corneta</i> site	Mass wasting, erosion cirques, gullies and <i>lamabordos</i>
35	<i>Caballo Blanco</i> site	Mass wasting, erosion cirques, gullies and <i>lamabordos</i>

Table 5. Geosites and main geological and geomorphological features.



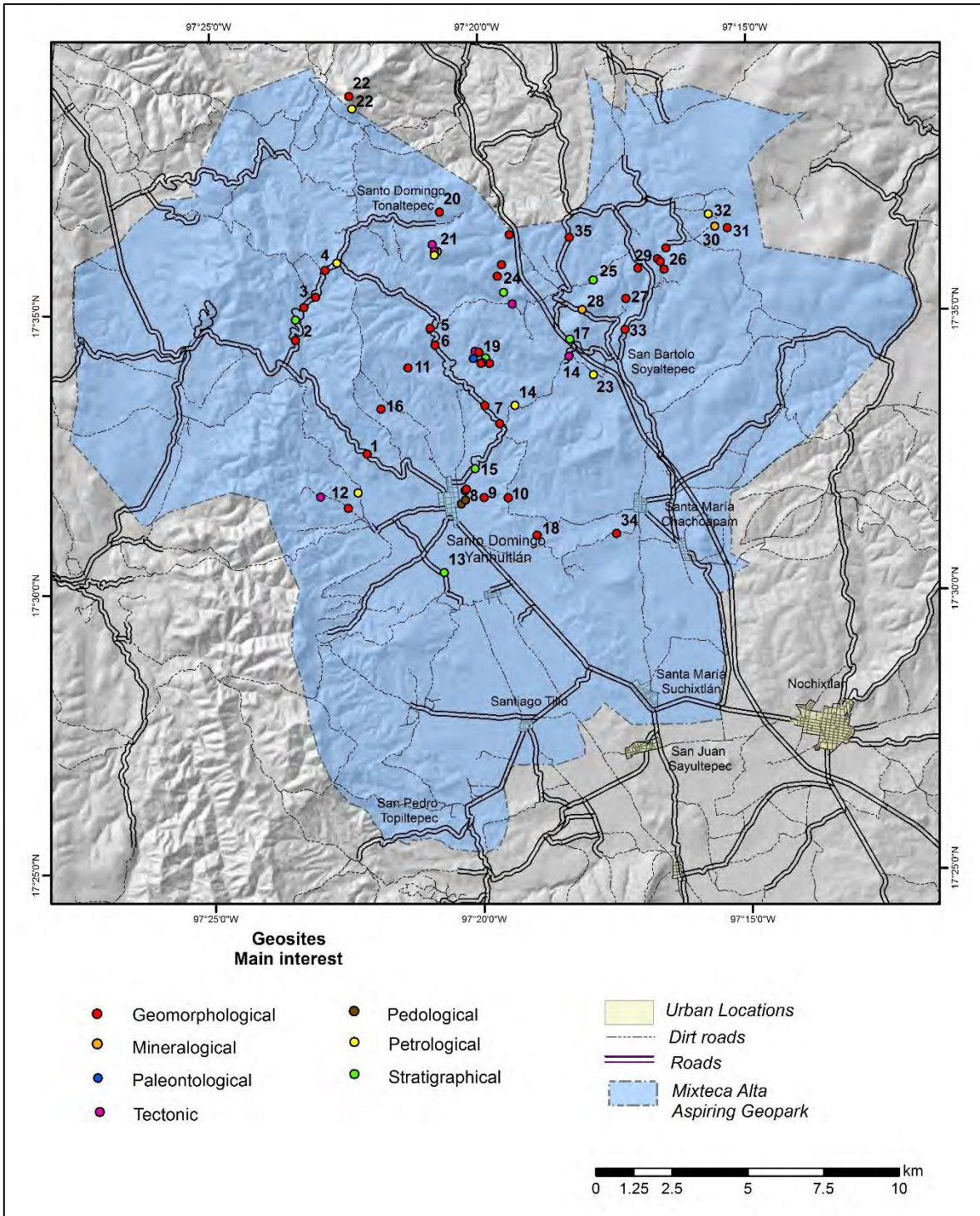


Figure 9. Location of geosites within the MAAG.

B3. Details on the interest of these sites in terms of their international, national, regional or local value

The interest on the territory where the MAAG is located is backed by an extensive international literature. Anyhow, due to its geological complexity, many questions are still to be answered.

As already explained, the inventory of geosites in the MAAG was based on the scientific value, but their value also derive from the unique relation to society along four thousand years. The sites of interest are continuously evaluated with respect to their potential educational and tourism use. However, based on criteria such as scenery, accessibility, and interpretation potential, several geosites were already selected to be used in the geopark's geotourism strategy and are included in the geotrails (see figure 9). Most of the sites stand out for their relation between geology and cultural, economic, archaeological, historical and/or aesthetic values.



From the geological point of view, some nearby geosites are considered for specialized groups. Although these sites are not strictly part of the MAAG, they are easily accessible and correspond to geological type localities where geological formations were defined and, in particular, a site

where the *Mixteco* and *Zapoteco* terranes outcrop (approximately 50 km -straight line-north of the MAAG), where the *Caltepec* fault shows the tectonic contact between the two Paleozoic terranes mentioned above.



From the National and Regional perspectives, the *Mixteca Alta* is one of the most eroded areas and has some of the most important traces of Mesoamerican culture. As mentioned before, the relation of erosion and human presence represents a scientific outreach opportunity to transmit the importance of the concepts of Geoconservation to the general and specialized public and so is shown in the MAAG motto: erosion, culture and geoheritage.





Dikes intruding the Yanhuítlán Formation and extensive badlands



Regional faults north of the MAAG; boundary between Mixteco and Zapoteco terranes.

B4. Listing and description of other sites of natural, cultural and intangible interest and how they are related to the geological sites and how they are integrated into the proposed Geopark

As mentioned before the territory have some of the most important traces of Mesoamerican Mixteca culture. From the scientific and pedagogical point of view, the study area provides with examples of the relationship between outstanding archaeological and historic sites and the environment, and has high potential to promote Earth Sciences, particularly geology and geomorphology, by emphasizing their importance and relationship to society.

The *Cerro Negro-Yucaño* (RPT 125), a priority terrestrial region for the conservation of biodiversity in Mexico, is important for the presence of well-preserved high diversity oak and pine-oak forests (with some old individuals of

about 500 years old) and local wild life (medium and small size mammals, birds, reptiles, amphibians and insects). The *Mixteca Alta* is known to have the highest biodiversity in amphibians and endemic cacti worldwide.

This natural heritage permit several recreational activities like hiking, cycling, bird watching, photographic mushroom safari, collection of medicinal plants and edible insects, and other activities like stargazing and horse riding. This natural resources allow guests to have a privileged contact with the high biological richness and landscape of the area. Several paths of natural heritage complementing geotrails are well marked with signs of guidance and information panels (see table 7).

Rocks, lithological contacts, structures, processes and landforms are part of the geodiversity of MAAG that are related with biodiversity features.

Site of natural heritage	Description
<i>Río del Águila</i>	Besides its scenic beauty, the importance of this site resides on its function as a biological corridor connecting remnant patches of vegetation with a great biodiversity of flora and fauna; in addition they providing various environmental services (water catchment , soil protection, among others)
<i>Cerro Negro-Yucaño</i> , land priority region for the conservation of biodiversity in Mexico	The site is important because of its oak and oak-pine forests that contribute to water harvesting, provide various environmental services and are one of the largest patches that still prevail in the mountains of the <i>Mixteca</i>
<i>Yucudahuico hill</i>	This site is interesting because the distribution and species of cacti change significantly in relation to the geological substrate.
<i>Ethnobotanical Project</i>	The municipality of San Pedro Topiltepec develops a project to recover the ethnobotanical knowledge of medicinal plants in the <i>Mixteca Alta</i> .
<i>Cerro Verde</i>	The summit of Cerro Verde is covered by well preserved oak and pine-oak forests with different species of orchids.
<i>Cerro del Sol</i>	It is a good example of a successful reforestation program.
<i>Cerro de La Cruz</i>	There is a trail designed for nature tourism, mainly showing the endemic flora of the region, one of the best preserved areas.

Table 7. Site of natural (non-geological) interest within the MAAG.

Within the MAAG territory there are dozens of churches, shrines and temples (18 registered in the *Sistema Único de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas*). The most important one is the *Santo Domingo Yanhuitlán* church and convent, an outstanding historical Dominican monument of the XVI century. Some examples of civil architecture are vernacular constructions such as “Casa del cacique” and other pre-Hispanic houses made with *adobe* (see table 8).

In the MAAG territory there are 158 registered archaeological sites representing various periods (Pre-Classic, Classic, Post-Classic) and different cultures (*Chocholteca, Mixteca, Zapoteca*). The most relevant sites are listed in table 9.

Besides the listed sites, hundreds of *lamabordos* scattered throughout the territory represent the most outstanding cultural features where the relationship between geology, geological processes (erosion/deposition) and culture is clearly evident.

Site of historical heritage	Descripción
Ex Convent and Temple of <i>Santo Domingo Yanhuitlán</i>	The convent is part of Dominican Route, built in the 16 th Century on top of a pre-Hispanic shrine. The main temple consist on one hall, and a west-facing facade of extreme simplicity, a fact that contrasts with the elegance of the cloister and the rich decoration inside the church
<i>San Bartolo Soyaltepec</i> Temple	Like so many of the baroque Dominican churches built in the <i>Mixteca</i> region during the 17th and 18th centuries, San Bartolo’s stone façade reflects elements of Spanish architecture of the period in combination with masterful usage of local traditional materials and craftsmanship..
<i>San Juan Teposcolula</i> Convent	The convent complex of San Pedro y San Pablo has an outstanding collection of architecture and sculpture, as well as a very large open-air Renaissance-style chapel, considered one of the most beautiful in Mexico.
<i>Calvario</i> chapel	Many churches and chapels were built during colonial times, each of them having a very particular style, depending on location and materials arranged for its construction.
<i>San Juan Bautista</i> Temple	
<i>San Mateo Apostol</i> Temple	
<i>Virgen de la Natividad</i> Temple	
<i>Santiago Apostol</i> Temple	
<i>Santa María Pozoltepec</i> Temple	
<i>San Mateo Coyotepec</i> Temple	
<i>Santa Maria Chachoapam</i> Temple	
<i>Yanhuitlán</i> City Hall	Several government buildings were built in the 19 th century, having an interesting architectonic style
<i>San Juan Yucuita</i> City Hall	
<i>Chachoapam</i> City Hall	
<i>S.D. Tonaltepec</i> City Hall	
Aqueduct	Built to provide <i>Yanhuitlán</i> with water in the 19 th Century, it is more than 5 km long, archs and water boxes are well preserved.

Table 8. Main sites of cultural interest within the MAAG



Church and Convents of Santo Domingo Yanhuitlán, XVIth century.

Archaeological sites	Description
<i>Cerro Jazmín</i>	One of the four most important archaeological sites in the <i>Mixteca</i> Region. In the upper part major structures can be found: <i>plazas</i> , <i>patios</i> , walls, floors, which is the residential and ceremonial area where the leading representatives of indigenous descent settled. Human occupation corresponds from the Classic to Post Classic period.
<i>Yucuita</i>	It was founded by the Mixtec during the Preclassic Period as a small village engaged in agriculture and trade in obsidian. Yucuita is one of the most studied archaeological sites related to the Mixtec culture.
<i>Yucunundahui</i>	This site is a contemporary site to Cerro Jazmin. It flourished between 200 to 700 AD. Several large mounds and <i>plazas</i> , a ball game, two large tombs, and other elements distributed along the crest of the hill; a deposit of flintstone is nearby the area.
<i>Cerro Verde</i>	Archaeological site located on top of <i>Cerro Verde</i> , also known as <i>Nudo Mixteco</i> , it is the border with the <i>Chocholteca Mixteca</i> region of possible occupation during the Classic Toltec period
<i>Lomas Ayuxi</i>	Northeast of <i>Yanhuitlán</i> , it was a satellite city of royal residence, evidence of walls and foundation structures and several pottery fragments..
<i>Las Conchas</i>	Archaeological evidence indicates a high density population, postsherds from Nativity phase are common (1000 d. 1500 AD; Post-Classic period). Many figures carved in stone, flint, <i>metates</i> , obsidian artifacts.

Table 9. Main sites of pre-Hispanic archaeological interest within the MAAG.



General view of the Cerro Jazmín Archaeological site (source: Google Earth).



Community Museum, Santo Domingo Yanhuitlán.



C. Geoconservation

C. Geoconservation

C1. Current or potential pressure on the proposed Geopark

A vulnerability assessment of the 35 geosites was done based on the following criteria: fragility of the geological elements (weight 70%), proximity to threatening activities (weight 15%), and accessibility (weight 15%). Results show that 16 geosites are highly vulnerable, 16 are medium and

3 have low vulnerability (see table 6). The characterization of the geosites also describes the conservation status and intervention proposals to conserve and manage these priority geosites.

Ref	Geosite	Score	Vulnerability
34	<i>Cerro Corneta</i> site	93.7	High
35	<i>Caballo Blanco</i> site	93.7	
23	<i>Dequenini</i> site	92.3	
14	<i>Río Verde</i> site	90.2	
9	<i>Las Conchas</i> site	88.3	
10	Viewpoint <i>Las Conchas</i>	88.3	
15	Viewpoint <i>Yanhuitlán</i> valley	86.9	
3	<i>Sta. María Pozoltepec</i> waterfalls	85.3	
18	<i>Boquerón</i> site	83.6	
2	Viewpoint <i>Sta. María Pozoltepec</i>	80.8	
19	<i>Yuxacino</i> site	78.75	
17	<i>San Isidro</i> and <i>Suchixtlahuaca</i> site	77.6	
27	<i>Agencia Guadalupe Gavillera</i> site	75.9	
1	Viewpoint <i>Los dos corazones</i>	74.75	
4	Viewpoint <i>Vista Hermosa</i>	74.75	
28	Quarry (limestone)	73.6	
7	Viewpoint of the <i>Nochixtlán</i> and <i>Yanhuitlán</i> valleys	71.75	
5	<i>Yucudaac</i> Andesite	69.2	
20	Viewpoint <i>Tonaltepec</i>	68.45	
24	<i>Río del Águila</i> site	68	
32	<i>Yutzateche</i> site	67.1	
21	<i>Cerro del Sol</i> (Yucunchi)	62.85	
22	<i>Cerro Verde</i>	61.7	
12	<i>San Pedro Añañe</i> dikes	60.3	
6	<i>Yucuita</i> Landslides	57	
29	Viewpoint <i>San Isidro Tejocotal</i>	53.1	

33	Yucudaac site	52.6	
8	Yanhuitlán river	51	
16	Yudayo site	49.1	
31	La Laguna site	46.3	
11	Peña azul prismatic structures	43.5	
13	Yanhuitlán river alluvial archives	40	
25	Yutzateche river	32.75	Low
26	Yutoto site	31.35	
30	Quarry (marble)	25.5	

Table 6. Vulnerability assessment of geosites within the MAAG.

C2. Current status in terms of protection of geological sites within the proposed Geopark

All municipalities have developed planning strategies through participatory processes; these tools include Municipality Programs for Sustainable Rural Development that are used to guide regional development and the well-being of the population within a framework of sustainable growth, seeking to combine economic activities and basic needs of the communities with the management and conservation of natural resources that make up the municipal territory. These instruments are supported by legislation and regulations, whose legal base is the Law for Sustainable Rural Development, based on the *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (National Constitution) and the Municipality Organic Law of the State of Oaxaca.

At the regional level, the eastern sector (Municipalities of *San Bartolo Soyaltepec, San Juan Teposcolula, San Pedro Topiltepec, Santo Domingo Tonaltepec, Santo Domingo Yanhuitlán*) is part of the Terrestrial Priority Region for the Conservation of Biodiversity in Mexico, known as the *Cerro Negro-Yucaño Region* (RPT 125, Arriaga *et al.*, 2000; see figure 10). The region is important because of its oak and pine-oak forests, which provide with various environmental services and make up one of the largest well preserved patches of natural vegetation in the *Mixteca* region (Arriaga *et al.*, 2000).

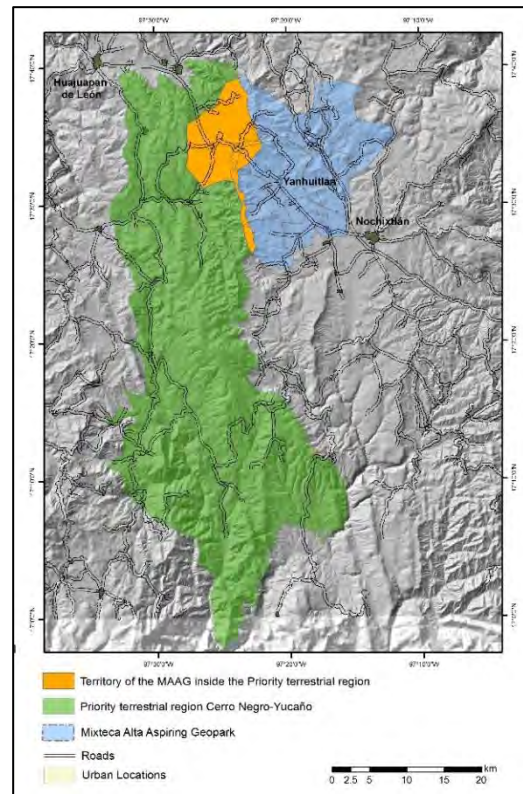


Figure 10. Terrestrial Priority Region for the Conservation of Biodiversity in Mexico.

As mentioned before, the municipalities are ruled by General Assemblies through which agreements are reached and implemented.

Among the local population, there is a clear awareness of the importance of nature protection. In the Geopark context, strategies for protecting relevant geo features have been issued and documented. The prohibition of grazing in common lands in order to avoid further soil deterioration, contamination of water bodies and deforestation, waste management and recycling, among other actions, have been implemented since 2008.

- Vigilance and care of historical and archaeological monuments
- Monitoring, care and maintenance of roads (highways and dirt roads)
- Activities such as reforestation, maintenance of signaling, attention to visitors, guide for tours in the Geopark, etc.
- Cleaning, waste collection and recycling
- Transportation



Advertisement on preventing the misuse of forest resources issued by the local authorities

The committees are appointed by the authorities and hold their respective offices three years, renewable.

The nine municipalities of the MAAG have surveillance committees integrated by two authorities (municipal and communal) and vigilance committees to conduct regular inspections on the main geosites and other sites of interest (natural and cultural). In many cases, maintenance (road repairing, cleaning and other promotion actions) are carried out through *tequio* (voluntary work). These activities are scheduled on a specific time basis or may be organized for specific purposes any time when needed.

C3. Data on the management and maintenance of all heritage sites (geological and non-geological)

The forms of organization of the municipalities that make up the Geopark include the Commissariats of Communal Goods composed of representatives elected by the people and that last three years in office. One of the main functions of the Commissariats is the care and conservation of natural and cultural resources in their respective territories. Thus, all the geological sites, as well as natural sites (non-geological) and cultural sites are under the shelter and protection of the communities.



Reforestation *tequio*

The Commissariats of Communal Goods, along with the mayors of each Municipality are mandated to appoint committees to perform specific tasks, which are, among others, the following:

General Assemblies are convened at least once a month. Issues related to the Geopark are part of the regular agenda.

- Surveillance of the territory in general



General Assembly at the Visitors Centre



D. Economic Activity & Business Plan

D. Economic Activity & Business Plan

D1. Economic activity in the proposed Geopark

According to the 2010 National Census, most of the economically active population in the MAAG is employed in the primary sector (agriculture and forestry, 47%), while the remainder is distributed in the secondary (20%) and tertiary (commerce and services, 33%) sectors. Agriculture is, in general, complementary to other activities and is mainly for self consumption. Productivity is generally limited due to low fertility of soils and lack of irrigation, depending in most cases on rains. The secondary sector includes mining, construction and manufacturing, and the tertiary sector is represented by transportation services and commerce, mainly in the main towns.



Dominican Church and Convent (16th Century) in Yanhuitlán

The *Mixteca Alta* region is a popular touristic destination for Mexicans and foreigners. Tourism is based on extraordinary attractions including pre-Hispanic, Hispanic and contemporary sites.

The MAAG is rich in archaeological sites. Spores (1969) reports 111 sites in the territory of the Aspiring Geopark, 76 of which were intensely occupied. These sites contain abundant remains that have been studied by archaeologists around the world. The "Convents route" is a project developed by the State Ministry of Tourism focused on the promotion of outstanding colonial buildings (churches and convents, most of them restored and open to the public), and the

diversification of economic activities to promote employment and economic income of the local population.



Inside the Dominican Church (16th Century) in Yanhuitlán

Oaxaca cuisine is also well known and recognized for its flavors and colors. Biodiversity plays an important role and many popular dishes are internationally recognized; insects (grasshoppers, ants, worms) and plants are prepared following ancestral recipes and constitute unique experiences for all visitors. The extraordinary variety of the Mexican cuisine was recognized by UNESCO as intangible heritage of humanity on November 16, 2010, and Oaxaca is one of the most appreciated regions to try unique food throughout the country. Small restaurants, usually run by local families, can be found everywhere and in most cases are Geopark's partners.

Industrial activities are limited to mining (extraction of geological materials for construction – sand, gravel, rocks-) and manufacturing (crafts: pottery and textiles).

The Pan-American route, a highway running from Alaska to Argentina, crosses the Geopark from

north to south and is the main communication means in the region, served by an efficient public transportation system connecting the main towns inside the Geopark area with state capital cities and Mexico City itself.



Oaxaca food, rich in flavor and color

D2. Existing and planned facilities for the proposed Geopark

There is a set of facilities in use in the MAAG. The MAAG Visitor Center was recently open to provide visitors with information about the Geopark. The building includes a multifunctional area where information panels are exhibited. Conference facilities are provided and temporal exhibitions regarding Geopark's issues are displayed (fossils and rocks, with contributions of the local population; plants and information leaflets, maps). Promotional articles are available and general information (guiding services, hotels, restaurants, transportation) is provided in the Center, as well as in all nine municipality halls along the Geopark. Bicycles are available for rent in the MAGG Visitor Center and elsewhere in the area.

Ten geotrails have been designed to visit geosites and other sites of interest (see figure 11 and table 10); most of the geotrails start at the Church of *Yanhuitán*. A nature trail, 3 km long, allows the visitors to get in touch with representative biodiversity elements of the region (flora and fauna- birdwatching-); this trail runs along an area donated for conservation, where activities are strictly surveyed by certified guides.



Birdwatching

Geotrails can be explored by bicycle, car or by foot and in general are accessible all year around.



Archaeological temporal exhibit in the Community Museum, Yanhuitlán.



Visitors Center in Yanhuitlán.

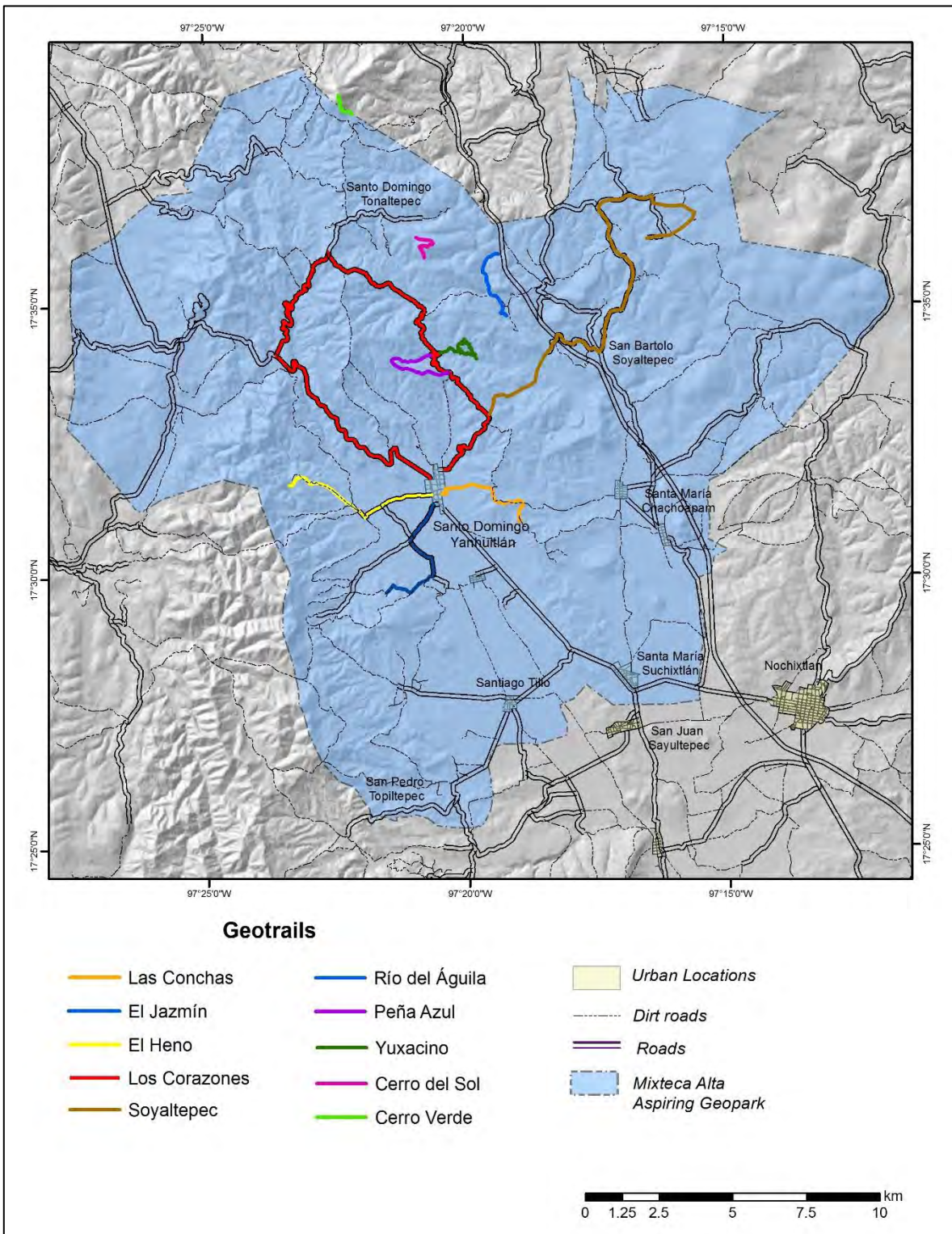


Figure 11. Geotrails along the MAAG (see also table 11).

Museums are basically located in the town of *Yanhuitlán*, although historical monuments are

spread along the territory and worth visiting. The Community Museum is a popular destination; it

shows different aspects of the everyday life, identity and culture with the contribution of all members of the community. The Convent Museum is managed by the National Institute of Anthropology and History. The main theme of the museum is the cultural and economic transition of the 17th century, exhibiting items such as a facsimile of Codex *Yanhuitlán*, architectural elements that reflect the Mixtec tradition, European and syncretism between two cultures; it also highlights the value of sacred art. An outstanding collection of wood carvings and paintings from the 16th to 17th XVIII centuries is displayed.



Codex Yanhuitlán, 16th Century, Ex Convent Museum, Santo Domingo Yanhuitlán.



Christ carved in wood, 17th Century; part of a collection at the Church of Yanhuitlán

The house and workshop of Manuel Reyes is truly an extraordinary museum where unique pieces of pottery and paintings made with pigments obtained from different soils of the region of the *Mixteca Alta* region are shown; a good example to show the relation of geological materials and art. Finally, "The Eden", is a remarkable site where solid waste is used for building gardens and agriculture terraces; a unique place to transmit the importance of recycling and the ingenious of its owner: Don Julio.



A rock collection set by local inhabitants

D3. Analysis of geotourism potential of the proposed Geopark

The vision of the MAAG is to constitute a regional and national geotouristic destination. Geotourism, according to the National Geographic's definition, is a type of "tourism that sustains or enhances the geographical character of a place – its environment, culture, aesthetics, heritage, and well-being of its residents". In this respect, the MAAG landscape results from a unique combination of natural and social elements through time from which a relevant message may be transmitted to the general public and so is shown in its motto: erosion, culture and geoheritage.

Geotourism, then, is regarded as a key activity along the MAAG, based on its historical, cultural and natural heritage, to promote nature conservation and restoration, education and scientific research, and to contribute to the wellbeing of its inhabitants.

Tourism has been restricted to the visit of magnificent examples of colonial buildings along the MAAG. The length of stay of tourists in the area is limited to a few hours due to the lack of alternative activities which could allow tourists to extend their stay. Recently, geotourism has been introduced emphasizing its educational value and being students (from primary to university levels), therefore, one of the main targets. Students

come mainly from schools in the region and university level students from Mexico and abroad are also frequent, being nature and its links with history the main attraction (geology, geography, archaeology). Local school groups remain in the area for the day, while groups from universities use to carry out fieldwork activities and stay for longer periods.

Ref	Geotrail	Main features
Gt1	<i>Las Conchas</i> , 3 km	Badlands, gullies and erosive cirques in the <i>Yanhuitlán</i> Formation, paleosols and fluvial landforms, archaeological remains.
Gt2	<i>El Jazmín</i> , 4 km	Main archaeological site in the MAAG; alluvial archives, paleosols and fluvial landforms
Gt3	<i>El Heno</i> , 4 km	<i>Lamabordos</i> systems, plutonic structures, gullies and badlands.
Gt4	<i>Los Corazones</i> , 30 km	Larger route of the MAAG, lithological contacts and outcrops, viewpoints and <i>lamabordo</i> systems.
Gt5	<i>Soyaltepec</i> , 25 km	Quarries, karstic landscapes, lithological contacts and outcrops erosive cirques and <i>lamabordo</i> systems.
Gt6	<i>Río del Águila</i> , 4 km	Lithological contacts and outcrops, erosive cirques and <i>lamabordo</i> systems, different volcanic lithology. Eagles are frequent.
Gt7	<i>Peña Azul</i> , 3km	View of <i>Yanhuitlán</i> , <i>Yucuíta</i> and <i>Nochixtlán</i> valleys; overview of the main geomorphological units; well preserved oak forests and a variety of orchids.
Gt8	<i>Yuxacino</i> , 4 km	Alluvial profiles and the viewpoints of local faults. Collection of edible insects.
Gt9	<i>Cerro del Sol</i> , 3 km	Panoramic views of Llano de Lobos Tuff layers, lithological contacts and local faults.
Gt10	<i>Cerro Verde</i> , 3 km	Walking route to the summit of the highest point in the MAAG which is continental water divide of three main basins. Gullies, badlands, plutonic structures and archaeological sites.

Table 10. Geotrails and main features of interest.

Also the general public, non-specialized, is one main target. Park location on a major road routes of the region and the country (the Pan-American highway) is an opportunity to capture the attention of casual visitors; besides, the MAAG website will include information about a variety of activities in its territory and not only the conventional but the alternative touristic offer focusing on the discovery of the local environment, culture and heritage, in order to enhance the: “sense of place” for inhabitants and visitors. Therefore, the main goal of the MAAG is to combine the conventional tourism activities

already developed in a single tourist proposal, following the GGN geotourism goal: “to implement holistic experiences of nature which combine leisure, enjoyment and adventure with the acquisition of information and knowledge” (www.europeangeoparks.org).

Promotion of the MAAG is made in cooperation with the State Ministry of Tourism. During fairs and festivals taking place in different towns in the MAAG territory, geo-activities are also advertised. Finally, the network of partners of the

MAAG enables a close collaboration with the stakeholders in terms of these activities.



Geotrail Las Conchas

D4. Overview and policies for the sustainable development of geo-tourism and economy, geo-education, geo-heritage

The MAAG Management Plan includes a number of programmes focused on the promotion of both the natural and cultural heritage through educational and geotouristic activities.

The main objectives of the plan are focused on:

- The protection, maintenance and promotion of geo, natural and cultural heritage;
- The promotion of geo-environmental education.
- Promotion of geoscientific knowledge and scientific outreach
- Stimulate geotourism.
- Promote cultural touristic events.
- Implement a marketing strategy.
- Promote cooperation, networking and institutional partnerships.

The achievement of these goals is scheduled for the period 2015-2020 and academic institutions and partners are responsible for their implementation: the *Mixteca Alta* Aspiring Geopark Association, *Instituto de Geografía* of the *Universidad Nacional Autónoma de México* (UNAM), *Centro de Investigaciones y Estudio Superiores en Antropología social* (CIESAS),

Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM), *Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca* (UABJO), *Universidad del Mar de Oaxaca* (UMAR), local and State authorities (Ministry of Tourism, Oaxaca State Government, and Municipal Authorities, among others.

The academic work of the institutions involved in the MAAG is in charge of a SWOT analysis of the current situation and about their potential on: accessibility, natural resources, handcraft, gastronomy, tourism, environment/quality of life, agriculture, forest and livestock, social development, population, education/ training, employability, services and local businesses.

Geosite identification and assessment

The identification and establishment of geosites is the result of the investigation, characterization and evaluation of the territory carried out by Institute of Geography-UNAM, with the support, collaboration and participation of the local population. This study resulted in a geosites map and data-base including their characterization, evaluation and degree of vulnerability. In addition, it was also possible to identify the educational and touristic potential for all geosites; ten geotrails that articulate most of the geosites in tours that allow the observation of the geoheritage of the MAAG along with historical, archaeological and cultural sites were defined. New sites of interest are continuously incorporated in the data-base and existing sites are monitored to evaluate their contribution to education goals.

Enhancing the natural and cultural heritage

The MAAG works with pre-existing projects on the protection and promotion of the natural and cultural heritage. These projects are managed and coordinated by the National Institute of Anthropology and History (INAH), Ministry of Environment and Natural Resources (SEMARNAT) and Ministry of Tourism (SECTUR) through the Dominican Route, *Mixteca* Route and Ecotourism

Network projects. Local population participate also in the establishment of mixed trails to appreciate the geoheritage, historical heritage and the natural heritage, for example, Royal roads (colonial times) and routes of ethnobotany and ethnogastronomy.

Geosite protection and geoconservation

Municipal Authorities, mandated by the General Assembly, are in charge of the protection and maintenance of the geosites through brigades in charge of security and cleaning. Most of the geosites are connected by the different geotrails; interpretive panels, leaflets and maps that provide the visitors with information on the geological, geomorphological, historical, natural and cultural importance of the MAAG, are available and prevent about misuse and inform to aware visitors.



All decision are taken in general assemblies

Geopark infrastructure and land management

The visitor's Center assist the visitors and is a key location within the MAAG. There is a permanent exhibition on the geological, geomorphological, historical, natural and cultural heritage of the Geopark, and visitors can get information in leaflets and maps of the geosites and geotrails, as well as places to stay, eat and the different activities that can be carried out in the MAAG.

The management of the land where the geosites are located is implemented in strict compliance with the Municipality legislation, applying in particular the stipulated in communal statutes,

which includes the protection of geological heritage.

Geo-education

The *Mixteca* region has been and is being studied by specialists from different disciplines from the humanities, social and natural sciences.

Because of its complex geological and geomorphological settings, the territory has been of interest for many researchers, both Mexicans and foreigners. MAAG's website will contain a wide range of scientific publications on various aspects of the territory in which the MAAG is located. In addition, there are technical reports, development plans, theses (graduate and undergraduate), as well as other relevant documents. Currently, about 20 students are developing their thesis on the territory of MAAG; the main topics covered include: anthropogenic geomorphology, soil erosion, biodiversity and use of medicinal plants, geomorphology and archaeology, geodiversity and geoheritage, biogeomorphology and history, among other subjects. Students come from the *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*, *Centro de Investigaciones y Estudio Superiores en Antropología social (CIESAS)*, *Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM)*, *Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO)*, *Universidad del Mar de Oaxaca (UMAR)* and foreign universities.



Transportation facilities

Educational initiatives envisaged in the framework of the proposal cover different strategies:

- **Geotrails:** Currently there are 10 geotrails along the MAAG, where sites of geological and geomorphological interest are accessible. Signage located at strategic points include explanations, comments on the genesis, history and sustainable use and management issues.

- **Documentation.** Information panels, brochures, maps and guides for each geotrail are available at the Visitor’s Center. In addition to the geological trails it offers visitors the opportunity to also visit nature trails and gathering medicinal plants and insects, an ancestral diet in this region that are still consumed by contemporary population.

- **Capacity building.** Academic institutions participating in the MAAG offer courses and workshops on the main topics of the geopark (geology, geomorphology, archaeology, history, etc.) where nature certified guides and school teachers participate.



Collecting edible worms



Courses are offered for students of all levels and the general public.

Educational programmes	Primary	Secondary	High school	University	Knowledge areas
Geodiversity, geoheritage and geoconservation	*	*	*	*	Geology, geomorphology, geography, tourism, education
Biodiversity and conservation	*	*	*	*	Biology, ecology, geography, soil sciences, education
Biodiversity and culture (medicinal plants and gastronomy)	*	*	*	*	Biology, ecology, gastronomy, ethnopharmacology, education
Geodiversity and culture (archaeology and landscape)	*	*	*	*	Geology, geomorphology, culture, history, geography, tourism, education, anthropology
Archaeology	*	*	*	*	Archaeology, history, education
Colonial architecture	*	*	*	*	Architecture, arts, history, education
Personal interpretation	*	*	*	*	Education

Table 11. Educational programmes in the MAAG.

The MAAG has developed several courses open to students and the general public (see table 11). The *Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca* (State Institute for Public Education of Oaxaca; IEEPO) is the local education authority responsible for basic education services in the State of Oaxaca and one of the MAAG founding members. Through the IEEPO, all listed courses are offered to teachers (primary to high school) in the region.

Promotional activities

MAAG's website will be the main means for the promotion of the geopark. Currently, promotion is made through social networks (Twitter and Facebook), local festivals and fairs. Promotional videos are being developed as well as publications (leaflets, field guides, magazines, brochures, etc.). A set of products are also being designed (T-shirts, backpacks, and other souvenirs) with the participation of local professional designers.

D5. Policies for, and examples of, community empowerment in the proposed Geopark

The *Mixteca Alta* Aspiring Geopark is a bottom-up project. The Association in charge of its management is constituted by representatives of both citizens and authorities (at municipality and State levels), participating since the very beginning. The General Assemblies, according to the *usos y costumbres* ruling traditions, propose, discuss and eventually approve and implement all recommendations regarding the management of the MAAG.

Good examples of these actions are those activities carried out in the *tequio* context, previously described. Reforestation, maintenance of roads and construction of infrastructure, surveillance, installation and protection of signage are examples of these activities.



Special attention has been taken to involve society as a means to ensure the continuation of the project beyond the political timing and administrative changes. In this respect, stakeholders and partners of the MAAG involve as well schools, local business, museums, NGOs and society in general.

D6. Policies for, and examples of, public and stakeholder awareness in the proposed Geopark

The list of stakeholders and partners is long and includes a broad sample of the MAAG community, as well as the relevant State, municipality authorities and experts from academic institutions (local, regional and national). General Assemblies are open to public, ideas are shared with the communities directly involved through participatory meetings in order to find the best management practices.

All agreements reached at the General Assemblies are recorded in the minutes of each session and released by different means to the community.



E. Interest and arguments for joining the GGN

E. Interest and arguments for joining the GGN

As in other countries, geological and geomorphological heritage is hardly valued and promoted in Mexico. Recent reforms of the primary, secondary and high school curricula may explain in part the lack of interest and ignorance of the general public about the important role played by geology and geomorphology in the functioning of the ecosystems. The importance of abiotic elements is clearly minimized favoring a limited understanding of natural processes, mainly focused on biodiversity.

With the motto: “erosion, culture and geoheritage” the *Mixteca Alta* Aspiring Geopark highlights a territory that allows the visitors to have a unique experience in terms of understanding a complex territory where history, geology and geomorphology merge and result in an outstanding landscape. We do believe that joining the Global Geopark Network is a most relevant designation and recognition to promote geoheritage awareness among students of all levels, the general public, authorities, NGOs and private entities.

The use of the Geopark label under the auspices by UNESCO represents as well a sustainable development strategy to promote geotourism and economic growth in the territory, always with respect for environmental values and focused on the people who live in it. Therefore, the *Mixteca Alta* Aspiring Geopark is considered as a strategy

for regional sustainable development where geo-education is crucial. The main theme of the aspiring Geopark is original; the “ecological disaster” condition is considered a value to be used to transmit the importance and concepts of geoconservation and land management and emphasizes the value of the implementation of good practices in a sustainable context.

The intention for joining the GGN relates also very much with the possibility of cooperation and networking in order to exchange experiences and knowledge, promotion and implementation of new dynamics and processes that will contribute to the continuous improvement of the management of the MAAG.

The possibility to join the Network will give the MAAG area a concrete chance to enlarge the market job opportunity in order to reduce migration of the younger generations. Furthermore, joining the Network will give the possibility to participate in regional and global projects, exchanging good practices and sharing common goals in the field of sustainable development. Joining the GGN represents a unique opportunity for the region and the country as a whole in order to develop innovative tourism strategies where the main public and private stakeholders may be involved. The development of geo-tourism will give the tourist unique experiences respecting the geological and natural heritage and will impact their appreciation and importance of Geoheritage.



References

- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores), 2000 "Regiones terrestres prioritarias de México" [versión electrónica], Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 486-488, consultado el 12 de septiembre de 2013 <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html>
- Brilha, J. (2015) Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review, *Geoheritage*, DOI 10.1007/s12371-014-0139-3.
- Carballido-Sanchez, E. A., and Delgado-Argote, L. A. (1989), Geología del cuerpo serpentinitico de Tehuiztingo, Estado de Puebla—Interpretación preliminar de su emplazamiento: *Revista del Instituto de Geología*, Universidad Nacional Autónoma de México, v. 8, p. 134—148.
- Carfentan, J. C., 1981 (1984), Evolución estructural del sureste de México: Paleogeografía e historia tectónica de las zonas internas mesozoicas: *Revista del Instituto de Geología*, Universidad Nacional Autónoma de México, v. 5, p. 207—216.
- Centeno-García, E., Ortega-Gutiérrez, F., and Corona-Esquivel, R. (1990), Oaxaca fault: Cenozoic reactivation of the suture between the Zapoteco and Cuicateco terranes, southern Mexico: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v. 22, p. 13.
- Centeno-García, E. (2004). Configuración geológica del estado. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 29-42.
- Coney, P. (1989). Structural aspect of suspect terranes and accretionary tectonics in western North America. *J. Struct. Geol.* 11, 107±125.
- Elias-Herrera, M., Ortega-Gutiérrez, F., Sánchez-Zavala, J.L., Macías-Romo, C., Ortega-Rivera, A., Iriando, A., 2005, La falla de *Caltepec*: raíces expuestas de una frontera tectónica de larga vida entre los terrenos continentales del sur de México, en Alaniz-Álvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F. (eds.), *Grandes Fronteras Tectónicas de México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Volumen Conmemorativo del Centenario, 57(1), 83–109.
- Ferrusquía I (1970) Geología del área *Tamazulapam-Teposcolula-Yanhuitlán*, *Mixteca Alta*, Estado de Oaxaca. Excursión geológica México-Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana, p. 97-119.
- Ferrusquía, I. (1971) Geology of the Tamazulpan-Teposcolula-Yanhuitlán area, *Mixteca Alta*, State of Oaxaca, PhD Dissertation, University of Texas at Austin, 267 pages.
- Ferrusquía-Villafranca, I. (1976), Estudios geológicos-paleontológicos en la región *Mixteca*, Part 1: Geología del área *Tamazulapam-Teposcolula-Yanhuitlán*, *Mixteca Alta*, Estado de Oaxaca, México: *Boletín de Instituto de Geología*, Universidad Nacional Autónoma de México, v. 97, 160 p.
- Ferrusquía-Villafranca, I., and McDowell, F. W. (1988), Time constraints on formation of continental Tertiary basins in the state of Oaxaca: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v. 20, A59.
- García-Cortés, A., Carcavilla Urquí, L. (2009) Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG), versión 12. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid
- Hisazumi, H., 1932, Geología de la Región *Mixteca* del Estado de Oaxaca: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología: Informe inédito.
- Henry, C. D., and Aranda-Gomez, J. J., (1992), The real southern Basin and Range: Mid- to late Cenozoic extension in Mexico: *Geology*, v. 20, p. 701—704.
- INEGI (1991) Datos básicos de la Geografía de México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Leigh, D.S., Kowalewski, S.A., Holdridge, G. (2013) 3400 years of agricultural engineering in Mesoamerica: lama-bordos of the *Mixteca Alta*, Oaxaca, Mexico. *Journal of Archaeological Science* 40 (2013) p. 4107-4111.
- López-Ticha, D., 1970, Reconocimiento geológico de la Cuenca de Tlaxiaco: *Petróleos Mexicanos*, Informe inédito, PEMEX, IGZS-551.
- Martiny, B., Martínez-Serrano, R. G., Morán-Zenteno, D. J., Macías-Romo, C., Ayuso, R. A. (2000), Stratigraphy, geochemistry and tectonic significance of the Oligocene magmatic rocks of western Oaxaca, southern Mexico. *Tectonophysics* 318, p. 71-98.

- Mueller, R.G., Joyce, A.A., Borejsza, A. (2012) Alluvial archives of the Nochixtlan valley, Oaxaca, Mexico: Age and significance for reconstructions of environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 321–322 (2012) p. 121–136
- Ortega–González, J. V, Lambarria–Silva, C., 1991, Informe geológico del prospecto Hoja Oaxaca, compilación geológica I.G.R.S. 1129: Petróleos Mexicanos (PEMEX), Coordinación Divisional de Exploración, Gerencia de Exploración Región Sur, Subgerencia de Geología superficial y Geoquímica, Reporte inédito.
- Ortega-Gutiérrez, F., (1974), Nota preliminar sobre las eclogitas de Acatlán, Puebla: *Sociedad Geológica Mexicana Boletín*, v. 35, p. 1–6.
- Ortega-Gutiérrez, F. (1979). The tectonothermic evolution of the Paleozoic Acatlán Complex of southern Mexico: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v. 11, p. 490.
- Ortega-Gutiérrez, F., (1981a), Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance: *Geofísica Internacional*, v. 20, p. 177-202.
- Ortega-Gutiérrez, F., 1981b (1984), La evolución tectónica premisisípica del sur de México: *Revista del Instituto de Geología*, Universidad Nacional Autónoma de México, v. 5, p. 140–157.
- Ortega-Gutiérrez, F., Mitre-Salazar, L.-M., Roldan-Quintana, J., Sandrez-Rubio, G., and de la Fuente, M., 1990, H-3: Middle America Trench-Oaxaca—Gulf of Mexico: Geological Society of America, Centennial Continent/Ocean Transect #14.
- Pantoja-Alor, J., and Robison, R., 1967, Paleozoic sedimentary rocks in Oaxaca, Mexico: *Science*, v. 157, p. 1033–1035.
- Patchett, P. J., and Ruiz, J., 1987, Nd isotopic ages of crust formation and metamorphism in the Precambrian of eastern and southern Mexico: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 96, p. 523-528.
- Robison, R., and Pantoja-Alor, J., 1968, Tremadocian trilobites from the Nochixtlan region, Oaxaca, Mexico: *Journal of Paleontology*, v. 42, p. 767–800.
- Salas GP (1949) Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 1, n. 2:79-156.
- Santamaría-Díaz, A., Alaniz-Álvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F., 2006, Diferencias estratigráficas entre el lado poniente y oriente de la Falla Tamazulapam, en la región de Oaxaca, México (online): Convención Geológica Nacional, México, www.geociencias.unam.mx/~bole/eboletin/RESUMEN CONV2006.htm, acceso libre, consulta: 12 de agosto de 2008, 120 p.
- Santa María Díaz, Alfredo (2009) Influencia de la falla de basamento no expuesta en la deformación Cenozoica: la falla de Caltepec en la región de Tamazulapam, en el sur de México, Tesis de Doctorado en Ciencias de la Tierra, UNAM.
- Schlaepfer, J.C., (1970a) Geología Terciaria del área de Yanhuitlán-Nochixtlán, Oaxaca, México: Libro-Guía, Excursión geológica México - Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana, 85-96.
- Schlaepfer, J.C., (1970b), Geología y Sedimentología del Terciario Continental del área de Nochixtlán-Yanhuitlán, Oaxaca, México: Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de maestría, 77 p.
- Schulze-Schreiber, C.H., 1988, Análisis estratigráfico y metalogenético del estado de Oaxaca: México, D.F., Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis profesional, 220 p.
- Sedlock, R.L., Ortega-Gutiérrez, F., Speed, R.C. (1993) Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. *Geological Society of America*, Spec. Pap. 278.
- Spores R (1969) Settlement, farming technology, and environment in the Nochixtlan Valley. *Science* 166: 557-69
- Yañez, P., Ruiz, J., Patchett, P. J., Ortega-Gutiérrez, F., and Gehrels, G., (1991), Isotopic studies of the Acatlán Complex, southern Mexico: Implications for Paleozoic North American tectonics: *Geological Society of America Bulletin*, v. 103, p. 817–828.



Annexes

Annex 1: Self-evaluation document

Annex 2: Copy of Section B “Geological Heritage”

Annex 3: Letters of Support (annexed as 3a and 3b)

- UNESCO National Commission of Mexico (annex 3a)
- Governor of the State of Oaxaca
- Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
- Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico de Oaxaca
- Congress persons (total of letters: 18)
 - Federal
 - Local
- Municipality General Assemblies
- Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
- Universidad Tecnológica de la Mixteca

Annex 4. Map of the proposed UNESCO Global Geopark; scale 1:50,000