

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AMBIENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE CEMENTERIOS

METHODOLOGY OF ENVIRONMENTAL ANALYSIS FOR DEVELOPMENT OF CEMETERY PROJECTS

Contreras-López Christopher^a, Ramírez-Gómez, Nadyt^a, Moreno-Pérez, Emiliano^b y Cabeza-Pérez, Alejandro^c

^a Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División de Arquitectura, Mixquiahuala de Juárez Hidalgo, México, C.P. 42700. ccontreras@itsoeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería ICBI, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184.

^c Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria, Alcaldía de Coyoacán, México. C.P. 04510.

RESUMEN. Los cementerios son un equipamiento primordial para cualquier población, además de ser espacios de reconciliación espiritual. En los últimos años, éstos han ido incrementándose, entre otros aspectos, principalmente a la enfermedad pandémica del coronavirus (COVID-19), esto da a lugar a que diferentes comunidades tiendan a establecer panteones en terrenos sin un estudio previo que permita el correcto funcionamiento de estos equipamientos específicos, por lo que el objetivo de esta investigación es desarrollar un análisis de dos parcelas en el municipio de Acaxochitlán, Hidalgo, con la metodología de Análisis Ambiental para el cumplimiento de los requerimientos de las diversas instancias que intervienen en el proyecto, autorización y construcción de un nuevo panteón, en el entendido de que esta metodología es una herramienta integral que ayuda a la comprensión del entorno y posterior intervención del territorio. Los resultados muestran que el uso de una metodología de análisis ambiental es indispensable para señalar la pertinencia de los terrenos para desarrollarse como cementerios, ya que pueden ser propensos a inundaciones, tener pendientes prolongadas que evite la correcta circulación peatonal o afectar aguas nacionales o provocar cambios de uso de suelo drásticos que afecten a la población.

Palabras clave: Análisis ambiental, Desarrollo Sustentable, Cementerios

ABSTRACT. Cemeteries are essential equipment for any population, as well as being spaces for spiritual reconciliation. In recent years, these have been increasing, mainly due to the pandemic coronavirus disease (COVID-19), this gives rise to the fact that the different communities tend to establish cemeteries without a previous study that allows the correct functioning of these specific facilities, so the objective of this research is to develop an analysis of the two plots in the municipality of Acaxochitlán Hidalgo, with the Environmental Analysis methodology to meet the requirements of the various instances involved in the project, authorization and construction of a new cemetery, in the understanding that this methodology is an integral tool that helps to understand the environment and subsequent intervention of the territory. The results show that the use of an environmental analysis methodology is essential to indicate the relevance of the land to be developed, as cemeteries, since they may be prone to flooding, have long slopes that prevent proper pedestrian circulation or can affect national waters or cause drastic changes to land use that affect the population.

Key words: Environmental analysis, sustainable development, cemeteries.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el ser humano ha sentido una necesidad de reencontrarse con aquellos seres que han partido de un mundo sustancial, de esa forma, crean espacios de reconciliación espiritual que podemos llamar panteones o cementerios.

La definición de panteón deriva del griego παν, pan, «todo» + θεών, theon, «de los dioses», en este sentido, es el conjunto de todos los dioses de una religión o mitología politeísta particular, en lo particular la palabra se identifica como grandes monumentos mortuorios, así mismo su sinónimo

“cementerio” se considera un lugar de reposo para restos humanos (1)

La importancia social de los cementerios en México, se basa en el panorama que significó la conquista española para las costumbres prehispánicas como la cremación de los difuntos, y que a su vez eran prohibidas por la iglesia, salvo en ocasiones excepcionales como fueron las epidemias que asolaron al virreinato entre los siglos XVI y XIX, ello muestra una relevancia en la importancia de la creación de otros espacios, debido a que la mayoría de los panteones en el país comenzaron como

grandes zonas fúnebres de reconciliación, donde la visión integral de los múltiples aspectos artísticos, religiosos, anecdóticos y de vida cotidiana se conjugaban para darles un recuerdo que pervive y puede ser reconstruido en los cementerios (2).

Para el control de estos espacios se establece la ley de secularización de cementerios de 1859, que estableció el carácter civil de los camposantos y las criptas de los templos, o bien, el estilo arquitectónico italiano introducido en espacios específicos como el Panteón Francés de la Piedad, fundado en 1864 durante el imperio de Maximiliano de Habsburgo. Asimismo, estos evolucionan, sin importar que carezcan de elementos arquitectónicos relevantes o sean de pequeña extensión, todos los cementerios son patrimoniales ya que alojan a la memoria colectiva de las poblaciones (2).

Para 2020, se censaron 3953 panteones ubicados en las zonas metropolitanas de México, de los cuales el 52.8% prestan el servicio de forma indirecta, en colaboración con la comunidad, es decir son panteones que no están administrados directamente por alguna institución pública municipal o privada, eso significa que son panteones donde los ciudadanos de la localidad tienen un papel importante en las decisiones que tienen que ver con la operación de estos (3)

Por otro lado, estos panteones están distribuidos en las 41 zonas metropolitanas del país, éstos ampliaron su número y capacidad por diferentes razones que están definidas, por un lado, debido a enfermedades y problemas relacionados con la salud con más del 90% y por causas externas con menos del 10% de estas razones, esta ampliación en el número de muertes se mantuvo de manera constante desde 2012 hasta 2019 con un incremento sostenido que va de 52 hasta las 59 muertes por cada 10 mil habitantes en este periodo (4), que pudiera definirse la ampliación por el mismo crecimiento de la población. Sin embargo a partir de 2019 y hasta la fecha subió la tasa de 59 a 88 muertes por cada 10 mil habitantes, siendo una de las principales causas, junto con las enfermedades del corazón, la provocada por la enfermedad por coronavirus (COVID-19) (4), que es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV2 (5), a causa de esta enfermedad la

población de América Latina ha sido de las más afectadas del mundo, para febrero de 2022 se contaban con 66 millones de contagios y 1.65 millones de muertes para un total del 28% de la población mundial (6). Estas muertes ocasionaron la saturación de cementerios que, en promedio recibían hasta 5 diarios en la Ciudad de México antes de la pandemia, y pasaron hasta los 11 entierros diarios en enero de 2021 (7), misma situación que aquejó al resto del país. Por lo que el número de estos equipamientos incrementó, en gran medida, como lo muestra la estadística, por la pandemia que azotó a la población mundial.

Por otra parte, se aprecia que muchas comunidades a lo largo del territorio, comparten panteón con una más grande, tal es el caso de las localidades de Apaxtla el Grande y Apaxtla el Chico, quienes comparten este tipo de equipamiento con la localidad de Tepepa, todas en el municipio de Acaxochitlán, en el estado de Hidalgo, en este sentido, debido al incremento en las muertes en los últimos años, el panteón San Agustín de la comunidad de Tepepa, aumentó las cuotas de administración a las demás poblaciones con las que comparten este recinto funerario, por lo que estas dos comunidades en particular se vieron obligadas a crear su propio cementerio.

De acuerdo con lo anterior, surge la necesidad de cumplir con lo que establece la Ley de Salud para el Estado de Hidalgo, que en su capítulo V establece que, para la construcción de un nuevo panteón, éste deberá cumplir con los lineamientos técnicos que para tal efecto emita la secretaría de Salud y obtener la Autorización Municipal, dando aviso a la autoridad sanitaria con un mínimo de treinta días de anticipación (8).

En este sentido, Apaxtla el Grande y Apaxtla el chico, desde una asamblea general, destinan una parcela por cada población para la construcción del panteón en sus respectivas localidades sin tomar en cuenta ningún tipo de lineamiento. Por lo que surge la necesidad indispensable de tener una guía metodológica para el cumplimiento de los lineamientos que establece la Ley de Salud del Estado de Hidalgo para el establecimiento de nuevos panteones.

Es así, que el objetivo del presente trabajo es desarrollar un análisis de las dos parcelas con la metodología de Análisis Ambiental para el cumplimiento de los requerimientos de las diversas instancias que intervienen en el proyecto, autorización y construcción de un nuevo panteón, en el entendido de que esta metodología es una herramienta integral que ayuda a la comprensión del entorno y posterior intervención del territorio.

METODOLOGÍA

El análisis ambiental proporciona una visión integral sobre la comprensión del funcionamiento de las variables ambientales sobre un sitio, lo que lleva al comportamiento específico del espacio y permite contar con una base fundamentada para tomar decisiones tanto en uso de suelo como en el tratamiento que debe recibir el espacio, en este caso específico la de dos cementerios en el municipio de Acaxochitlán. La información del análisis cartográfico es la base, a partir de ésta, se realizan planos derivados que permiten la comprensión detallada del comportamiento de una región (9).

El primer paso para la comprensión del territorio es conocer los límites a partir de una poligonal que se traza en función de los intereses particulares del trabajo a realizar, en específico los dos cementerios ya mencionados. Desde el punto de vista ambiental, la forma más adecuada para definir límites en la región es a través de la movilidad de los materiales, principalmente el agua, elemento con mayor fluidez en la naturaleza, por ser ésta la responsable de la movilidad de los sedimentos y el comportamiento de los factores bióticos y abióticos. De modo que una región se conoce por medio de las cuencas hidrológicas que se originan debido al comportamiento topográfico. La comprensión de la topografía de un sitio es el primer argumento ambiental para entender a la región.

Una vez trazados los límites a partir de una poligonal definida a partir de las cuencas hidrológicas, se construye un plano base, que como su nombre lo indica, es la base para realizar los planos de análisis de todas las variables que incluya la topografía, poblaciones y cualquier elemento relacionado con el objetivo del proyecto.

Cuando ya se cuenta con el plano base, se realiza el análisis ambiental en función de la cartografía temática, en primer lugar, y posteriormente de la construcción de planos para un pleno entendimiento del comportamiento de la región y la posibilidad de encontrar sus diferencias y similitudes y la vocación que presenta. A continuación, se presenta la construcción de planos de análisis ambiental:

- Clima
- Geomorfología
- Hidrología
- Edafología
- Vegetación

Estas variables se refieren a la información básica indispensable desde el punto de vista ambiental para poder ofrecer fundamentos en la intervención de una región con respecto a lo que piden las instancias públicas para el proyecto de un panteón.

Una vez realizados los mapas, se realiza un diagnóstico del proyecto para ver su viabilidad, el cual se encamina a la valoración de las cualidades e identificación de la problemática existente en el sitio y con relación en el proyecto que se desarrolla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a la metodología, se realizaron los siguientes mapas que identifican las cualidades del sitio y problemáticas para el sembrado de un panteón:

Mapa base

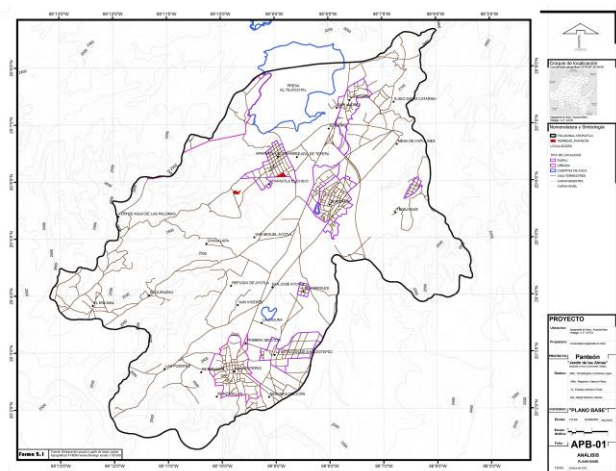


Figura 1. Mapa base

Se realizó una poligonal que tuviera a los dos terrenos en las dos localidades de estudio y se trazó a partir del movimiento del agua, tal y como se establece en la metodología, por lo que se buscaron las cimas, interfluvios y puertos, haciendo parteaguas que distribuyen a los escurrimientos naturales, además de cerrar la microcuenca con los escurrimientos. Este trazo asegura que el agua se mueva dentro de la región. El mapa base se muestra en la Figura 1 y se aprecian, en rojo, los dos terrenos propuestos para los panteones, siendo el de la derecha la propuesta para Apapaxtla el Grande y el de la izquierda para Apapaxtla el Chico.

Como parte de la geomorfología se realizan mapas temáticos de altimetría, pendientes y geología que se presentan a continuación.

Altimetría

Este mapa permite ver la morfología del terreno como los valles, pies de monte, laderas y cimas, además de que se representan las principales elevaciones en la región. Se puede observar que el panteón de Apapaxtla el Grande se encuentra en un valle, por lo que puede ser propenso a inundaciones, mientras que el terreno de Apapaxtla el Chico se encuentra en una ladera, por lo que es propenso a deslaves, sin embargo, ambas situaciones dependen del tipo de pendientes y los escurrimientos que crucen que incidan en cada sitio.

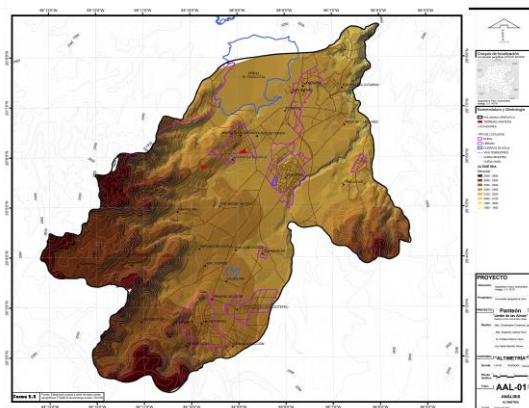


Figura 2. Mapa de altimetría

Pendientes

Los rangos de las pendientes se adaptaron a las necesidades del presente trabajo y se dividieron en seis clases utilizadas mayormente en México (10).

- 0-2° Planicie
- 2-5° Ligeramente plano
- 5-15° Moderadamente inclinado
- 15-30° Inclinado
- 30-45° Fuertemente inclinado
- <45° escarpado

El terreno en Apapaxtla el Grande presenta pendientes de 2-5° por lo que es ligeramente plano, ideal para recibir urbanización y con pocas posibilidades de inundación, sin embargo, se tiene que revisar el mapa de escurrimientos para establecer las medidas de mitigación correspondientes, el de Apapaxtla el Chico está en la clase de 15-30° lo cual está en el límite permisible para la urbanización y tendrá que tomar medidas de mitigación para los trayectos al interior del cementerio.

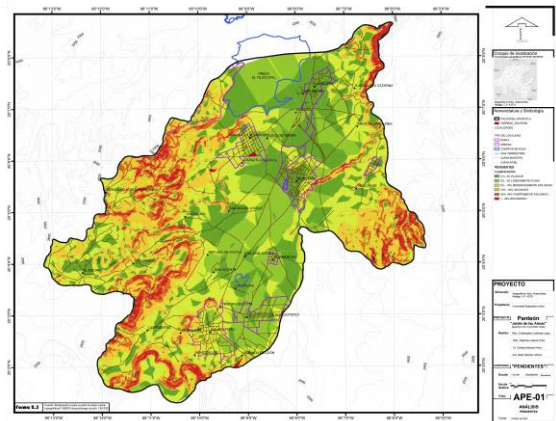


Figura 3. Mapa de pendientes

Geología

La mayor parte de la poligonal está formada por rocas ígneas que se originan a partir del material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre de magma que cuando emerge se le conoce como lava. En la poligonal, los dos terrenos se encuentran en un Piroclasto del Terciario Plioceno, que son rocas que están formadas por materiales fragmentados, expulsados por los conductos volcánicos proyectados al aire y depositados en la superficie.

Comprende fragmentos de diferentes tamaños y composición (11). En ambos casos se pueden aprovechar las rocas de la región, próximas a los terrenos, como el balasto, para la construcción de cimientos, muros o pavimentos, sin embargo, se tiene que revisar el mapa de edafología para ver si el grosor del suelo y establecer la pertinencia de la extracción de la roca para la construcción. Además de realizar pruebas de campo de excavabilidad para ver si en cada terreno existen las condiciones para depositar un féretro antes de llegar a la roca madre.

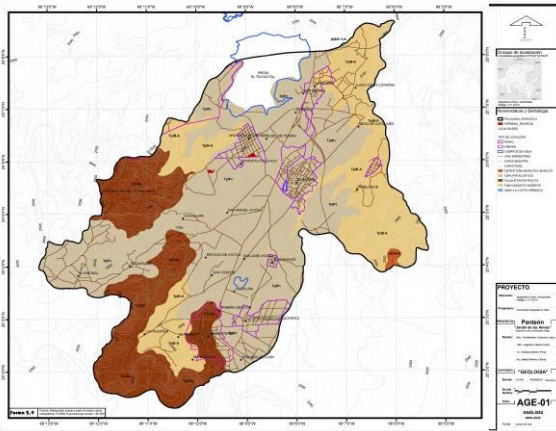


Figura 4. Mapa de geología

Hidrología

El ciclo hidrológico consta de varios y complicados procesos tales como la evaporación, infiltración, transpiración, escurrimientos superficiales y subterráneos y almacenamiento, si se conoce el ciclo del agua se puede comprender su comportamiento, tanto en la superficie como en el subsuelo (12). De este ciclo hidrológico se desprenden los mapas de escurrimientos superficiales y subterráneos que se presentan a continuación.

Escurrimientos superficiales

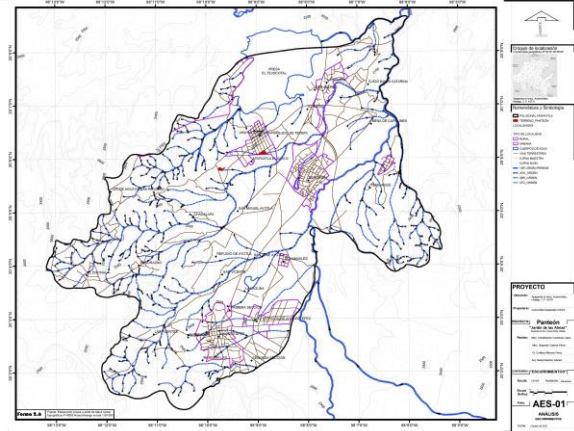


Figura 5. Escurrimientos superficiales

Las corrientes pluviales forman parte del ciclo hidrológico, ya que una cantidad del agua de lluvia que cae constituye el escurrimiento, que es la parte de la precipitación que forma corrientes superficiales. El escurrimiento superficial es producido por el volumen de lluvia que no intervino en los procesos de evaporación, infiltración, o almacenaje superficial, sino que escurrió por gravedad sobre la superficie del suelo y por la red de drenaje (12). Dentro de la poligonal existen varios tipos de escurrimientos, tanto perennes como intermitentes, que en su mayoría van a dar a la presa del Tejocotal o hacia la presa de Necaxa, por su parte cada predio tiene un escurrimiento intermitente que cruza por la mitad del predio, en este caso, el escurrimiento que cruza por el predio de Apaxtla el Grande es de segundo orden, lo que conlleva a acarrear más agua que el que está en el predio de Apaxtla el Chico.

Escurrimientos subterráneos

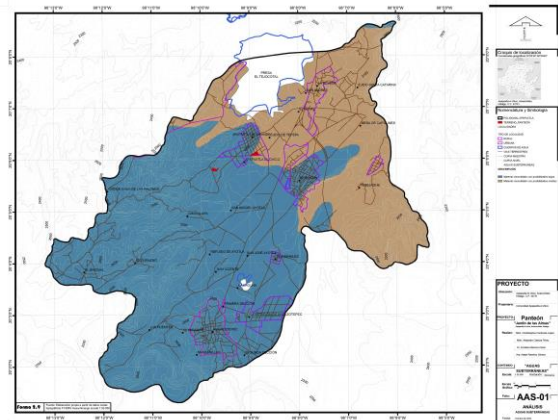


Figura 6. Escurrimientos subterráneos

Se presenta un solo tipo de material que es el consolidado, que incluye rocas sólidas con dureza y resistencia variable pero que poseen cohesión y tenacidad bien definida. En este caso tenemos posibilidades medias, que se consideran las rocas a lo largo del Eje Neovolcánico (13). Por otra parte, tenemos posibilidades bajas que se consideran a las rocas y afloramientos a lo largo del mismo Eje Neovolcánico en el Estado de Hidalgo (13).

En este sentido, aunque los dos predios están con materiales consolidados el predio que está en Apaxtla El Chico, es más factible porque es seguro que no haya agua subterránea que se pueda contaminar debido a la lixiviación de los necrosoles que se formarán cuando el panteón esté en uso. En cambio, en Apaxtla El Grande, es más la posibilidad de encontrar agua subterránea, lo cual sería un impedimento para la obtención de Constancia de No Afectación a Zonas Federales emitido por la CONAGUA y SEMARNAT, debido a la posible lixiviación de los necrosoles que se formen cuando el panteón esté en uso. Sin embargo, para ambos casos, se requieren pruebas de campo de permeabilidad para cada terreno.

Edafología

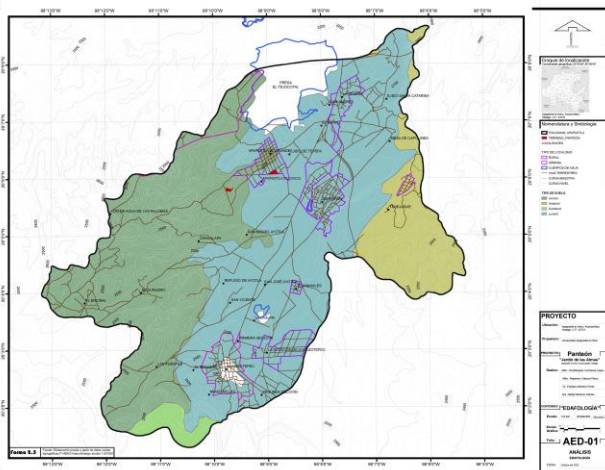


Figura 7. Mapa de Edafología

La Base Referencial de Suelos WRB 1998, es el sistema de clasificación de suelos. En este caso, tenemos 5 tipos de suelos en la poligonal que son Acrisol, Andosol, Cambisol y Luvisol, el terreno para el Panteón de Apaxtla el Chico está en un suelo de tipo Acrisol que son suelos con arcillas de muy baja

actividad y que no son fértiles en general para la agricultura. Muy susceptibles a la erosión por deforestación y remoción de raíces. Se caracterizan por sus colores rojos y amarillos claros con manchas rojas por ser muy ácidos, pH generalmente debajo de 5.5 donde la mayoría de los nutrientes no son disponibles para la mayoría de los cultivos tradicionales, por ello, su orientación más adecuada con fines de uso forestal. En cambio, el suelo que está en el terreno de Apaxtla El Grande es Luvisol, que es un suelo rojo gris, o pardo claro, es susceptible a la erosión especialmente aquellos suelos con alto contenido de limo y los situados en pendientes fuertes, son generalmente fértiles para la agricultura (14). En este sentido, el terreno que se encuentra en Apaxtla el Chico tiene más factibilidad para ser un cementerio ya que no habría un cambio drástico de uso de suelo, solamente recomendaciones para restablecer la vegetación existente, en cambio para el de Apaxtla el Grande, es necesario realizar un cambio de uso de suelo, ya que es de producción agrícola.

Vegetación

En la poligonal se encuentra el Bosque de Pino en la mayoría del territorio analizado, además de Bosque Mesófilo de Montaña en la parte Noreste, sin embargo, los dos terrenos están situados cerca del Bosque de Pino que es una comunidad vegetal propia de las zonas montañosas, los climas donde se desarrolla son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual entre los 6 y los 28°C y una precipitación entre los 350 y 1200mm. Se localiza desde los 150 hasta los 4200msnm, en el límite altitudinal de la vegetación arbórea (15). Cobra especial interés el saber el tipo de vegetación que hay en el lugar ya que se puede aprovechar, no nada más como un lugar de reconciliación espiritual, sino como una experiencia del espacio que la naturaleza del lugar pueda ofrecer, haciendo de estos espacios, lugares donde se puedan reforestar los relictos de los ecosistemas que alguna vez pertenecieron a la región, como es el caso del bosque de pino que se encuentra en el proyecto presentado.

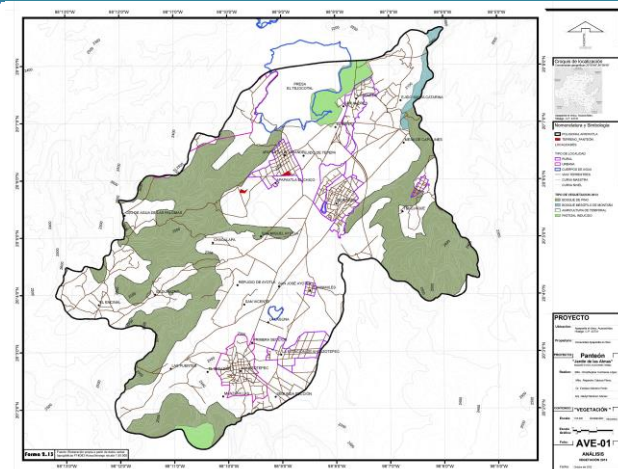


Figura 8. Vegetación

CONCLUSIONES

Los panteones son uno de los equipamientos urbanos que más ha crecido debido, entre otras situaciones, a la pandemia provocada por el COVID-19. Debido a lo anterior, se incrementó el número de éstos, por lo que muchas comunidades en los últimos años quieren construir el suyo sin conocimiento alguno de los bienes o perjuicios que un equipamiento de estos puede causar a su entorno.

En este sentido, se evalúan dos predios de comunidades vecinas en el municipio de Acaxochitlán, Hidalgo, los cuales fueron examinados mediante una metodología ambiental que permite la evaluación correcta de este tipo de inmuebles, ya que la metodología permite conocer cómo se comporta el entorno y evaluar con datos certeros la viabilidad de este tipo de inmuebles.

Una metodología integral es necesaria, antes de construir estos equipamientos, en cualquier predio, ya que esta evaluación dará pie a las comunidades el saber si los trámites ante gobierno van a ser positivos o negativos.

La metodología analiza desde un punto de vista científico, ya que se basa en la cartografía existente y los últimos datos que se puedan recabar para establecer las diferentes medidas de mitigación pertinentes para llevar a cabo el proyecto.

Los resultados indican que el predio de la comunidad de Apaxtla El Chico, es el más pertinente para establecer un panteón, ya que, aunque tiene pendientes pronunciadas, con las medidas de mitigación adecuadas, como caminos que no tengan más de 6° de pendiente, se puede establecer dicho equipamiento sin ningún problema.

El predio de la comunidad de Apaxtla el Grande tiene varios problemas a solventar, principalmente el de las aguas subterráneas, donde podría estar dentro o en el rango de afectación de aguas nacionales, además de que el uso de suelo cambiaría drásticamente, afectando la producción agrícola que existe en la región.

Independientemente del estudio de pertinencia, una vez construido el panteón, se recomienda que se hagan muestreos para ver el comportamiento de los lixiviados que pueden llegar a tener propiedades físico-químicas o microbiológicas que puedan llegar a contaminar, sobre todo, los mantos freáticos.

REFERENCIAS

1. Merino, Pérez Porto, J., & Pérez Porto, M. (8 de 0 de 2020). *Definición*. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/panteon/>
2. INAH. (2017). Expertos dialogan sobre la importancia histórica y patrimonial de los cementerios. *Boletín N° 128*.
3. INEGI. (2020). *Resultados de la Recopilación de Información de los Panteones Públicos en las Zonas Metropolitanas del País 2020*. México: INEGI Informa.
4. INEGI. (2022). *Estadísticas de defunciones registradas 2021*. México: Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
5. Organización Mundial de la Salud. (2022). https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1. Obtenido de https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1.
6. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). *Los impactos sociodemográficos de la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe*. Santiago: LC/CRPD.4/3.
7. Contrapunto noticias. (24 de 01 de 2021). <https://www.contrapunto.red/cementerios-de-la-ciudad-de-mexico-estan-saturados-por-aumento-de-muertes-por-covid-19/>. Obtenido de <https://www.contrapunto.red/cementerios-de-la-ciudad-de-mexico-estan-saturados-por-aumento-de-muertes-por-covid-19/>
8. Gobierno del Estado de Hidalgo. (30 de 08 de 2004). Ley de Salud para el Estado de Hidalgo. *Peródico Oficial del Estado de Hidalgo*, págs. 1-42.
9. López de Juambelz, R. (2012). Análisis Ambiental Herramienta de diseño para la intervención del paisaje a escala regional. En M. Mazari Hiriart, & G. Weiner, Vol

- IV de Arquitectura de Paisaje Obras Proyectos y Reflexiones* (págs. 301-317). México: FA/UNAM.
10. Hernández, E. S. (2014). *Caracterización morfológica y morfométrica de la carta Toluca*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.
 11. INEGI. (2005). *Guía para la Interpretación Cartográfica Geológica*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
 12. INEGI. (1989). *Guía para la interpretación cartográfica hidrológica*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
 13. INEGI. (2019). *Carta Hidrológica Aguas Subterráneas México*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
 14. INEGI. (2011). *Guía para la Interpretación Cartográfica Edafología serie II*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
 15. INEGI. (2017). *Guía para la Interpretación Cartográfica Uso de Suelo y Vegetación* (1 ed.). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía