

## The Landscape of the Mixteca Alta Region El paisaje de la Mixteca Alta

investigación  
pp. 076-085

Rocío López de Juambelz

### Resumen

Este artículo expone la investigación realizada en torno a las características y procesos ambientales que dominan el paisaje de la Mixteca Alta, Oaxaca. A través de la metodología de Diseño Ambiental se relaciona el desplante de los antiguos conventos dominicos con el comportamiento de las variables ambientales, para comprender la causa de los daños que sufre el patrimonio. Para ello se realizó el levantamiento con escáner láser de los edificios, lo que permite analizar los daños y cuantificarlos en el tiempo, con la finalidad de entender el problema y cómo mitigarlo.

**Palabras clave:** patrimonio, ambiente, escala regional, metodología de Diseño Ambiental, Mixteca Alta

### Abstract

This article describes the research regarding the characteristics and environmental processes that control the landscape of the Mixteca Alta region in Oaxaca. Through the use of an Environmental Design methodology, a relationship is established between the uprooting of the old Dominican monasteries in the region to the varying environmental behaviors. The intention of this is to understand what is damaging that heritage. Through the use of laser scanners, the buildings were mapped and this provided us with the opportunity to analyze and quantify the damages that have occurred through time so that we can understand and mitigate the problem.

**Keywords:** heritage, environment, regional scale, Environmental Design methodology, Mixteca Alta region.

Levantamiento con escáner láser del convento de Coixtlahuaca, Oaxaca. Planta



Vista panorámica desde el patio central hacia las celdas, convento de Tepocolula, Oaxaca

### Introducción

El trabajo de conservación del patrimonio natural y cultural con una visión integral accede a los problemas de conservación edilicia desde el paisaje, elemento que da sustento al patrimonio<sup>1</sup>. El recurso natural explica el desplante de los elementos patrimoniales y su importancia en la historia, pues la naturaleza precede a la historia humana. Así, la gente toma de la naturaleza los elementos que le satisfacen, da forma a los materiales y crea lugares que absorben la historia natural del sitio,<sup>2</sup> los cuales, a su vez, proporcionan identidad y carácter a la cultura. Sin embargo, el ser humano, para adaptar el medio, extrae de la naturaleza el material y lo transforma, y con ello también deteriora el espacio.<sup>3</sup> Collingwood entiende que la naturaleza, su crecimiento y transformación deben contemplarse en conjunción con el desarrollo histórico, y éste, con base en su sustento natural:<sup>4</sup> naturaleza e historia aisladas son ideas vacías.<sup>5</sup>

De ahí que la naturaleza explique tanto la existencia del patrimonio como su deterioro; relación que es indispensable entender al momento de su intervención, pues se deben considerar las variables ambientales para que las propuestas no agredan lo que se desea conservar. En este caso se trata de la Mixteca Alta, portentoso paisaje donde la geología imprime su carácter; austero lugar en el que se desplantan tres grandes conventos dominicos, los cuales marcaron el paso del camino real hacia la Capitanía General de Guatemala durante los procesos de evangelización durante la Colonia.

En 2006, los antiguos conventos dominicos de la Mixteca Alta se restauraron para resolver los problemas estructurales que presentaban tras el sismo de septiembre de 1999.<sup>6</sup> Los trabajos fueron realizados por el INAH y Conaculta, bajo la dirección de Juan Urquiaga, quien comentó que “la falta de planos e información se resuelve con calas arqueológicas para determi-

nar las antiguas técnicas de edificación de los conjuntos”<sup>7</sup>. La Universidad de Texas empleó la nueva tecnología de escáner láser para comprender la antigua técnica que involucra el proceso simbiótico entre la tecnología de construcción europea del siglo XVI y la mano de obra en cantería artesanal indígena, sincretismo que generó los trazos de las bóvedas nervadas del gótico tardío –ejemplo de transferencia tecnológica que deben ser preservadas para las futuras generaciones.<sup>8</sup>

Por otro lado, la zona de ubicación de los tres gigantes dominicos se caracteriza por una avanzada degradación de los recursos naturales, pérdida de vegetación y un alto grado de erosión –relacionado con la adopción de lama-bordos como ancestral técnica agrícola–,<sup>9</sup> propiciada por las características geológicas de la formación Yanhuitlán: presencia de plegamientos, fracturas y fallas que colaboran con la degradación del sitio.

Actualmente, los trabajos de restauración están enfocados en resolver problemas de consolidación y reconstrucción de edificios dentro del ámbito arquitectónico, desde donde se observa el resultado de la acción mas no la causa que induce el comportamiento. Asimismo, en forma independiente se estudian los procesos de degradación del suelo. No obstante, desde la óptica de la arquitectura de paisaje, dentro de la escala regional, es posible la comprensión de los procesos ambientales que otorgan el carácter y los elementos que identifican a una región, aspectos que los trabajos de restauración no toman en cuenta para entender las causas profundas del deterioro edilicio que involucran el comportamiento del medio. En efecto, se deben relacionar los defectos geológicos con el comportamiento de las estructuras arquitectónicas y la participación del paisaje, para lo cual se utiliza como herramienta de detección del comportamiento de las estructuras arquitectónicas, levantamientos 3D, mediante el escáner láser de los conjuntos

conventuales. Con ello, la Mixteca Alta de Oaxaca acoge la investigación transdisciplinaria tendiente a explicar, a partir de bases ambientales, los procesos de deterioro ocurridos en las construcciones dominicas, donde se expresa la fuerza de la naturaleza en las rocas, los suelos y, por ende, en los edificios.

Dicho trabajo utiliza la metodología de Diseño Ambiental. Nos preocupamos por definir los procesos dinámicos geológicos, la coincidencia del comportamiento petrológico, hidrológico, edafológico y geomorfológico, y algunos efectos producidos, como riesgos sísmicos, erosividad e inundación, con efecto sobre la conservación del patrimonio. Asimismo, determinamos la vegetación y uso de suelo que contribuyen a la imagen del sitio. El diagnóstico está basado en unidades ambientales, de modo que relaciona el comportamiento ambiental con la posición de los tres antiguos conventos para explicar los daños en los edificios patrimoniales.

Por su parte, el levantamiento 3D tiene un doble propósito, observar los daños presentes en los edificios –de los cuales dos están recién restaurados y uno no tiene intervención–; y contar con una herramienta que permita identificar el proceso de deterioro que ocurre a corto, mediano y largo plazo, definiendo el periodo en el que ocurren los daños. En el paisaje se encuentra la pertinencia de la retención de sedimentos y agua mediante la conformación de terrazas de relleno para la producción de hortaliza, lo cual recobra las antiguas técnicas de cultivo<sup>10</sup> como procesos para disminuir la presión que estos elementos provocan sobre los edificios, y así coadyuvar en la conservación de los mismos. En suma, el trabajo aquí expuesto consiste en una visión integral para la comprensión de los daños que sufre el patrimonio.

### Los antiguos conventos y su paisaje mixteco

San Pedro y San Pablo Teposcolula, San Juan Bautista Coixtlahuaca y Santo Domingo Yanhuitlán, se ubican al noroeste del estado de Oaxaca, región Mixteca, subregión de la Mixteca Alta. Conforman los distritos de Coixtlahuaca y Teposcolula, pertenecientes a los chocholtecos. En la Mixteca no hubo derrotas militares ni resistencia hacia los colonizadores; hubo acuerdos de los gobernantes, quienes mantienen su posición política y social, en tanto que los españoles consiguieron mano de obra a través de la absorción de los sistemas indígenas de labor comunal.<sup>11</sup>

Teposcolula era una laguna; su nombre proviene del náhuatl *Teposcollan*, significa “junto a la torcedura de cobre”, de *tepoztlī* (cobre), *colatl* (torcedura) y *tla* (junto o entre). En 1541 llegó fray Francisco Marín, a quien se le atribuye la construcción del conjunto conventual. Por su parte, Coixtlahuaca, del náhuatl *Xoixtlahuaca*, era un centro religioso prehispánico para la adoración de Quetzalcóatl; de hecho, al este de la colina había un monumento finamente tallado. En 1540, bajo la dirección del arquitecto fray Antonio de Serna, se construye el monasterio sobre el basamento prehispánico, y se termina hasta 1570. Yanhuitlán (“lugar nuevo”) se le dio en encomienda a

Francisco de las Casas, quien dejó sentado que a su muerte, con su dinero, se construyera un templo. La construcción se desplantó sobre una plataforma prehispánica y se inició en 1548, bajo la dirección de fray Domingo de Santa María, religioso que introdujo el cultivo de la morera, la cría del gusano de seda e impulsó la producción de tunales de la cochinilla de grana.

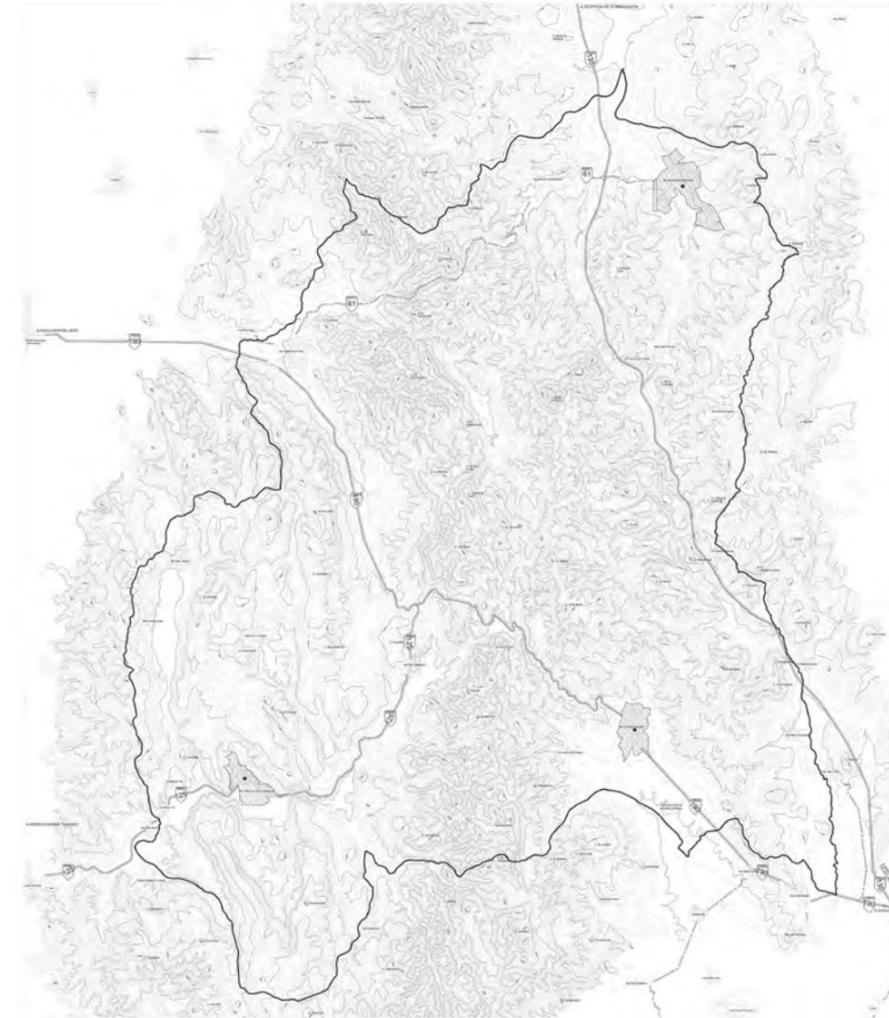
El paisaje mixteco se transformó en dos etapas. En 1535 se desmontan los templos prehispánicos para reutilizar la piedra en construcciones españolas; los nuevos edificios se superpusieron a las antiguas estructuras, continuación de lo que ocurre en España con los territorios ganados por los Reyes Católicos en el reino de Granada. La segunda etapa, como medida de saneamiento, reubica comunidades y permite la expresión de la modernidad de la época; es entonces cuando se construyen los monasterios de Yanhuitlán, Teposcolula y Coixtlahuaca, que siguen patrones de complejos monásticos europeos, techos abovedados, claustros y atrio, mismo que ocupa un lugar preponderante. La capilla abierta es una adición que no existe en el modelo conventual europeo; en el caso de la Mixteca, es una respuesta a la transformación del culto religioso. La capilla abierta de Teposcolula es el mejor ejemplo de este sincretismo religioso que ocurre en la región.<sup>12</sup>

Los conventos de la Mixteca aparecen en el paisaje en la segunda mitad del siglo XVI; muestran una calidad constructiva excepcional. Sus bóvedas son geoméricamente elegantes, construidas con el rigor de los edificios góticos europeos; de hecho, se consideran las estructuras en piedra del siglo XVI más complejas del continente americano y son ejemplo de bóvedas nervadas tardogóticas. En suma, estos conventos son colosales monumentos que dan testimonio de la transformación mixteca.<sup>13</sup>

Los templos fueron erigidos en corto tiempo debido a tres razones: el establecimiento de nuevos asentamientos, la organización social original y la mano de obra mixteca, calificada en la cantería, a lo que se debe que las herramientas utilizadas en su construcción hayan sido mixtecas. Poco tiempo después de terminadas las edificaciones, la región se ve envuelta en una gran actividad constructiva, la cual atrajo mucha gente y comenzó una época de prosperidad y bonanza, que se termina con las epidemias que diezman a la población.<sup>14</sup>

### Métodos descriptivos

El análisis de la relación que existe entre las características ambientales del sitio de emplazamiento de los antiguos conventos dominicos de la Mixteca Alta y los daños que presentan los edificios, localiza a los tres poblados y define una poligonal de carácter ambiental.<sup>15</sup> A partir de las cartas topográficas 1:50 000<sup>16</sup> se observaron los rasgos topográficos del sitio. Cada poblado pertenece a una cuenca diferente, por lo que el límite de la poligonal se constituye con ríos y escurrimientos que captan el agua. El parteaguas de las tres cuencas son los puntos más altos, al centro de ésta. La superficie resultante tiene un área de 636.86 km<sup>2</sup>. Por su parte, se identificó la altimetría;<sup>17</sup> las



Plano general de la región. Con un punto se señalan los conventos dominicos

curvas de nivel están representadas a cada 20 m y las maestras a cada 100 m; el rango altitudinal va de 2 000 a 2 900 m s.n.m. Entre las muchas formaciones orográficas, destacan: a 2 500 msnm, los cerros Cacalote, La Rana, Dequequía, Yucutino y Yucutidino; a 2600 m s.n.m., los cerros Gordo, Sol, Palo y Yucudéjano. El Quince, Cenizo, Yucuí y Cahuanda llegan a 2 700 m. Los más altos son Yucudaa, el Cacahuate, Cerro Verde y Nudo Mixteco, de 2 900 m, mismos que dividen las tres regiones hidrológicas.

Mediante los datos topográficos se obtuvieron las pendientes,<sup>18</sup> que resultan de la morfología prevaiente y la dinámica del sitio.<sup>19</sup> Se determinaron cinco rangos: 0% - 2%, muy baja: el agua se mueve con dificultad y crea zonas de inundación; 2% - 10%, baja: el agua se mueve sin dificultad, es accesible mediante cualquier medio, y se pueden

desarrollar todas las actividades humanas; 10% - 30%, media, donde algunas actividades, como la agricultura de riego, se limitan; 30% - 50%, alta: el agua se mueve rápidamente por la superficie y la accesibilidad se limita; 50% - 100%, muy alta: provoca erosión y denudación del suelo.

En la poligonal dominan las pendientes medias, en tanto que las altas y muy altas se ubican en los parteaguas entre cuencas y microcuencas. Las bajas y muy bajas se relacionan con los terrenos altiméricamente menores. Se observa que todos los asentamientos humanos, donde se ubican los tres antiguos conventos, se encuentran sobre pendientes bajas y muy bajas; solamente Coixtlahuaca está en pendiente media.

Geológicamente,<sup>20</sup> la poligonal se conforma por la confluencia de la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur, que configuran el Nudo

### Simbología

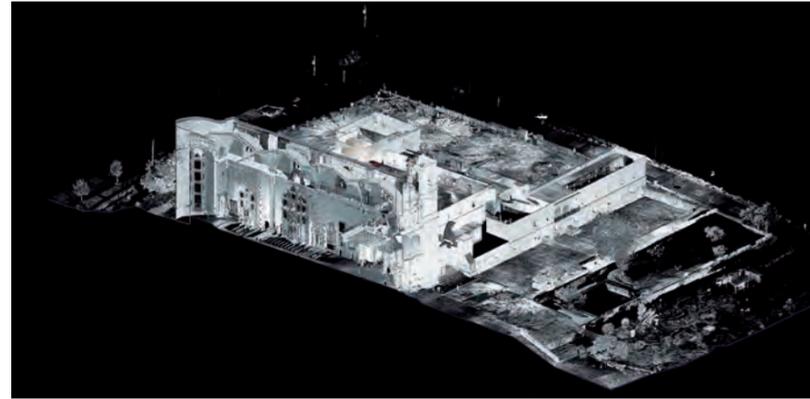


Mixteco, de escarpado relieve, expuesto a fuertes presiones geológicas que provocan plegamientos, fracturas y fallas. Esto, aunado al tipo de roca, converge en la dinámica regional que se expresa predominantemente en el comportamiento de la zona.

Petrológicamente, encontramos rocas sedimentarias y rocas ígneas. Su formación se remonta a la era Mesozoica y data del Cretácico inferior (Ki), cuando se formaron los depósitos de roca caliza (cz), lo que muestra un ambiente de formación marino, ya que estas rocas se crean por la deposición y evaporación del CaCO<sub>3</sub> en este medio; es decir que esta porción de nuestro territorio, en ese tiempo, fue cubierta por el mar. Posteriormente, en la era Cenozoica, durante el Terciario inferior (Ti), se forma arenisca y conglomerado (ar y cg), que constituyen la formación Yanhuitlan. También se presentan arcillas y CO<sub>3</sub>; las primeras se forman por erosión de rocas preexistentes en ambientes terrígenos de más o menos alta energía y con influencia marina, lo cual indica que la zona se formó en un ambiente de laguna costera. Debido a los empujes que sufre el área, se forman diques, ya que el magma llega a alcanzar la superficie. En el Terciario superior (Ts) se conforman rocas ígneas extrusivas intermedias (Igei), por lo que toda la parte alta de la poligonal –el parteaguas entre las cuencas– se cubre con andesita.

En el Cuaternario (Q), debido a la erosión y depositación reciente, encontramos formación del aluvión (al), que se distribuye en las zonas más bajas y planas. Por último, los esfuerzos geológicos que provocan empujes sobre la roca dan lugar a plegamientos, que se asocian principalmente a las rocas calizas, que son más plásticas pues se doblan antes de partirse; estas rocas sufren un proceso de disolución por el agua y forman dolinas, que son zonas de depresión.

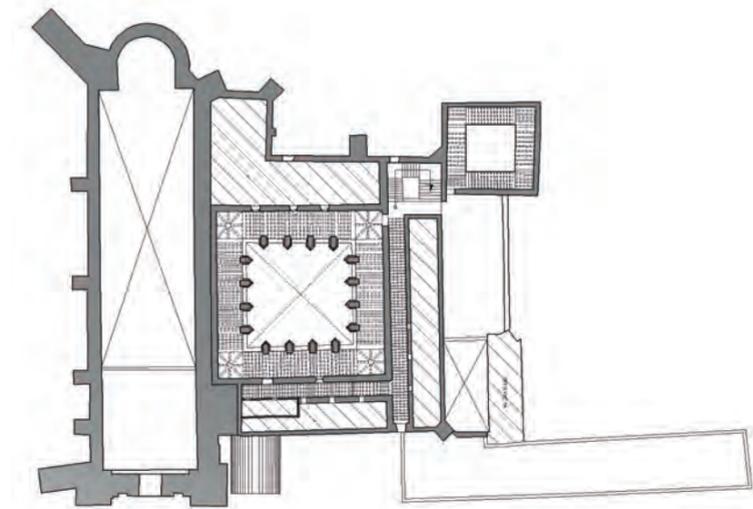
Levantamiento con escáner láser del convento de Yanhuitlán, Oaxaca. Sección transversal en perspectiva



En contraste, las zonas de andesita están fuertemente fracturadas e incluso presentan fallas que muestran el desplazamiento de los macizos rocosos. Todos estos procesos provocan erosión de las rocas. El mineral dominante es la arcilla, que constituye la expresión de la máxima degradación de los minerales; eso tiene como resultado zonas inestables, altamente deleznable y frágiles.

Edafológicamente,<sup>21</sup> encontramos cinco grupos de suelo con una clara relación con la petrología de origen. El leptosol (LP), suelo delgado y poco desarrollado, dominante en el área, presenta los calificadores calcárico mólico (camo), que indica la presencia de calcio y materia orgánica, y rénzico (rz), directamente relacionado con la presencia de roca caliza. El vertisol (VR) se relaciona con el aluvión; ambos contienen arcillas expansivas que durante la pérdida y ganancia de humedad adquieren diversas formas de movimiento que afectan a las estructuras arquitectónicas. Los calificadores asociados a este suelo son: crómico (cr), relativo al color, donde el suelo adquiere un color rojo característico de la zona; mázico calcárico (mzca) y mázico cálcico (mzcc), los cuales tienen una capa dura hacia la superficie y algún contenido de calcio. El pheozem está en las zonas más altas, principalmente sobre andesita, aunque también se encuentra sobre arenisca. Los calificadores de este grupo son epiléptico, referido a la presencia de rocas duras y continuas hacia la superficie y calcárico endoléptico, que se caracteriza por la presencia de carbonato de calcio y la capa dura continua, por debajo de los 50 cm de profundidad.<sup>22</sup>

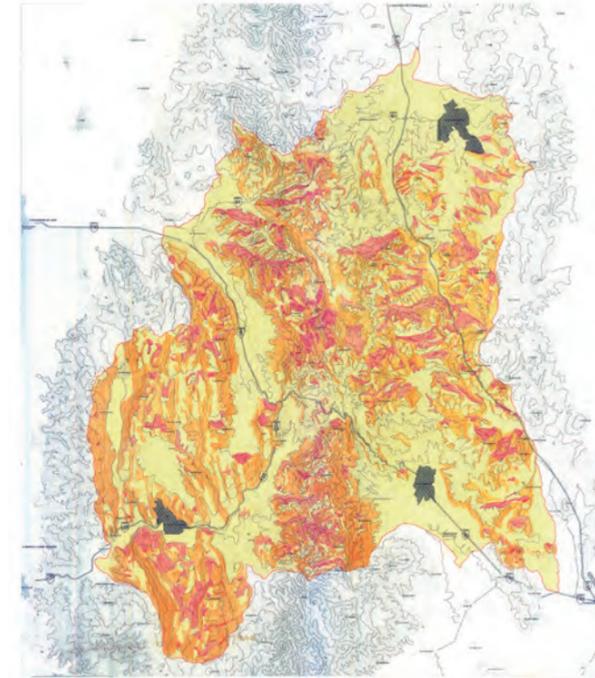
El estudio hidrológico se realizó desde diversas ópticas. La hidrología superficial<sup>23</sup> definió el comportamiento del agua de acuerdo a la hipsometría y orografía del área, que conforman tres regiones hidrológicas diferentes. La zona poniente que alberga a Teposcolula vierte en la región del río Balsas RH18, a través de la cuenca del Río Mixteco; esta cuenca es la zona de convergencia entre las placas de Cocos y Americana, en una costa de colisión continental que está enmarcada entre la trinchera mesoamericana de las fosas Petacalco y Acapulco, y las cadenas montañosas del Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, zona tectónicamente activa y altamente dinámica que se originó durante el Cretácico inferior.<sup>24</sup> El nororiente de la poligonal donde está Coixtlahuaca, vierte a la región del Papaloapan RH28, mediante la cuenca del río Salado. La porción sureste de la poligonal donde se ubica Yanhuitlán vierte a la región de Costa Chica-Río Verde RH20, en la cuenca del Río Verde y en la subcuenca de Río Grande. La primera cuenca que da origen a la RH18 es tectónica y las otras son erosivas.



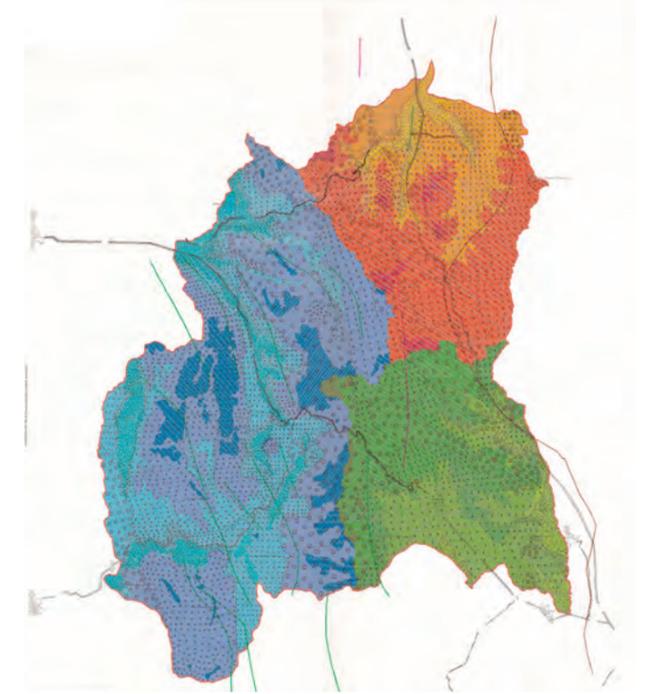
Planta arquitectónica del templo de Yanhuitlán, Oaxaca. Segundo nivel



Levantamiento con escáner láser del convento de Yanhuitlán, Oaxaca. Vista del segundo nivel



Plano de insolución, en rojo se señalan las áreas con insolución baja; en naranja, la insolución media, y en amarillo la insolución alta

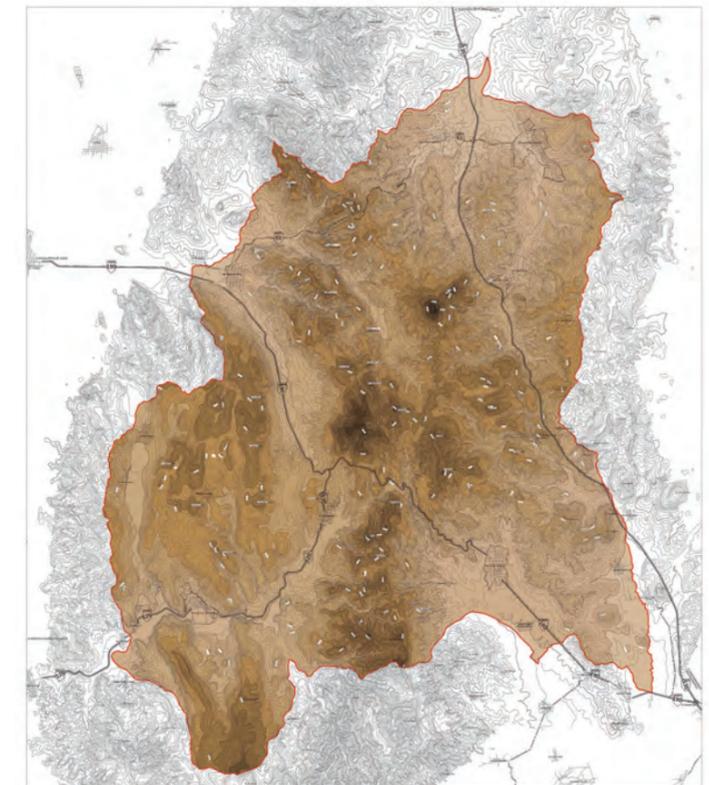


Plano de unidades ambientales

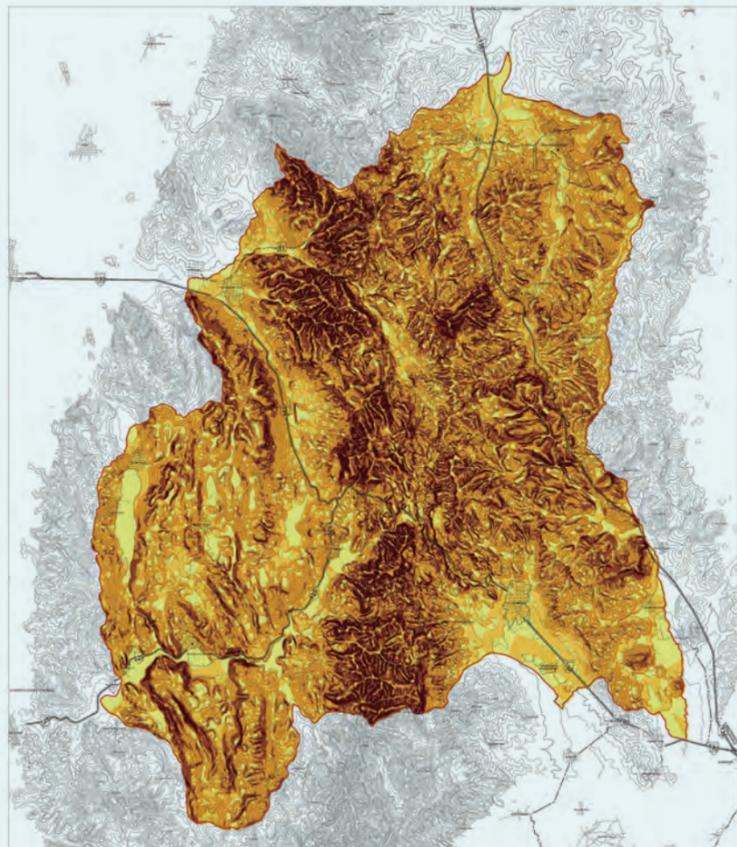
La hidrología subterránea<sup>25</sup> sólo tiene una unidad, referida a material no consolidado con pocas posibilidades de encontrar mantos freáticos explotables.

A partir de la topografía se construyó el plano de patrones de escurrimiento<sup>26</sup> para comprender la distribución del agua en la superficie. En la zona este, correspondiente a las regiones RH20 y RH28, los escurrimientos son de tipo dendrítico muy densos, lo cual se relaciona con cárcavas erosivas desde las montañas. La porción oeste, RH18, tiene escurrimientos en enrejado, de ángulo recto, poco densos relacionados con el contacto de las placas continentales, con rocas de diferente resistencia<sup>27</sup> que conduce a sistemas geológicos de fracturamiento; no hay desviación de los escurrimientos, por lo que este sistema no está fallado.

La geomorfología,<sup>28</sup> simplificada mediante las geoformas de las tierras altas, ayuda a comprender el funcionamiento de la región. Sus formas se identifican como: valle, pie de monte, ladera y cima,<sup>29</sup> las cuales tienen una clara relación con las categorías de la altimetría –pendiente, roca, suelo y agua. El valle se asocia al cauce, con pendiente baja y menor altimetría, sobre aluvión y vertisol. Aquí ocurren inundaciones y se presentan arcillas expansivas; equivale a 10% de la poligonal. Asimismo, el valle de la porción poniente se asocia a los sistemas geológicos de fracturamiento y deformación.



Plano de altimetría. El color más oscuro muestra el máximo: 2 900 m s.n.m y el color más claro muestra el mínimo: 2 000 m s.n.m



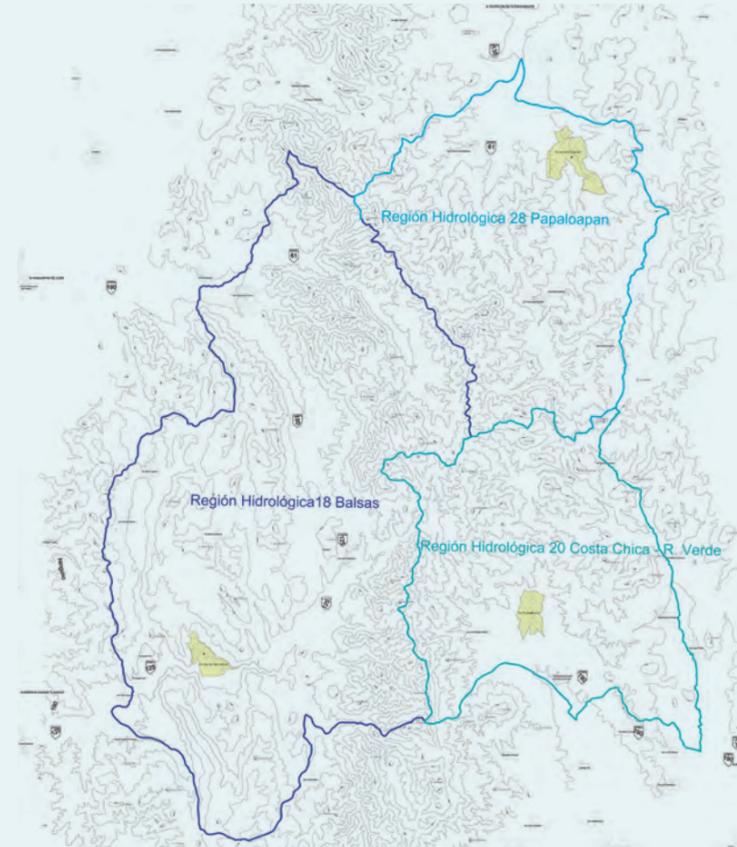
Plano de pendientes

Pendientes		
0-2%	0°54'00"	1273.134 m
2-10%	4°30'00"	254.1240947 m
10%-30%	13°30'00"	83.3059954 m
30%-50%	22°30'00"	48.28427125 m
50-100%	45°00'00"	20 m

En esta geoforma se ubica una importante fracción del poblado de Teposcolula y Yanhuitlán.

El pie de monte ocupa 13% del área; con él comienza a alzarse la altimetría, con un ligero incremento de la pendiente que evita la acumulación de agua. Las rocas que la sustentan son caliza y arenisca, que están asociadas a la presencia de litosol, regosol y luvisol. A continuación encontramos la ladera con mayor elevación y pendiente, sobre caliza, arenisca y andesita, asociada a suelos de leptosol y luvisol; es la más abundante, cubre 72%. La cima corresponde a 5% de la poligonal: son las porciones más altas, las cuales constituyen los parteaguas que dan origen a las tres regiones hidrológicas. Aquí la pendiente disminuye, se asienta sobre roca andesita y una mínima porción sobre caliza, misma que no es parteaguas; los suelos son litosol y pheozem.

Se observa una alta erosividad<sup>30</sup> relacionada principalmente con la formación Yanhuitlán. Ésta se ubica en un área de riesgo<sup>31</sup> (entendido como la probabilidad de que un peligro termine en un desastre<sup>32</sup> –el peligro es de tipo geológico–), pues está asentada sobre el corredor sismo-tectónico Tepelmeme-Sola de Vega, donde se disipa la energía sísmica debido a factores estructurales y litológicos. Corresponde al lineamiento tectónico de Caltepec, asociado a un sistema de fallas de movimiento lateral izquierdo formado por el límite tectónico de las provincias geológicas Mixteca y Zapoteca, que pone en contacto a las rocas de los complejos metamórficos Acatlán y Oaxaqueño, del Paleozoico y Precámbrico, respectivamente. Ahí se encuentran Nochistlán, Teposcolula, Yanhuitlán y Coixtlahuaca, y 52 poblados más. En la zona existe peligro estructural en los rangos de bajo hasta alto, y respecto al peligro sísmico, los rangos van de bajo a medio. Según la escala Mercalli modificada, la zona de estudio abarca dos rangos de intensidad que son ix y x.



Plano de hidrología superficial

En el extremo distal de la zona este, en Coixtlahuaca, se observa una falla lateral izquierda, y en el centro, una falla normal, asociadas al peligro de movimiento de masas por caída de rocas. Tiene una intensidad sísmica ix en la escala de Mercalli modificada; ocurren daños considerables en estructuras que pierden la vertical, con daño mayor en edificios sólidos e incluso colapso parcial y desplazamiento de cimientos, grietas en el suelo y tuberías subterráneas rotas. Aquí también se encuentra Yanhuitlán, pero alejado de las fallas.

La zona poniente está afectada por largas estructuras geológicas de anticlinales que provocan deslizamientos de diversa intensidad. En esta área hay un epicentro de 4.7-5.0 grados de magnitud con sismos de carácter oscilatorio, dominada por la intensidad sísmica x de la escala de Mercalli modificada, que provoca destrucción de estructuras desde los cimientos; suelo muy agrietado y rieles torcidos; corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y laderas escarpadas; movimientos de arena, barro y agua. Todos los poblados aquí asentados son vulnerables, como Teposcolula.

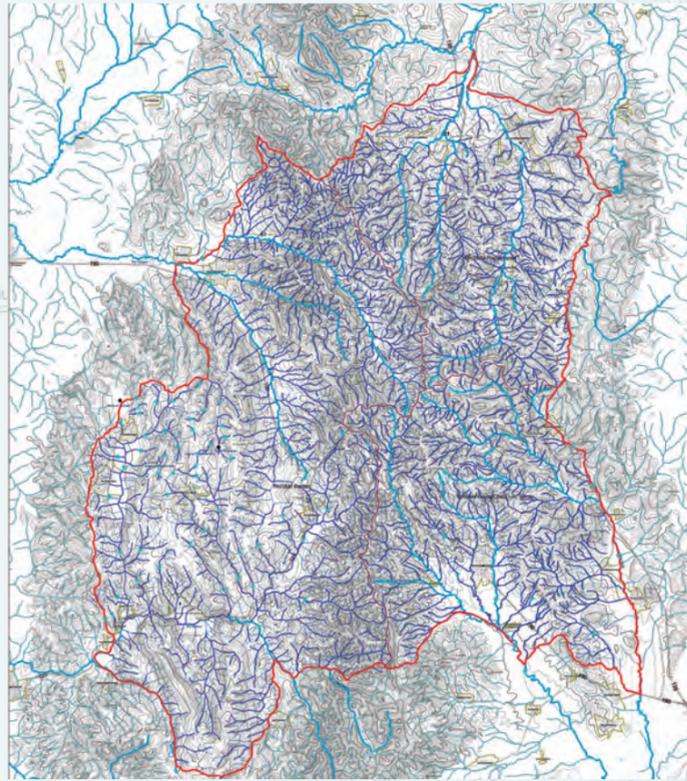
En la poligonal ocurre un gradiente de clima<sup>33</sup> que corre del suroeste con un grado de mayor humedad y más fresco, correspondiendo a cw, templado subhúmedo, donde está Teposcolula y Yanhuitlán. Hacia el noreste existe un menor grado de humedad y más alta temperatura, que se expresa como un clima bs cálido semiseco; ahí está Coixtlahuaca. En la poligonal domina el alto asoleamiento<sup>34</sup> en valles, cimas y laderas con orientación sur; el gran número de plegamientos hace un relieve muy intrincado, originando laderas y piedemontes con diferentes orientaciones. Las zonas de mayor pendiente tienen asoleamiento medio y bajo.

La vegetación<sup>35</sup> está sumamente afectada, tanto por el manejo antrópico, como por las características naturales de la zona. El ecosistema natural dominante es el bosque de *Quercus*, que está muy deteriorado y se circunscribe a las zonas con relieve intrincado; en las cimas encontramos pequeñas porciones de bosque de pino, tanto en andesita como en caliza. En pequeños parches aparece el chaparral, asociado a zonas bajas en piedemonte; la mayor parte se encuentra cubierto de pastizal inducido y vegetación introducida.

De acuerdo al uso de suelo,<sup>36</sup> la vegetación introducida está conformada por agricultura de temporal. Ésta ocupa 20% de la superficie, la cual produce maíz, frijol, haba, calabaza, trigo, cebada, alpiste, para los vivos, y para los muertos el cempaxúchitl y la flor de terciopelo; en este grupo también se incluyen las zonas urbanas con vegetación ornamental y reforestación urbana –hay 19 poblados y la infraestructura carretera que da acceso. La vegetación natural, conformada por los ecosistemas descritos, ocupa 50% de la superficie del área. El resto no presenta vegetación aparente, conformada en su mayoría por "badlands", zonas deterioradas con alto grado de erosión.

El levantamiento arquitectónico<sup>37</sup> se realiza mediante el escáner láser; con él se obtiene el modelo 3D de los tres conjuntos conventuales, tanto interior como exteriormente, y conforma la nube de puntos que constituye el modelo isométrico completo de los conjuntos con una exactitud de  $\pm 2$  mm, de la cual se obtienen plantas a diferentes niveles, cortes y fachadas; finalmente se les convierte en planos bidimensionales mensurables.

Con base en el análisis, didácticamente se ensayaron tres ejercicios de unidades ambientales. Se encontró la mejor explicación en aquellas confor-



Plano de patrones de escurrimientos

madras por la geomorfología, geología, hidrología y edafología, riegos y erosividad, ya que muestran índices de similitud en el comportamiento.<sup>38</sup> Además, estas características tienen una expresión significativa sobre la obra del hombre, y hacen posible predecir el comportamiento que relaciona las características ambientales con las estructuras arquitectónicas producto del ingenio humano.

### Conclusiones

Se observa una estrecha relación de la geomorfología del sitio con los procesos geológicos, hidrológicos y edáficos, mismos que muestran condiciones no favorables en el desplante de los edificios, principalmente porque el agua contribuye al comportamiento diferencial de las arcillas. Este efecto sobre el edificio se aúna a las condiciones geológicas adversas.

En Teposcolula encontramos las peores condiciones en el emplazamiento del edificio, tanto geológica como hidrológicamente. Resalta que sea éste, de los tres, el convento que no fue erigido sobre ninguna estructura prehispánica. En efecto, Yanhuitlán y Coixtlahuaca se desplantan sobre basamentos prehispánicos; estos sitios tienen mejores condiciones ambientales para el desplante de los edificios, ya que evitan las zo-

nas de inundación y los defectos geológicos. Lo anterior es prueba del desconocimiento que los españoles tenían de las condiciones del territorio.

Por otra parte, el control hídrico y de los sedimentos en la zona se debe observar a través del tratamiento regional retomando el antiguo sistema de producción en terrazas de relleno.

Finalmente, basta recordar que a través del levantamiento con escáner láser se determinó la forma exacta de los espacios y se encontraron sensibles diferencias con los levantamientos tradicionales con los que se contaba hasta el momento, como el levantamiento hecho con esta técnica por la Universidad de Texas, que se centró en las bóvedas<sup>39</sup> y no en el espacio del conjunto. Asimismo, a través de este levantamiento se pueden observar los daños en los edificios producidos por diferentes agentes y tener un testigo que muestre los cambios de los monumentos en el tiempo.

### Notas

- Este trabajo fue auspiciado por el PAPIIT de DGA-PA/UNAM proyecto IG400714. Se desarrolló con la participación de los alumnos de Metodología de Diseño Ambiental de 7° semestre de Arquitectura de Paisaje, 2014, y alumnos de Servicio Social y tesis para la licenciatura en Arquitectura, del Taller José Revueltas.
- Massimo Venturi Ferriolo, "Landscape ethics", en Herman Prigann, Heike Strelow y Vera David, *Ecological Aesthetics: Art in environmental design: Theory and practice* (Basilea: Birkhäuser, 2004).
- Rocío López de Juambelz, *Taludes: aspectos formales y técnicos* (México: Facultad de Arquitectura UNAM, 2005).
- Rocío López de Juambelz, *Diseño ecológico: aspectos estéticos, formales y técnicos* (México: Facultad de Arquitectura UNAM, 2008).
- Neil Smith y Phil O'Keefe, "Geography, Marx and the concept of nature", *Antipode* 2, vol. 12 (1980): 30-39.
- INAH, INAH Noticias [web], 20 de septiembre de 2012. Consultado el 19 de abril de 2015 en [http://www.inah.gob.mx/images/stories/Boletines/BoletinesPDF/article/6132/restauracion\\_exconventos\\_mixteca.pdf](http://www.inah.gob.mx/images/stories/Boletines/BoletinesPDF/article/6132/restauracion_exconventos_mixteca.pdf)
- INAH, Comunicado 384/12, 21 de noviembre de 2012 [digital]. Consultado el 19 de abril de 2015 en <http://calderon.presidencia.gob.mx/2012/11/documentan-restauracion-de-exconvento-de-yanhuitlan/>
- Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca* (México: FA/UNAM, 2014).
- Gonzalo Fernández de Castro Martínez y otros, *Geosenderos en el marco de la propuesta de Geoparque Yanhuitlán, en la Mixteca* (México: IG UNAM, en preparación).
- Gonzalo Fernández de Castro Martínez y otros, *Geosenderos en el marco de la propuesta de Geoparque Yanhuitlán, en la Mixteca*.
- Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca*.
- Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca*.
- Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca*.
- Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca*.
- Plano elaborado por Mariana Selene Flores de Jesús y Bárbara López Luna.
- INEGI, Cartas topográficas de escala 1:50 000: E14-D15, E14-D16, E14-D25, E14-D16, E14-D36, E14-D36.
- Plano elaborado por Sergio Castro Vega.
- Plano elaborado por Diana Hernández Aguilar y Bárbara López Luna.
- Javier Pedraza Gilsanz, *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones* (Madrid: Rueda, 1996).
- Plano elaborado por Guadalupe Ibañez Medina y Luis Alberto Flores Carapia.
- Plano elaborado por Carmen Angélica Guzmán Vázquez.
- INEGI, *Guía para la interpretación cartográfica. Edafología. Escala 1:250 000 Serie II* (México: Instituto Nacional de Estadística e Informática)
- Plano realizado por Benjamín Paredes Ramírez

- Alejandro Toledo y Lorenzo Bonzada-Robles, "El hidrosistema y el delta del río Balsas", en *El delta del río Balsas. Medio ambiente, pesquería y sociedad* [digitalizado por Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático]. Consultado el 7 de marzo de 2015 en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/376/hidrosis.html>
- Plano realizado por Carla Hasibi Álvarez León.
- Plano realizado por Alexis Astier y Joel Rodrigo Cruz Andrade.
- Robert Yarham, *Cómo leer paisajes. Una guía para interpretar los grandes espacios abiertos* (Madrid: H. Blume, 2010).
- Plano realizado por María Fernanda Zarco García.
- Mario Arturo Ortiz Pérez, "Revisión de planos para generar geofomas en el Altiplano Mexicano". [comunicación personal], 15 de octubre de 2013.
- Plano realizado por Carina Brüning y Miguel Ángel Chávez Morales.
- Plano realizado por Alexa Paola Pacheco Saucedo.
- Servicio Geológico Mexicano, "Peligros y riesgos por fenómenos naturales" [web], 28 de noviembre de 2013. Consultado el 9 de marzo de 2015 en [http://www.sgm.gob.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=86&Itemid=87](http://www.sgm.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=86&Itemid=87)
- Plano realizado por Carmen Angélica Guzmán Vázquez.
- Plano realizado por Hugo Marquina Pico y Ruksanda Rebollo López.
- Plano realizado por Erika Ramos Lara.
- Plano realizado por María Fernanda García Alarcón.
- Levantamiento escáner laser realizado por Vicente Rodríguez Valenzuela, Said Sainz Arellano y Luis H. Valdivieso Arellanes.
- Rocío López de Juambelz, "Análisis ambiental. Herramienta de diseño para la intervención del paisaje a escala regional", en Marcos Mazari y Gabriela Wiener, compiladores, *Arquitectura de Paisaje. Obras, proyectos y reflexiones* (México: Facultad de Arquitectura unam, 2012): 301-317.
- Benjamín Ibarra Sevilla, *El arte de la cantería mixteca*.

### Referencias

Fernández de Castro Martínez, Gonzalo y otros. *Geosenderos en el marco de la propuesta de Geoparque Yanhuitlán, en la Mixteca*. México: IG UNAM, en preparación.

Ibarra Sevilla, Benjamín. *El arte de la cantería mixteca*. México: Facultad de Arquitectura UNAM, 2014.

Instituto Nacional de Antropología e Historia. *INAH Noticias* [web], 20 de septiembre de 2012. Consultado el 19 de abril de 2015 en [http://www.inah.gob.mx/images/stories/Boletines/BoletinesPDF/article/6132/restauracion\\_exconventos\\_mixteca.pdf](http://www.inah.gob.mx/images/stories/Boletines/BoletinesPDF/article/6132/restauracion_exconventos_mixteca.pdf)

Comunicado 384/12, 21 de noviembre de 2012 [digital]. Consultado el 19 de abril de 2015 en <http://calderon.presidencia.gob.mx/2012/11/documentan-restauracion-de-exconvento-de-yanhuitlan/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cartas topográficas a escala 1:50 000. E14-D15, E14-D16, E14-D25, E14-D16, E14-D36, E14-D36.

Guía para la interpretación cartográfica. Edafología. Escala 1:250 000 Serie II. México: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

López de Juambelz, R. "Análisis ambiental. Herramienta de diseño para la intervención del paisaje a escala regional". En Marcos Mazari y Gabriela Wiener, comps. *Arquitectura de Paisaje. Obras, proyectos y reflexiones*. México: Facultad de Arquitectura UNAM, 2012: 301-317.

Taludes: aspectos formales y técnicos. México: Facultad de Arquitectura, UNAM, 2005.

Diseño ecológico: aspectos estéticos, formales y técnicos. México: Facultad de Arquitectura, UNAM, 2008.

Ortiz Pérez, Mario A. Entrevista de R. López de Juambelz [comunicación personal], 7 de septiembre de 2013.

"Revisión de planos para generar geofomas en el Altiplano Mexicano" [comunicación personal], 15 de octubre de 2013.

Pedraza Gilsanz, Javier. *Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones*. Madrid: Rueda, 1996.

Servicio Geológico Mexicano. "Peligros y riesgos por fenómenos naturales" [web], 28 de noviembre de 2013. Consultado el 9 de marzo de 2015 en [http://www.sgm.gob.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=86&Itemid=87](http://www.sgm.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=86&Itemid=87)

Smith, Neil y Phil O'Keefe. "Geography, Marx and the concept of nature", *Antipode* 2, 12 (1980): 30-39.

Toledo, Alejandro y Lorenzo Bonzada-Robles, "El hidrosistema y el delta del río Balsas", en *El delta del río Balsas. Medio ambiente, pesquería y sociedad* [digitalizado por Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático]. Consultado el 7 de marzo de 2015 en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/376/hidrosis.html>

Venturi Ferriolo, Massimo. "Landscape ethics". En Herman Prigann, Heike Strelow y Vera David. *Ecological Aesthetics: Art in environmental design: Theory and practice*. Basilea: Birkhäuser, 2004.

Yarham, Robert. *Cómo leer paisajes. Una guía para interpretar los grandes espacios abiertos*. Madrid: H. Blume, 2011.

Rocío López de Juambelz

Doctora en Arquitectura

Profesora

Unidad Académica de Arquitectura de Paisaje

Facultad de Arquitectura

Universidad Nacional Autónoma de México

✉ [rocio.ldej@gmail.com](mailto:rocio.ldej@gmail.com)