

FLAAR



FLAAR
MESOAMÉRICA

Unión de la Laguna Yaxha con la Laguna Sacnab

FLAAR Documenta los
Niveles de Agua sin
Precedentes en PNYNN con
Fotografía Aérea de Dron y
Panorámicas desde el Suelo

Parque Nacional Yaxha Nakum
y Naranjo Reserva de la
Biosfera Maya

Redacción e investigación –
Nicholas Hellmuth

Fotografías de Dron –
Edwin Solares

Enero del 2025

Informes FLAAR

FLAAR (EE.UU.) y FLAAR
Mesoamérica (Guatemala)



Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción a la excursión de enero de 2025 al área de Yaxha, PNYNN | 01 |
| Conexión entre Laguna Sacnab y Lago Yaxha | 08 |
| Documentación fotográfica del aumento del nivel del agua y su impacto en la carretera que separa ambos lagos | 10 |
| Observación del cambio en el extremo suroeste del Lago Yaxhá debido al aumento del nivel del agua | 17 |
| Documentación del aumento del nivel del agua en PNYNN en enero del 2025 | 20 |
| Experiencia de camping en Yaxha al estilo tradicional Maya | 25 |
| ¿Cómo llegar a la isla Topoxte? | 30 |
| Sabana de 3 especies de helechos y laguna de 3 cenotes unidos | 41 |
| Elección del dron para obtener imágenes aéreas de calidad | 50 |
| Investigación adicional recomendadas | |
| - Geología | 52 |
| - Arqueología | 53 |
| Apéndice A | |
| ¿Cómo llegar al Área Yaxhá del Parque Nacional Yaxhá, Nakum y Naranjo (PNYNN)? | 55 |
| Apéndice B | |
| ¿Cómo llegar a la zona de ruinas de Nakum del Parque Nacional Yaxha, Nakum y Naranjo (PNYNN)? | 56 |
| Apéndice C | |
| Cómo llegar al Área de Ruinas Naranjo- Sa'al del Parque Nacional Yaxha, Nakum y Naranjo (PNYNN) | 57 |
| Apéndice D | |
| Información de contacto importante | 58 |

Introducción a la excursión de enero de 2025 al área de Yaxhá, PNYNN

En la primera semana de enero de 2025, se reportó que el nivel del agua del Lago Yaxhá y de la Laguna Sacnab había aumentado significativamente, al punto de unir ambos cuerpos de agua. La última vez que se registró un fenómeno similar fue en 1981 (Gabriella Moretti, comunicación personal, enero de 2025).

Dado el impacto de este evento, decidimos documentarlo mediante videos e imágenes aéreas con un dron de alta calidad, así como fotografías panorámicas desde el suelo con un iPhone 15 Pro Max. Registramos nuestro proyecto de documentación con CONAP y PNYNN, entidades que valoraron la iniciativa. La documentación se enfocó en la inundación del campamento de Yaxhá, la elevación del agua hasta la base del museo y la afectación de la parte trasera del Centro de Visitantes, cuya entrada quedó completamente sumergida. La carretera de acceso también está inundada, ya que los dos lagos ahora están conectados.

A pesar de esta situación, el parque sigue siendo accesible para los visitantes, ya que se han dispuesto embarcaciones que transportan a los turistas desde el estacionamiento del Centro de Visitantes hasta las ruinas de Yaxhá. Luego de explorar los palacios, templos piramidales, juegos de pelota y la selva tropical, los barcos los trasladan de regreso al estacionamiento.

Según Gabriella Moretti y CONAP PNYNN, se estima que este tipo de inundación ocurre aproximadamente cada 50 años. Documentar este evento es de gran importancia para la arqueología, ya que permite comprender mejor las condiciones ambientales que enfrentaron los mayas durante el Período Clásico. Además, es probable que cada cierto tiempo también ocurran períodos de sequía severa.

Una forma de analizar estos cambios históricos en el nivel del agua sería el estudio de la plataforma maya del Clásico situada al final de la calzada que conecta el sector sur con el borde del lago Yaxhá. Según registros del mapeo arqueológico de la década de 1970, en ese extremo existía una plataforma rectangular que en aquel entonces permanecía bajo el agua. Esto sugiere que, durante el Período Clásico, el nivel del lago pudo haber sido aproximadamente dos metros más bajo que su nivel más bajo registrado desde la década de 1970 hasta la actualidad.

Variaciones en el nivel del agua

El nivel más bajo documentado en años recientes ocurrió en 2005 (Sebastián de la Hoz, comunicación personal, enero de 2025). En los años siguientes, el agua descendió algunos centímetros adicionales, lo cual se evidencia en las imágenes satelitales de Google Earth Timelapse.

El sitio web Google Earth Timelapse solo ofrece imágenes a partir de 1984. Sin embargo, en ese año las nubes cubrían gran parte de los lagos, lo que dificulta la observación de detalles clave. Los científicos y geólogos con acceso a bases de datos especializadas podrían encontrar imágenes satelitales de los años 1980-1983 para evaluar mejor la evolución del nivel del agua.

En general, las bases de datos satelitales de Internet tienen una resolución limitada, lo que dificulta su uso en investigaciones científicas detalladas. No obstante, las imágenes actuales permiten identificar qué áreas están cubiertas por agua y cuáles permanecen secas.

Diferencias en el color del agua

Es importante notar que el agua de cada lago presenta un color diferente. Si se observan las lagunas al oeste del Lago Yaxhá en plataformas como Google Earth o Satellites.pro, se puede notar que cada una tiene una tonalidad particular. Esto podría estar relacionado con variaciones en la profundidad, tipo de sedimentos o contenido mineral del agua.



Fig. 1. Año 2001, Lago Yaxha al oeste y Laguna Sacnab al este. Google Earth, Timelapse, sin retoque digital.

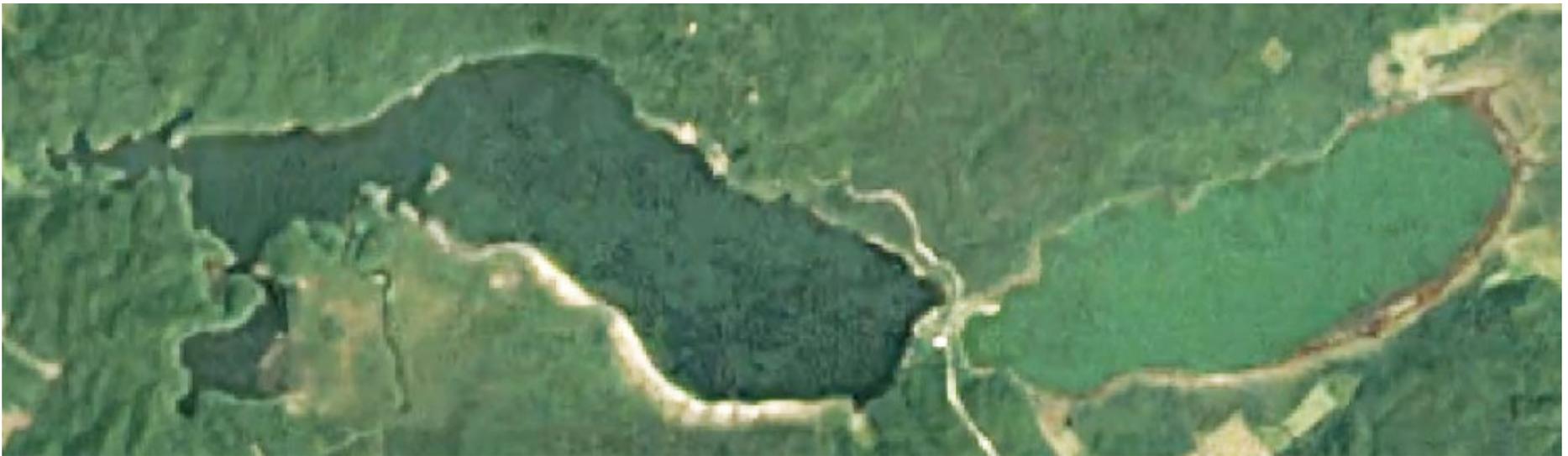


Fig. 2. Si el archivo fuera en formato RAW de alta resolución podría mejorar mucho más la imagen, y si tuviera el software Capture One de Phase One en Dinamarca, podría procesar mejor la imagen, pero al menos en Adobe Photoshop, con dos segundos de mejora (Brillo +105 y Contraste +17), podría hacer que fuera más fácil ver todo. Para las siguientes fotos que muestran más años de nivel de agua, utilizo Photoshop básico para mejorar cada vista satelital.



Fig. 3. El agua que entra al Cenote Oeste-Sur está seca excepto en los bordes; la entrada al cenote sur en barco está a la izquierda.



Fig. 4. Ahora se puede observar que la zona suroeste tiene menos agua y más suelo sobre el agua. Año 2003, Google Earth Timelapse.



Fig. 5. Parece que la ruta hacia el cenote más al sur es tierra firme en la boca superior y a mitad de camino. Año 2004, Google Earth Timelapse.

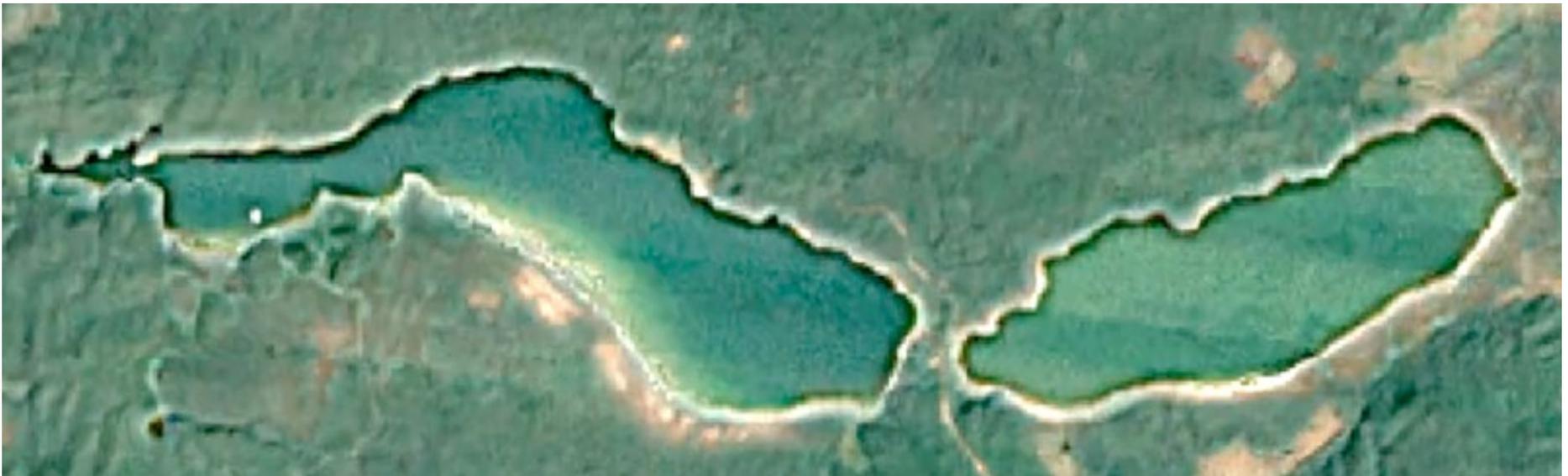


Fig. 6. Las islas de Topoxte , Isla Paxte e Isla Cante parecen más unidas entre sí que islas en estos años secos de 2005 y anteriores; Timelapse de Google Earth.



Fig. 7. En 2006 ya no hay forma de llegar al cenote sur en barco. Y Yaxhá se separa aún más de la laguna Sacnab a medida que baja el nivel del agua. Timelapse de Google Earth.



Fig. 8. El tercio occidental del lago Yaxhá se ve más delgado (de norte a sur) en 2007 que el año anterior. Timelapse de Google Earth 2007.



Fig. 9. Todavía en 1985, tanto el lago Yaxhá como la laguna Sacnab parecen tocar el borde de la carretera a Yaxhá. Habría que preguntarle al PNYNN si la carretera misma se inundó en 1981, 1982, 1983, 1984 o en el año de esta vista satelital, 1985. La mayor parte del área suroeste está inundada, pero no hasta el extremo este para unirse con el río Ixtinto, excepto su extremo norte.



Fig. 10. En el Timelapse de Google Earth de 1989, se puede ver que el agua se ha reducido definitivamente más que en la vista de 1985.

Conexión entre Laguna Sacnab y Lake Yaxha

Al 28 de enero de 2025, ni Google Earth ni Satellites.pro mostraban los dos lagos conectados, probablemente porque las imágenes satelitales disponibles correspondían aún al año 2024. La vista satelital de Google Earth en enero de 2025 resulta poco precisa y poco útil para ecólogos, biólogos y arqueólogos, ya que no proporciona información clara sobre la fecha exacta de captura de las imágenes.

El camino de tierra cubierto de grava que cruza entre los dos lagos, desde el Centro de Visitantes hacia el norte, fue elevado aproximadamente un metro hace algunas décadas. Cuando FLAAR realizó el mapeo de Yaxhá a inicios de la década de 1970 y en visitas posteriores, el nivel del camino permanecía como se había mantenido durante miles de años. No se observó ninguna conexión artificial entre los dos lagos que pudiera haber sido construida por los mayas. Prefiero referirme a Yaxhá como “lago”, ya que, por su tamaño, me parece más adecuado que la denominación de “laguna”, término que reservo para Sacnab.

En 1984, FYDEP elevó el camino casi un metro con grava y tierra, ya que a principios de la década de 1980 (1981), cuando Gabriella Moretti visitó Yaxhá por primera vez, era necesario utilizar un bote para llegar a las ruinas. Una vez en tierra firme, el acceso implicaba subir una colina empinada, pasando por dos cenotes secos al oeste. Este era el sendero que el equipo de FLAAR utilizó cuando su campamento se ubicaba aproximadamente doce metros al sureste del actual estacionamiento cercano a la Plaza C y al Grupo E astronómico, la primera plaza que experimentan los visitantes.

El campamento de FLAAR no se trasladó al nivel del lago hasta que el presidente Arana solicitó a FYDEP la construcción de un camino estrecho por la ladera de la colina. Esto permitió que el equipo pudiera establecerse en un área con acceso directo al agua, evitando así la ardua tarea de cargar en baldes el agua potable desde el lago

hasta la cima de la colina. Recuerdo que cuando Ian Graham nos visitó, expresó su reconocimiento al trabajo realizado por Hellmuth, Orrego y los voluntarios, quienes transportaban el agua a pie hasta el campamento.

En 2025, el acceso a las plazas y estructuras monumentales de Yaxhá es más cómodo subiendo la colina por la calzada (sacbe). Luego, tras recorrer las ruinas, los visitantes pueden descender hasta el muelle a través de un sendero estrecho en dirección este para abordar un bote de regreso.

A partir de diciembre de 2024, el nivel del lago comenzó a subir hasta cubrir con algunos centímetros de agua la carretera elevada. Sebastián de la Hoz nos compartió fotografías que documentaban esta situación en diciembre. Posteriormente, en enero de 2025, las lluvias continuaron, lo que provocó un incremento aún mayor en el nivel del agua, resultando en aproximadamente una docena de centímetros de agua sobre la carretera y la unión definitiva entre los dos lagos.

Al enterarme de esta situación mantuve comunicación con Moisés Daniel Pérez Díaz (Teco) y posteriormente con Gabriella Moretti y su hijo Sebastián, comprendí la importancia de documentar este evento para el Parque Nacional Yaxhá, Nakum y Naranjo (PNYNN), CONAP y la comunidad científica. Este fenómeno brinda una oportunidad única para que investigadores analicen hasta qué punto puede llegar el nivel del agua en la zona. Igualmente, es crucial para FLAAR fotografiar el nivel del agua alrededor de la isla Topoxte y las demás islas cercanas.

Si bien la mayoría de los videos del dron se presentan en un formato independiente, este informe se centra en las fotografías tomadas desde el suelo.



Fig. 11. Fotografía aérea tomada desde un avión del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (IGN) en 2006, mostrando el Lago Yaxhá a la izquierda y la Laguna Sacnab a la derecha. Se observa la distancia entre ambos cuerpos de agua cuando el nivel es relativamente bajo. El punto blanco brillante es el Centro de Visitantes; el hotel El Sombrero Ecolodge está al suroeste. La base militar está en el lado este de la carretera entre los dos lagos. El camino blanco que se dirige al norte lleva al estacionamiento de la entrada sureste de la antigua ciudad maya de Yaxhá.

Documentación fotográfica del aumento del nivel del agua y su impacto en la carretera que separa ambos lagos



Fig. 12. Vista hacia el norte a lo largo de la carretera entre el lago Yaxha a la izquierda y la laguna Sacnab a la derecha. Fotografía panorámica de Nicholas Hellmuth con iPhone 15 Pro Max en modo Pano. 25 de enero de 2025.



Fig. 13. Fotografía que documenta cómo los dos lagos están completamente unidos. El camino de grava, que originalmente se construyó al menos un metro por encima del nivel del suelo, ahora está cubierto por el agua, lo que indica un aumento significativo del nivel.

Fotografía panorámica de Nicholas Hellmuth con iPhone 15 Pro Max en modo Pano , 25 de enero de 2025.
Archivo fotográfico FLAAR de flora, fauna y ecosistemas.



Fig. 14. A la izquierda hay un lago y a la derecha el otro. Aquí se puede ver que ambos lagos han crecido tanto que se han unido.
iPhone 15 Pro Max, 25 de enero de 2025.



Fig. 15. Fotografía que muestra árboles en riesgo de morir si el agua cubre sus raíces por demasiado tiempo. La presencia de estos árboles indica que el nivel del agua no había subido tanto en muchas décadas. Lago Yaxhá a la izquierda, Laguna Sacnab a la derecha. La zona blanca al fondo marca el punto donde la carretera se eleva lo suficiente para no ser cubierta por el agua.



Fig. 16. Aquí se puede ver cómo todo el nivel del agua del lago ha subido tanto que el final del lago ahora cubre la carretera con unos 12 centímetros de agua.

Y nuevamente, se pueden ver varios troncos de árboles muy grandes que documentan que el agua no había subido tanto desde principios de la década de 1980. Así que estos árboles tuvieron alrededor de 40 años para crecer.

Fig. 17. Para obtener fotografías que capturan ambos lagos conectados, se recorrió un kilómetro a pie desde el hotel hasta el área inundada y de regreso

Se recomienda no caminar por el agua debido a la presencia de cocodrilos en el Lago Yaxhá.

Además, hay botes disponibles en el Centro de Visitantes de la entrada del parque para transportar a los turistas de manera segura a las ruinas y luego de regreso al Centro de Visitantes cuando haya experimentado las pirámides, los templos, los palacios, las acrópolis, las calzadas, las plantas de la selva tropical y, a menudo, muchas de las dos especies de monos locales: el mono araña y el mono aullador.

Foto de Norma Estefany Cho Cu, 25 de enero de 2025.





Fig. 18. Cuando nos preguntaron si FLAAR tenía fotos áreas de años anteriores, tuve la fortuna de encontrar una de algunas décadas atrás. Esta es una fotografía aérea histórica que pude capturar desde un helicóptero hace varias décadas. Gracias a la amabilidad del dueño del helicóptero, fue posible capturar imágenes sin obstrucciones. Aunque las notas indican que la foto es de los años 90, el bajo nivel del agua sugiere que podría ser de los años 80, por lo que es más probable que esta y las siguientes fotos del área de la isla Topoxte sean de dichos años.

En esta foto se pueden ver ambos lagos uno frente al otro y ni un centímetro de la carretera sobresale del agua. Esta foto fue tomada antes de que se iniciara la base militar.

Esta fotografía aérea del IGN es de gran valor, ya que ofrece un nivel de detalle superior al de cualquier vista satelital en línea. En ella, se observa claramente que el cenote suroeste es un cuerpo de agua aislado, sin conexión visible con ríos o lagos. Esto indica que, a pesar de la ausencia de agua superficial, el cenote retiene agua, probablemente debido a la filtración subterránea, característica común en regiones con geología kárstica (formaciones de piedra caliza).

Además, la imagen revela que el río Ixtinto aún mantiene un pequeño caudal de agua en su lecho, evidenciando la dinámica hídrica de la zona.

Para lograr un mapeo detallado de esta región, FLAAR necesita un dron cartográfico capaz de capturar imágenes aéreas de alta resolución. Este dron permitiría generar mapas precisos mediante la intersección de múltiples fotografías, procesadas posteriormente con software especializado. Entre las áreas de interés destacan la isla Topoxte, la isla Paxte y la isla Cante, que en 2006 ya no eran islas debido al bajo nivel del agua.

Para lograr un mapeo detallado de esta región, FLAAR busca incorporar un dron cartográfico capaz de capturar imágenes aéreas de alta resolución. Este equipo permitiría generar mapas precisos mediante la intersección de múltiples fotografías, procesadas posteriormente con software especializado. Entre las áreas de interés destacan la isla Topoxte, la isla Paxte y la isla Cante, que en 2006 ya no eran islas debido al bajo nivel del agua.

El costo estimado para adquirir el dron, baterías adicionales esenciales, software de mapeo, impuestos de importación a Guatemala y el registro ante las autoridades asciende a \$6,000. Contar con este equipo facilitaría significativamente la documentación y el estudio de esta zona.

Las personas interesadas en apoyar esta iniciativa pueden obtener más información contactando a FLAAR a través del correo electrónico FLAARadm@FLAAR.org. Existen diversas opciones para contribuir.



Fig. 20. Esta foto aérea del IGN corresponde a un año claramente seco, el 2006. Las fotos time-lapse de Google Earth muestran que el año 2006 fue, en efecto muy seco. En el 2007 hubo un poco menos de lluvia, por lo que el nivel del lago fue ligeramente más bajo, pero esta foto aérea del IGN del 2006 es mil veces más detallada que cualquier foto satelital en línea.



Fig. 21. Este mapa del IGN también corresponde aproximadamente al año 2006. Refleja una época de extrema sequía, evidenciada por la división de la Laguneta El Juleque en dos cuerpos de agua separados. Asimismo, ambos cenotes en el extremo oeste de Yaxhá aparecen completamente aislados, con el cenote sur notablemente alejado del borde seco del lago.

El mapa emplea la ortografía "Yaxja" (con acento), la cual debería corregirse a "Yaxha", ya que "ha" significa agua en maya. "Yax" puede referirse a los colores verde o azul. Además, "Yaxha" es un término utilizado en algunos idiomas mayas para referirse al caucho, aunque no se han identificado árboles de caucho en los alrededores del lago Yaxhá.

En cuanto a la nomenclatura de la región, la isla Topoxte está correctamente identificado con el número 205, pero la ubicación

del sitio arqueológico Topoxte no corresponde a la isla representada en el extremo izquierdo del mapa. Sería preferible que los cenotes estuvieran debidamente nombrados, como "Cenote Oeste-Noroeste" y "Cenote Oeste-Suroeste", así como incluir referencias a la "Sabana de Tres Especies de Helechos" y la "Laguneta de Tres Cenotes Unidos".

Otro ajuste clave sería representar el río Ixtinto con una línea azul continua para reflejar su flujo. Además, cuando el nivel del lago aumenta, el agua se expande hacia el sur, principalmente en la zona entre los números 13 y 15. También es importante señalar que las líneas discontinuas horizontales en el extremo este de Yaxhá indican el punto donde los lagos tienden a unirse cuando el nivel del agua sube. No obstante, el área blanca que representa esta expansión debería desplazarse unos metros hacia el sur para mayor precisión.



Documentación del aumento del nivel del agua en PNYNN en enero del 2025

Fig. 22. Esta fotografía aérea tomada con dron por FLAAR muestra la parte oeste del Centro de Visitantes, con el extremo este del lago Yaxhá completamente inundado. Al fondo, se observa la laguna Sacnab.

Los árboles a lo largo de la orilla del lago Yaxhá adquieren un tono blanquecino cuando el aumento del nivel del agua sumerge sus raíces y troncos por más de unas semanas, lo que provoca su muerte.

Todas las imágenes fueron capturadas con un dron de FLAAR, registrado para volar en Guatemala y autorizado dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM, Petén). El dron fue pilotado por Edwin

Solares de FLAAR Mesoamérica, siguiendo rutas sugeridas por Nicholas Hellmuth.

Las condiciones de luz y las nubes se aprecian mejor en fotografías tomadas en formato RAW. La expedición a Yaxhá tuvo lugar la tarde del 23 de enero de 2025, tras un recorrido de aproximadamente 540 kilómetros desde la Ciudad de Guatemala, pasando por Sayaxché. Agradecemos a Gabriella Moretti, quien amablemente proporcionó una lancha a motor del hotel Ecolodge El Sombrero, facilitando la captura de imágenes para PNYNN y CONAP.



Fig. 23. Primer plano de la zona inundada del Centro de Visitantes. Esta perspectiva resalta que, a pesar de la crecida del lago, el estacionamiento frente al Centro de Visitantes permanece seco y accesible para quienes llegan a explorar las antiguas ruinas mayas de Yaxhá.

Para facilitar el recorrido, la administración del parque ofrece botes que transportan a los visitantes hasta la base de la calzada (sacbe), desde donde pueden caminar hasta las ruinas. Al finalizar el recorrido, los botes disponibles en la parte sureste del sitio los llevan de regreso al Centro de Visitantes, donde pueden recoger su vehículo o abordar su autobús turístico.

Las imágenes capturadas con dron fueron procesadas digitalmente por Nicholas Hellmuth y tomadas por Edwin Solares.



Fig. 24. Vista del área ligeramente al oeste del museo Yaxhá. Originalmente, esta zona frente a los edificios era una explanada amplia, pero con la crecida del lago, ha quedado completamente inundada.

Fotografía capturada el 25 de enero de 2025 por Nicholas Hellmuth con un iPhone 15 Pro Max. Como puede apreciarse, la cámara ofrece una calidad excepcional. Además, al utilizar el modo RAW, se agiliza el procesamiento de imágenes y se obtienen resultados optimizados, como los que se presentan aquí.

Todas estas fotografías serán donadas al IDAEH y al CONAP.



Fig. 25. En esta imagen se observa cómo el nivel del agua ha aumentado hasta alcanzar la base del museo.

A la derecha, se encuentra el área de camping, que aún puede utilizarse, ya que el agua no ha llegado a inundar el suelo ni el terreno circundante. Fotografía de Nicholas Hellmuth, tomada el 25 de enero de 2025 con un iPhone 15 Pro Max.



Fig. 26. El agua rodea dos lados del museo.



Fig. 27. Aquí nuevamente se puede ver que el agua ha inundado dos lados del museo.

Experiencia de camping en Yaxhá al estilo tradicional Maya

En Yaxhá, la zona de campamento ofrece una experiencia única, con instalaciones cubiertas por techos de palma al estilo tradicional maya. Para quienes prefieren mayor comodidad, en el segundo piso del Centro de Visitantes hay un restaurante, aunque el acceso al área de campamento requiere una caminata considerable.



Fig. 28. El museo está más cerca del agua, por lo que está inundado. Las estructuras para acampar están más altas, por lo que (aún) no están inundadas en absoluto.



Fig. 29. Un buen lugar para acampar: la selva tropical detrás y el lago frente a ti. La gente instala sus tiendas de campaña en el segundo piso.

Desde el campamento seguramente hay un sendero para subir la colina hasta llegar a la Plaza C, el astronómico "Grupo E", llamado así por el Grupo E de Uaxactún. Yaxhá es una de las pocas ciudades mayas donde Hellmuth notó que hay dos Grupos E. Busca en Google Grupo E o Grupo E y verás que la mayoría de los sitios mayas tienen al menos uno y varios tienen dos.



Fig. 30. Colocas tu carpa en el segundo piso. La vista del lago Yaxhá será espectacular. Pregunta a los lugareños dónde hay un cocinero que pueda prepararte comidas a 5 minutos a pie.



Fig. 31. Todas estas áreas en la orilla norte del lago Yaxhá son para los administradores del parque y para los guardaparques y las personas que mantienen limpios los senderos en las ruinas de Yaxhá. Afortunadamente todas estaban lo suficientemente altas como para que la mayoría no estuviera bajo el agua. Pero el campo de fútbol y toda la "zona de playa" están bajo muchos metros de agua ahora en enero de 2025.



Fig. 32. La otra opción para pasar la noche es el bonito hotel El Sombrero Ecolodge, cuyo restaurante está abierto de 7:00 a 21:00 horas. Se puede pedir comida italiana, guatemalteca o de estilo internacional. Los monos aulladores se balancean entre los árboles sobre el hotel.

El principal objetivo de nuestra excursión a la zona de Yaxhá, dentro del Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo (PNYNN), fue documentar el aumento del nivel del lago. **Esta información permitirá a arqueólogos, ecólogos y biólogos comprender mejor las condiciones que enfrentaron los antiguos mayas durante más de mil años** mientras construían pirámides, templos, palacios, acrópolis, canchas de pelota y calzadas (sacbé). **Los mayas, conscientes de las fluctuaciones en el nivel del agua, evitaron edificar estructuras importantes en zonas propensas a inundaciones periódicas. Sin embargo, es probable que el clima y los niveles hídricos hayan variado a lo largo de los periodos Preclásico, Clásico y Posclásico.**

Enero forma parte de la temporada de lluvias, por lo que no fue sorprendente que la noche del 23 y todo el día 24 estuvieran marcados por intensas precipitaciones. Esto impidió el uso del dron y la captura de fotografías con iPhone. Ante esta situación, decidimos extender nuestra estadía una noche más y partir temprano el día 25. Agradecemos a Sebastián de la Hoz, hijo de Gabriella Moretti (propietaria del hotel), por conducir la lancha ese día. A pesar de la nubosidad, logramos aprovechar un par de horas en la mañana para tomar fotografías antes de regresar a la Ciudad de Guatemala.

Además, el equipo necesitaba regresar para continuar con un proyecto de documentación acerca de la protección ecológica de manglares en la costa del Pacífico de Guatemala, pues nos encontramos elaborando un documental al respecto, dirigido por Edwin Solares, fotógrafo principal de FLAAR en colaboración con otras organizaciones. FLAAR también ha documentado previamente las zonas de manglares rojos en la costa caribeña del país, durante un estudio de 18 meses en coordinación con el municipio de Livingston. Durante esa investigación, se lograron identificar y fotografiar varias especies de manglares negros en la región de Izabal. Sin embargo, el proyecto se vio interrumpido entre 2018 y 2020 debido al cierre del aeropuerto de Guatemala durante la pandemia de COVID-19.

En un estudio posterior, llevado a cabo durante un proyecto de cinco años en coordinación con CONAP para la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en Petén, Nicholas Hellmuth identificó restos de manglares a lo largo del río San Pedro, en la frontera entre Petén y Tabasco, a unos 200 kilómetros del océano más cercano.

En enero de 2025, la disponibilidad de Edwin fue clave para continuar con la documentación de estos ecosistemas en la Costa Sur. Tanto FLAAR (EE.UU.) como FLAAR Mesoamérica (Guatemala) se especializan en fotografía para la documentación y difusión de información con el fin de promover la conservación de ecosistemas frágiles. Por ello, trabajamos simultáneamente en diversos proyectos ecológicos, aportando imágenes y estudios que contribuyen a la protección del medioambiente.

¿Cómo llegar a la isla Topoxte?

Se cree que Topoxte fue inspirada en Chichén Itzá y otras estructuras de arquitectura “tolteca”, aunque, naturalmente, no alcanza la magnitud de las imponentes pirámides de Yucatán ni de otros sitios mesoamericanos. En Yaxhá también identifiqué un montículo frente a la Estela 11 de Tláloc que presentaba columnas redondas de piedra, que probablemente también fueron de madera en su versión original.

Aunque la isla Topoxte estuvo habitada durante el periodo Clásico Tardío, la mayoría de las estructuras visibles hoy en día corresponden al periodo Posclásico Temprano, e incluso a una fase muy tardía dentro de esta etapa.

El río Ixtinto se encuentra al oeste de la isla. Además, en la zona hay otras dos islas, aunque no cuentan con senderos para visitantes, por lo que la isla Topoxte sigue siendo el principal atractivo. Para visitarla, se recomienda hacer una reserva anticipada de un bote y un capitán en el hotel El Sombrero Ecolodge.

En el extremo oeste del lago Yaxhá, se encuentran dos formaciones geológicas kársticas con características similares a cenotes. Estas han sido documentadas en mapas, fotografías aéreas con drones y diversos informes elaborados por FLAAR. Si deseas incluirlas en tu itinerario en barco, es importante planificarlo con antelación, ya que la visita requiere tiempo adicional y mayor consumo de combustible.

Existen varios informes arqueológicos sobre Topoxte, realizados por investigadores antes y después del proyecto FLAAR. Muchos de estos estudios, incluidos los de William Bullard, están disponibles en línea. Además, en FLAAR hemos documentado no solo el aspecto arqueológico de la isla, sino también la biodiversidad que habita en ella y sus alrededores.

HELLMUTH, Nicholas

2019 Isla Del Musgo *Tillandsia usneoides* (L.) L. Bromeliaceae. Isla de Topoxté, Yaxha, Guatemala. FLAAR Mesoamerica. 29 pages.



Fig. 33. Si amplías la imagen, puedes ver el techo de hojalata de color verde brillante/ azul de una estructura para que los turistas descansen cuando llueve. Hay varios de estos refugios en la isla de Topoxte . Las islas de Paxte y Cante están cerca, pero son visitadas solo por botánicos, ecologistas o arqueólogos, rara vez por turistas.



Fig. 34 Contar con un dron de calidad superior es de gran ayuda: el Mavic 3 es, sin duda, una mejora respecto a nuestro dron anterior, el Mavic 2 Pro.

Es fundamental contar con un piloto de drones experimentado. En años anteriores hemos contado con el apoyo de: Haniel López, Emmanuel Chocooj y Brandon Hidalgo. Desde el 2024 hasta 2025, el piloto de dron es Edwin Solares.

Fig. 35. Esta increíble y rara vista muestra el extremo occidental del lago Yaxhá y otros dos lagos más al oeste. Este fue un año normal: no totalmente seco, pero tampoco inundado.

No sé quién tomó esta foto, es de los años 70 o 80 y es una vista increíblemente detallada, mejor que la mayoría de las vistas satelitales.

El río Ixtinto se puede ver en el lado oeste de la isla Topoxte .





Fig. 36. Fotografía aérea de Nicholas Hellmuth tomada desde un helicóptero, que se observa como de los años 1990, pero esa fecha es muy poco probable; lo más probable es que sea de los años 1980, mirando hacia el suroeste. Se puede ver la gran isla Topoxte en el medio. Lo que es inesperado es la gran área al este y al sur de la isla Topoxte que está inundada. Archivo fotográfico FLAAR, Dumbarton Oaks, fideicomisarios de la Universidad de Harvard. También se puede observar que los árboles inundados aún tienen todas sus hojas, por lo que los árboles aún no están muertos, sin hojas y blancos.

Los mayas del Clásico (y los primeros del Posclásico) también tuvieron que enfrentar inundaciones de un año de duración como esta.



Fig. 37. En los años 1980 todavía no me había dado cuenta de que era esencial tomar una fotografía en formato RAW (y probablemente eso no era posible, especialmente porque estas se tomaban con una Hasselblad o Leica y luego se escaneaba la película, así que ahí es donde se debería haber hecho un escaneo RAW). Esta es una vista más cercana del área inundada al este y al sur de la isla Topoxte del lago Yaxha de PNYNN. Foto de Nicholas Hellmuth, Archivo fotográfico FLAAR, Dumbarton Oaks, Trustees de la Universidad de Harvard.



Fig. 38 La foto anterior (de los años 80) muestra las dos pequeñas islas casi completamente sumergidas. La foto actual tomada con un dron, de hace exactamente dos años (24 de enero de 2003), muestra ambas islas no tan completamente inundadas. Y se ve que la orilla sur del lago Yaxhá, aunque ligeramente inundada, no está totalmente cubierta como en los años 80 (y hoy, 25 de enero de 2025). La pequeña "bahía" o ensenada es un área que no hemos estudiado, probablemente porque tiene árboles al frente (ahora muertos debido al aumento del nivel del agua en 2023).

Foto con el dron Mavic 3 de FLAAR, lente gran angular de 28 mm, 24 de enero de 2023 por el piloto de drones profesional Haniel López. Archivo fotográfico digital de FLAAR.



Fig. 39. Mirando hacia el noreste: la hilera de islas, incluida Topoxte , se encuentra de izquierda a centro. El río Ixtinto está inundado, por lo que ya no se distingue como un río.

Foto de dron de Edwin Solares con el dron Mavic 3 de FLAAR, 23 de enero de 2025, recortada por Edwin de un video a un jpg y procesada por Nicholas Hellmuth. Es notable que un video pueda tener segmentos guardados como jpg. Archivo fotográfico digital de FLAAR.



Fig. 40. Vista más cercana: se puede ver que el barco gentilmente proporcionado por Gabriella Moretti nos permite documentar el nivel de inundaciones el 23 de enero de 2025 para donar a PNYNN y a CONAP. Definitivamente ayuda tener un dron de esta calidad, ya que había neblina por todas partes y una cobertura total de nubes. Agradecemos a Joe y Nancy Dwyer por sus dos donaciones que hicieron posible comprar el dron en un año reciente y cubrir los gastos de la excursión de campo de enero de 2025.

Foto del dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin de un video a un jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.



Fig. 41. Vista más cercana de las islas en la parte suroeste del lago Yaxhá. Hay mucha selva tropical para disfrutar en la isla Topoxte. Escuchamos muchos monos aulladores.

Fotografía de dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin del video a un jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.



Fig. 42. Esta fotografía, tomada por Hellmuth hace varias décadas, muestra el Templo 216 de Yaxha con una vista impresionante hacia el lago Yaxha y la isla Topoxte en la distancia. Es fácil entender por qué Yaxha es un destino tan popular: su exuberante selva tropical alberga monos araña, monos aulladores y una gran variedad de aves, mientras que el lago, de un azul intenso, crea un contraste espectacular con el verde del paisaje.

En idiomas mayas, "Yax" significa verde o azul, y "Ha" significa agua, un nombre que refleja perfectamente la esencia del lugar. Además del Templo 216, hay varios puntos estratégicos desde donde se puede disfrutar de una puesta de sol inolvidable y capturar increíbles fotografías panorámicas de la selva con la función PANO de tu teléfono.



Fig. 43. Si desea escapar del mundo moderno de plástico y concreto, venga al Parque Nacional Yaxhá (PNYNN) para pasar unos días de relax. La isla Topoxte se encuentra al otro lado de la zona baja, mirando al norte/noreste hacia la isla Paxte .

Ahora puedes ver por qué este lago se llama Yax Ha (Agua Azul) (Yax puede significar azul o verde; Ha significa agua).

Esta es una fotografía aérea del piloto Haniel López, Archivo fotográfico digital de FLAAR, circa 2023. Como puedes ver, los niveles del lago ya eran altos a principios de la década de 2020.

Sabana de 3 especies de helechos y laguna de 3 cenotes unidos

La Sabana de 3 Especies de Helechos y Laguna de 3 Cenotes Unidos es un área que los equipos de FLAAR, FLAAR Mesoamérica y PNYNN exploraron en varias ocasiones. También agradecemos la ayuda de los servicios soldados del parque nacional Yaxhá en una de estas excursiones de campo. Hellmuth había notado los tres cenotes unidos a partir de mapas aéreos.

Fig. 44. En la parte inferior derecha de la imagen se observa el extremo noroeste del lago Yaxhá. En esa zona, hay una formación circular similar a un cenote que aún conserva agua, a pesar de no estar conectada con el resto del lago. Sin embargo, el cenote principal del norte se encuentra a unos 100 metros a la derecha (no visible en esta imagen).

Hacia la izquierda (hacia el oeste) se puede ver otra laguna que forma parte de una serie de varias que se extienden hacia esa dirección.

A la izquierda de esta laguna, se pueden observar áreas de cultivo invasivo. Además, especialmente a la derecha del centro, parece haber más áreas de cultivo invasivo, aunque para confirmarlo sería necesario contar con imágenes mucho más cercanas y de mayor resolución.

Sería de gran ayuda si los equipos de PNYNN de CONAP, IDAEH y los militares apostados en la entrada de Yaxhá pudieran intervenir para frenar, de manera gradual, a los agricultores invasores, explicándoles la importancia de proteger los bosques, los animales salvajes y los ecosistemas biodiversos del parque nacional.

En la parte superior central de la imagen, se observa una sabana redonda con tres especies de helechos, junto a un área rectangular separada que parece ser una sabana al este. Se estima que la zona rectangular es resultado de la agricultura reciente, mientras que la sabana redonda es un ecosistema original que existe desde hace miles de años.

En la parte superior, se puede ver una vista completa de la Laguneta de 3 Cenotes Unidos. Estas áreas podrían ser el tema de una tesis de maestría o disertación doctoral para un ecologista, geólogo o arqueólogo, con el objetivo de investigar por qué un cenote cercano a la cima de una colina mantiene agua durante todo el año, tanto en años secos (como en 2006, cuando se tomó esta foto de IGN) como en años húmedos (como en 2025).

Los nombres de estas áreas acuáticas provienen de Hellmuth; sin embargo, en los mapas oficiales del gobierno, estas áreas tienen otros nombres o no tienen nombre alguno.

Esta fotografía aérea, tomada en 2006 durante un año seco, pertenece al Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (IGN). A continuación, se presenta un primer plano en la ilustración fotográfica.

Si eres arqueólogo, ecologista, botánico o geólogo, te sugerimos obtener permiso de las autoridades del parque para realizar una caminata hasta esta área, que se puede recorrer de ida y vuelta en un solo día desde el extremo oeste del lago Yaxhá.



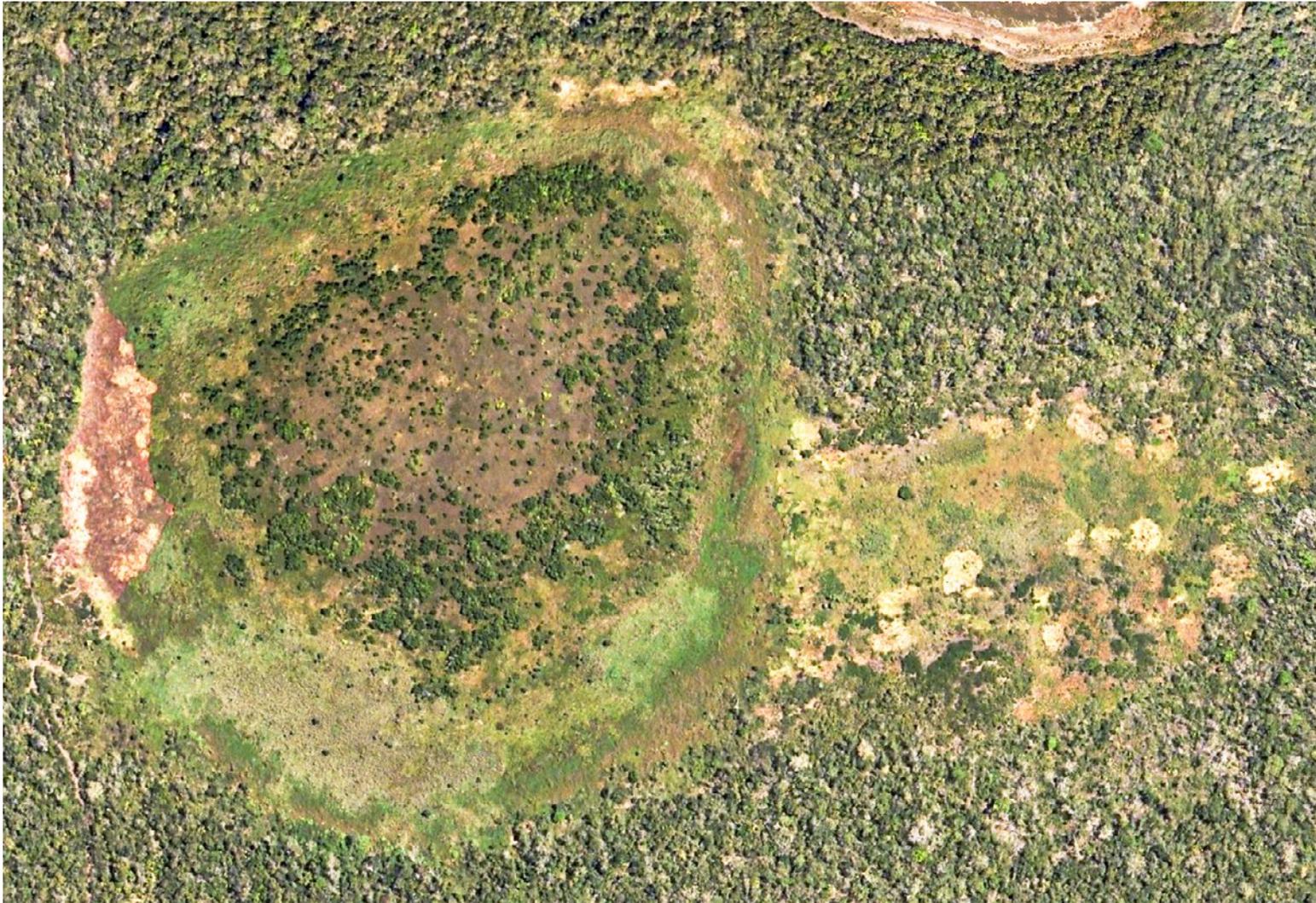


Fig. 45. Esta es una fotografía aérea 23673_11_OR_T_RGB de un año seco de 2006 realizada por el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (IGN).

Muestra la sabana redonda de 3 especies de helechos a la izquierda (oeste) y un área rectangular similar a una sabana a la derecha (este). Si miras el timelapse de Google Earth, parece que esta área rectangular puede haber sido cultivada por personas invasoras en el parque nacional en años anteriores. Hoy en 2025, definitivamente está más cubierta de árboles. Si una sabana no se incinera cada pocos años, los árboles la invaden gradualmente con el tiempo.

La sabana de 3 especies de helechos es natural y ha sido así desde que los mayas clásicos estuvieron aquí. En una temporada de lluvias, hay un anillo literal de agua alrededor del borde. En los años 2022-2023-2024 había agua alrededor de aproximadamente la mitad del círculo (más de un metro de profundidad en placas). Hemos descubierto que la sabana al este de Nakum también tiene agua a su alrededor, al igual que Poza Maya hecha por los mayas.

La "orilla" en la parte superior derecha es de los tres cenotes unidos.

Hasta 1995, esta zona no había sido invadida. Sin embargo, en 1996, la agricultura de milpa con la técnica de roza y quema destruyó casi una docena de áreas, que pueden observarse en el Timelapse de Google Earth para ese año. De alguna manera, los agricultores encontraron estas áreas demasiado alejadas o, quizás, el PNYNN logró eliminar al menos las granjas cercanas a la sabana, ya que para 2004 no se registraron más daños. Sin embargo, aún es visible que la zona rectangular permaneció destruida, incluso después de muchos años de no ser cultivada. La vista del IGN de la página anterior corresponde a 2005. Hoy, en 2025, el campo agrícola invasor está siendo gradualmente recuperado por el bosque natural circundante.



Fig. 46. 1995, aún no invadido.



Fig. 47. Toda esta zona del PNYNN fue invadida en 1996.



Fig. 48. Anillo de agua alrededor de la sabana en 2004.



Fig. 49. Un anillo de zona húmeda rodea la sabana en 2022.



Fig. 50. Se puede ver agua estancada en la parte superior izquierda y en la parte inferior derecha; las tierras que antes se cultivaban se están reforestando. Satellites.pro descargado en enero de 2025

La resolución digital de Google Earth Timelapse resulta inutilizable para obtener una vista cercana de áreas tan pequeñas como la Sabana de 3 Especies de Helechos y la adyacente Laguneta de 3 Cenotes Unidos. Esto refuerza la necesidad de alentar a más ecólogos, biólogos, geólogos y arqueólogos a iniciar sus propios proyectos para lograr una documentación más detallada de la zona.

Hasta ahora, las fotos aéreas de IGN son las de mejor calidad, aunque no se toman imágenes todos los años.

Si eres profesor en una universidad con acceso a fotografías significativamente mejores de años pasados, te agradeceríamos mucho que compartieras esas imágenes de estas áreas con nosotros.



Fig. 51. Esta imagen muestra la mitad oeste de la sabana de 3 especies de helechos. La primera vez que nos acercamos a esta área, caminamos por la zona de vegetación verde oscura a la izquierda; la densidad de la vegetación era tan intensa que apenas podíamos ver un metro adelante. Teco, Lorena y yo (de PNYNN) fuimos los únicos tres que nos atrevimos a atravesar el anillo de agua que rodea la sabana, para luego caminar hacia esta densa área de vegetación alta y, finalmente, cruzar la sabana y observar los helechos y muchas otras plantas que prosperan en los pantanos.

Las preguntas que surgen son: **¿los mayas del periodo Clásico excavaron el anillo que rodea el borde de la sabana? ¿Y cómo aprovecharon los mayas del periodo Clásico este asombroso ecosistema de gran biodiversidad?** Sería muy valioso contar con un nuevo proyecto conjunto entre un geólogo, un científico del suelo y un arqueólogo, que establezca un campamento en la zona baja, en el borde, y estudie tanto esta sabana como la laguna de los 3 cenotes unidos, que se encuentra a pocos metros al norte.

Fotografía de dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin del video a un jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.



Fig. 52. Extremo oriental de la sabana de 3 especies de helechos, PNYNN. En la parte inferior central de la imagen se puede ver algo de la "sabana de pastizales", que está siendo rápidamente cubierta por los árboles del bosque circundante.

Lo que más me sorprende son los cientos de "troncos blancos", lo que sugiere que todos esos árboles están muertos, aunque no hay agua superficial visible. Esto indica que la zona está sobresaturada, probablemente debido a muchos meses con lluvias más abundantes de lo normal.

La espesa capa de nubes hizo que fuera un desafío para el piloto de dron, Edwin Solares, obtener estas útiles vistas en primer plano como fotografías fijas. Por esta razón, Edwin recortó las imágenes del video para convertirlas en archivos jpg, que luego fueron procesados digitalmente por Nicholas Hellmuth.

Esta sabana de 3 especies de helechos no ha sido visitada, estudiada ni publicada por ningún arqueólogo, botánico, ecologista o geógrafo que yo conozca. Por eso, en FLAAR hemos decidido compartir fotografías y notas de nuestras dos visitas a este sitio en los últimos años, como parte de nuestro proyecto de cinco años de coordinación y cooperación con CONAP para la Reserva de la Biosfera Maya (RBM). Este esfuerzo también incluye el estudio de otras sabanas y ecosistemas biodiversos no documentados en el Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT). Además, hemos trabajado junto con los biólogos de Tikal para estudiar áreas en ese sitio.



Fig. 53. Esta es la parte central de la sabana de 3 especies de helechos. Le di este nombre a esta área porque, según mis observaciones, hay tres especies diferentes de helechos presentes aquí. En una sabana, cuando los helechos están presentes, normalmente solo se encuentran una o dos especies en el área húmeda del anillo que rodea la sabana. Sin embargo, en este caso, hemos identificado varias áreas de helechos de tierra casi sólida, lo que nos sorprendió al principio.

Hace varios años, tuvimos la oportunidad de experimentar estas áreas, aunque hay muchas colinas empinadas que hay que subir y bajar para llegar a esta sabana. Debido a esto, lo ideal sería acampar en la zona al menos una o dos noches, lo que nos permitiría tomar más fotografías e investigar con mayor detalle. Sin embargo, aún no hemos llevado a cabo este plan, ya que transportar las carpas, el equipo de cocina y la comida a través de las colinas empinadas requeriría una considerable cantidad de porteadores.

El anillo de agua no es fácilmente visible debido a la densa cobertura de hierbas y otras plantas que ocultan la superficie. Sin embargo, para cruzar el borde correcto de este anillo, es necesario caminar a través de agua que supera la altura de las rodillas, lo que añade un desafío adicional a la exploración de esta área.

Fotografía de dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin del video a un jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.



Fig. 54. Se puede observar que en la mañana del 25 de enero de 2005 había nubes casi sólidas sobre esta zona. El día anterior llovió todo el día, por lo que tuvimos suerte de que el día 25 pudiéramos obtener al menos unas vistas básicas.

Fotografía de dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin del video a un jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.



Fig. 55. Laguna de los 3 Cenotes Unidos desde el lado este mirando hacia el oeste. Es maravilloso ver la selva tropical original totalmente preservada aquí por PNYNN y CONAP (el parque se encuentra en la Reserva de la Biosfera Maya, RBM). Me siento orgulloso de haber iniciado la formación del parque alrededor de 1973-1974.

Fotografía de dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin del video a un jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.



Fig. 56. Como se puede observar, hay una capa de nubes muy espesa, lo que hace imposible elevar el dron para obtener una vista más amplia. El piloto del dron debe navegar entre las nubes, buscando un área despejada donde sea posible volar el dron y capturar una fotografía como la que se ve aquí.

Si tienes dos monitores de computadora uno al lado del otro, puedes comparar la vista aérea de la "zona de pastizales rectangulares" en la esquina sureste, que parece haber sido cultivada por agricultores invasores desde 1996. Afortunadamente, año tras año, el bosque ha ido recuperándose y cubriendo estos pastizales, por lo que, a principios de 2025, solo una pequeña porción de esta área sigue visible como pastizal verde.

Fotografía de dron de Edwin Solares con el dron FLAAR Mavic 3, recortada por Edwin del video a jpg y luego procesada por Nicholas Hellmuth.

¿Qué Drone usamos para tomar buenas fotografías aéreas?

La elección de un dron adecuado para realizar trabajos de campo en ecología, biología, arqueología y otras disciplinas científicas es fundamental para obtener datos visuales precisos y útiles. Para nosotros, la calidad de las imágenes aéreas ha sido clave para la documentación de ecosistemas y paisajes en áreas protegidas de Guatemala.

Drones Utilizados por FLAAR

DJI Mavic 2 Pro: Este fue nuestro primer dron de alta calidad, que adquirimos hace varios años. El Mavic 2 Pro es conocido por su cámara Hasselblad de 20 MP, que ofrece una calidad de imagen excepcional, especialmente útil para el trabajo de campo donde los detalles visuales son cruciales. Durante el proyecto de 5 años con CONAP, este dron fue nuestro principal aliado en la captura de imágenes aéreas del RBM (Reserva de la Biosfera Maya) y otras áreas de biodiversidad.

DJI Mavic 3: A pesar de que el Mavic 2 Pro cumplió su función, el DJI Mavic 3, que adquirimos posteriormente, marcó una diferencia significativa. Con un sensor de cámara más grande, mayor resolución y mejor rendimiento en condiciones de baja luz, el Mavic 3 ha sido esencial para obtener imágenes nítidas y detalladas. Este modelo también ofrece mayor autonomía de vuelo, lo que resulta crucial para cubrir grandes áreas de terreno sin tener que recargar la batería constantemente.

Aunque el Mavic 3 fue discontinuado en 2023 para dar paso al Mavic 3 Pro, decidimos no actualizar a la nueva versión debido a nuestra satisfacción con el Mavic 3. A pesar de las mejoras anunciadas en el Mavic 3 Pro, preferimos esperar al lanzamiento de un modelo más avanzado, como el DJI Mavic 4 o 4 Pro, que podría ofrecer aún más capacidades para la investigación y documentación de ecosistemas remotos.

DJI Mavic Series (en general): En general, los drones DJI han sido nuestra opción preferida debido a su confiabilidad, facilidad de uso y capacidades avanzadas de cámaras y sensores. A pesar de que en otros rangos de precio existen marcas competidoras, DJI ha demostrado ser líder en ingeniería de drones, especialmente en el rango de precios de \$2000 a \$3000, que es el presupuesto en el que nos movemos para proyectos de investigación.

Permisos y Regulaciones

Es fundamental destacar que el vuelo de drones en áreas protegidas está sujeto a estrictas regulaciones. En Guatemala, todo dron debe ser registrado y autorizado por las autoridades locales. Además, las áreas protegidas como parques nacionales y reservas biológicas requieren un permiso adicional de las organizaciones encargadas de su administración, como CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas).

En nuestro caso, nunca volamos drones sobre pirámides, templos, palacios o cualquier estructura arqueológica expuesta, ya que esto no solo es inapropiado desde el punto de vista ético, sino también es ilegal. El propósito de nuestros vuelos es documentar la biodiversidad, los ecosistemas naturales y las zonas de interés ecológico y arqueológico, pero siempre con un enfoque respetuoso hacia los monumentos históricos y las áreas protegidas.

Aplicaciones de los Drones en Proyectos de Investigación

Los drones nos han permitido capturar imágenes aéreas detalladas de varias áreas de difícil acceso, como sabana de tres especies de helechos, lagunas de cenotes, bosques tropicales y zonas arqueológicas en áreas como el Parque Nacional Laguna del Tigre, Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido y el Parque Nacional Yaxhá, Nakum y Naranjo. Además, hemos documentado el pinar de El Pinal, al este del Parque Nacional Tikal, que es un área de interés para los biólogos debido a su ecosistema único.

Las fotografías aéreas de estas áreas han sido cruciales para la recopilación de datos sobre el estado de conservación de los ecosistemas, la identificación de especies de flora y fauna, y la evaluación de los efectos de la deforestación y la invasión agrícola. Por ejemplo, las zonas de pastizales rectangulares que fueron cultivadas por agricultores invasores desde 1996, hoy están siendo gradualmente recuperadas por el bosque circundante. Este tipo de monitoreo visual es esencial para los estudios de restauración ecológica y conservación de hábitats.

Beneficios del Uso de Drones para la Investigación Ecológica

Accesibilidad a Áreas Remotas: Los drones nos permiten estudiar ecosistemas ubicados en áreas de difícil acceso, como montañas empinadas y zonas de bosques densos, sin la necesidad de recorrer largos y costosos trayectos a pie.

Monitoreo Continuo: Gracias a la autonomía de vuelo de los drones, podemos realizar monitoreos periódicos sin la necesidad de estar físicamente presentes en el terreno, lo que reduce el impacto humano en las áreas estudiadas.

Alta Resolución de Imágenes: Los drones con cámaras de alta resolución nos permiten obtener imágenes detalladas que, en muchos casos, no son posibles de lograr desde el nivel del suelo. Estas imágenes son esenciales para el análisis de cobertura del suelo, diversidad de especies y estructura del paisaje.

Registro de Cambios en el Tiempo: Con el uso de timelapse y fotografía aérea en diferentes momentos del año, podemos registrar cambios a lo largo del tiempo en áreas específicas, lo que es vital para entender cómo evolucionan los ecosistemas y cómo las actividades humanas afectan el entorno natural.

Conclusión

El uso de drones de calidad como el DJI Mavic 3 ha sido un recurso invaluable para la investigación científica en áreas protegidas de Guatemala. Sin embargo, es esencial operar dentro de los límites legales, obtener los permisos adecuados y garantizar que el uso de los drones no interfiera con la conservación de las áreas estudiadas. Con drones, podemos capturar información vital para los esfuerzos de conservación y restauración, y seguir avanzando en nuestra comprensión de la biodiversidad y los ecosistemas de Mesoamérica.

Investigación adicional sugerida

Geología

En el área al norte de la costa de Yaxhá, entre la costa y las ruinas mayas en la cima de la colina, se encuentran dos cenotes secos que deben ser estudiados por geólogos. Estos cenotes están actualmente secos (al menos en su superficie superior) y no son fácilmente reconocibles en fotografías aéreas; es necesario estar en el lugar para identificarlos como cenotes.

Además, existen al menos otros dos cenotes en la región: uno o dos en el extremo noroeste y otro en el suroeste de Yaxhá, todos ellos con agua. Estos cenotes también requieren un estudio detallado, y es posible que los geólogos descubran más cenotes en la zona.

Sería valioso investigar cómo la “Laguneta de los 3 Cenotes Unidos” mantiene agua en la cima de una colina. Aunque no soy geólogo, mi estimación es que esta agua proviene del subsuelo. **En la región de PNYNN hay una gran cantidad de aspectos geológicos que aún no se han explorado adecuadamente**, más allá de los estudios útiles de perforaciones para obtener muestras de sedimentos de lagos de décadas pasadas. La falla geológica que domina la sabana al este de Nakum probablemente nunca ha sido estudiada en profundidad, e incluso podría ser la primera vez que un geólogo visite esta área. Al menos hemos documentado esta falla con fotografías y señalado su ubicación (al este de Nakum, en el lado norte de la sabana).

Una de las fallas geológicas más sorprendentes atraviesa la Plaza B de Yaxhá, un sitio arqueológico maya. Esta falla es una de las pocas visibles que cruzan una ciudad maya de siglos de antigüedad. La Plaza B, también conocida como la Plaza de las Columnas, se caracteriza por un edificio en un extremo que cuenta con columnas de piedra redondas, las cuales fueron excavadas por el proyecto FLAAR en la década de 1970. Esta falla plantea la pregunta de si pudo haber contribuido al colapso de Yaxhá, o si ocurrió siglos después del mismo. **¿Podría existir alguna conexión entre esta falla y la que se encuentra en la sabana al este de Nakum?**

HELLMUTH, Nicholas

2019 Impressive Geological Fault, Fractured Limestone Hill Overlooking Savanna East of Nakum. FLAAR Mesoamerica. 20 pages with lots of color photos.

Investigación adicional sugerida: Arqueología

Fig. 56. Sería de gran utilidad estudiar cuál fue el nivel más alto alcanzado por el lago Yaxhá en los últimos dos mil años, así como el nivel más bajo al que se ha reducido.

Si se mide la "altura sobre el nivel del mar" de los montículos mayas más bajos en la isla de Topoxté y en las otras islas adyacentes, esto podría indicar hasta qué altura pudo haber llegado el agua, ya que es improbable que los mayas hayan construido por debajo del nivel del agua.

El estudio detallado del extremo sur de la calzada maya que conecta las ruinas de Yaxhá con la orilla del lago también sería útil, como se mencionó anteriormente. Esto sugeriría que la base de la plataforma al final de la calzada podría haber sido el nivel más bajo al que se hundió el lago.

Este mapa fue elaborado a lo largo de varios años, entre 1970 y 1974, por Nicholas Hellmuth y Miguel Orrego, con la ayuda de estudiantes en prácticas. Proyectos posteriores, como el trabajo del arqueólogo Bernard Hermes, Oscar Quintana y sus colegas, quienes contaron con una importante financiación internacional y equipo de topografía electrónica, permitieron agregar varias estructuras a los lados del Blom Sacbe y en otras zonas. Estos mapas posteriores también mostraron una representación más precisa de la elevación en formato topográfico simbólico. Además, el arquitecto Raúl Noriega produjo una reconstrucción isométrica de los edificios de Yaxhá. Don Rice, Prudence Rice y otros arqueólogos también contribuyeron con información adicional. La tecnología LiDAR proporcionará cientos de montículos más alrededor del sitio, especialmente en áreas aún no exploradas.

Yaxhá ha sido cartografiada por varios exploradores a lo largo de los años, comenzando con Teobert Maler y, más recientemente, en 1932, por el arquitecto William Lincoln de la Carnegie Institution de Washington. Curiosamente, Lincoln fue compañero de clase de mi padre, el arquitecto George F. Hellmuth, fundador de HOK Architects.

Sin embargo, los primeros cartógrafos se centraron principalmente en la búsqueda de estelas de piedra y arquitectura monumental, por lo que esas áreas ya habían sido cartografiadas. El proyecto de cartografía de FLAAR se enfocó en localizar los montículos residenciales que otros cartógrafos no habían identificado ni incluido en sus mapas. Carlos Rudy Larios, miembro del equipo de FLAAR en las primeras semanas en Yaxhá, fue quien reconoció un complejo de pirámides gemelas en el sitio.

Una forma de determinar cuán bajo estuvo el agua en Yaxhá durante el Período Clásico sería mapear con mayor detalle el final de la calzada del lago Sacbe. Los cartógrafos posteriores documentaron que esta calzada presentó varios cambios de elevación, pero mi interés radica en el extremo sur, en la orilla del lago. A principios de la década de 1970, observé que el Sacbe tenía plataformas escalonadas más allá del final de la calzada de ancho uniforme que descendía por la colina. Estas plataformas escalonadas podrían indicar hasta qué nivel descendió el agua en ciertos años, y el final de la calzada uniforme podría mostrar hasta qué altura subió el agua en el Período Clásico. En cualquier caso, dado que esta es una de las pocas áreas de Yaxhá que desciende hacia el lago, sería importante realizar un estudio tanto "bajo el agua" como en los próximos años secos, aproximadamente dentro de dos décadas (hoy es 2025).



Yaxha sigue completamente abierta al público.

Yaxhá permanece completamente accesible para los visitantes, incluso con el camino entre los lagos inundado. Puedes estacionarte frente al Centro de Visitantes (el agua no llega hasta el estacionamiento). Después, pagas la tarifa de entrada, que es bastante económica, y reservas un lugar en los botes del parque, que te llevarán hasta la calzada. Desde allí, subirás la colina, desde el nivel del lago hasta la cima, donde se encuentran las ruinas de los palacios, las pirámides de los templos y los juegos de pelota. Cuando termines, puedes descender por el sendero que pasa por los dos cenotes secos, el mismo sendero utilizado por FLAAR en la década de 1970, cuando el campamento de los primeros años estaba en la cima de la colina.

Uno de los aspectos más populares de Yaxhá es observar la puesta de sol sobre el extremo oeste del lago. Asegúrate de saber cómo llegar desde el lugar donde disfrutes del atardecer hasta el estacionamiento o de regreso al hotel Ecolodge El Sombrero. Además, es importante consultar en el Centro de Visitantes, al llegar, si se permite observar el sol durante la temporada de lluvias. Recuerda que no necesitas subir solo al Templo 216 para ver el atardecer; hay otros cuatro lugares que detallamos en el ensayo fotográfico a continuación (disponible para su descarga en línea).

HELLMUTH, Nicholas

2020 Experiencia del atardecer sobre el lago Yaxha. 5 lugares para fotografiar el atardecer en Yaxha. 3ra edición FLAAR Mesoamérica. 32 páginas.s.

Apéndice A

Cómo llegar al Área Yaxhá del Parque Nacional Yaxhá, Nakum y Naranjo (PNYNN)

Una opción es volar desde la Ciudad de Guatemala hasta el aeropuerto Maya, ubicado en la costa sur del lago Petén Itzá, en la ciudad de Santa Elena, un suburbio de la isla de Flores. Desde allí, puedes tomar un autobús hasta el cruce después de La Máquina o alquilar un coche y conducir hasta Yaxhá. También es posible contratar un guía turístico con un autobús turístico para el traslado directo.

Si prefieres ver grandes extensiones de Guatemala durante el trayecto, hay dos rutas recomendadas:

- Ruta 1: Ciudad de Guatemala - Cobán (Alta Verapaz) - Sayaxché - Flores - La Máquina - Yaxhá
- Ruta 2: Ciudad de Guatemala - Río Dulce - Poptún - La Máquina - Yaxhá
- La mayoría de las veces, conducimos desde la Ciudad de Guatemala hasta Sayaxché para pasar la noche con vistas al Río la Pasión. Esto es porque preferimos no conducir de noche, ya que el viaje hasta Flores desde Sayaxché suele durar unas dos horas más, dependiendo del tráfico y las condiciones de la carretera. Si intentas llegar a Flores desde la Ciudad de Guatemala en un solo día, las últimas horas del viaje serán extenuantes y oscurecerá, lo que puede ser peligroso.

A la mañana siguiente, salimos en coche desde Sayaxché hacia Flores/San Benito/Santa Elena para desayunar y comprar los suministros necesarios para la excursión. Luego, partimos hacia La Máquina y, finalmente, hacia Yaxhá, donde nos alojamos en el cómodo Hotel El Sombrero EcoLodge. Gabriella, sus hijos, los cocineros y el personal del hotel siempre nos reciben con amabilidad y servicio.

Cuando bajas al lago, el cocodrilo ciego Rosco sale a la superficie para

saludarte. Ha sido un habitante del área durante muchos, muchos años. (Recuerda no acercarte demasiado).

¿Cómo llegar de Belice a Petén a Yaxhá?

Es muy sencillo: toma un autobús desde Melchor de Mencos (frontera Petén-Belice) hasta el cruce a unos cien metros al este del pueblo de La Máquina. Desde allí, puedes esperar ser transportado en la parte trasera de una camioneta de algún local, o bien, puedes enviar un mensaje por WhatsApp al Hotel El Sombrero EcoLodge (CON ANTICIPACIÓN) y ellos te recogerán y te llevarán los 11 kilómetros hasta Yaxhá. Aunque puedes caminar por este camino, la caminata es larga, y no hay autobuses disponibles. También podrías intentar pagarle a un local para que te transporte en su motocicleta. Sin embargo, no existe un servicio de autobús comercial entre La Máquina y Yaxhá.

¿Cómo llegar a Yaxhá desde Tabasco, México?

Puedes ingresar al área de Petén desde la frontera Petén-Tabasco y tomar un autobús hasta el pueblo de El Naranjo, en el Departamento de Petén. Desde allí, continúa hacia Flores/San Benito/Santa Elena, luego dirígete a La Máquina y finalmente, llega a Yaxhá, que forma parte del Parque Nacional Yaxhá, Nakum y Naranjo (PNYNN) y la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en Guatemala.

Es importante aclarar que El Naranjo es un poblado ubicado a orillas del Río San Pedro, y no debe confundirse con las ruinas mayas de Naranjo (Naranjo-Sa'al), que se encuentran al este del PNYNN.

Apéndice B

Cómo llegar a la zona de ruinas de Nakum del Parque Nacional Yaxha, Nakum y Naranjo (PNYNN)

Es importante tener en cuenta que, durante la temporada de lluvias, el área de Bajo La Justa (entre Yaxhá y Nakum) se inunda con más de un metro de agua. Además, uno o dos arroyos atraviesan abiertamente el camino. Incluso en la temporada seca, se recomienda utilizar una camioneta 4x4, ya que cualquier vehículo más bajo podría sufrir daños, ya que las llantas se hunden en los surcos provocados por vehículos con llantas grandes. Estos vehículos no deberían permitirse, ya que profundizan los surcos y deterioran el camino. Muchos SUV con tracción en las cuatro ruedas tampoco pueden llegar a Nakum, ya que sus llantas no son lo suficientemente altas.

Si necesitas transporte, puedes reservar un viaje en una camioneta 4x4 a través de Sebastián de la Hoz, del hotel EcoLodge El Sombrero, quien es el fundador ecológico del proyecto Green Balam Forests (www.GreenBalamForests.org). Sebastián también puede ofrecerte una caminata para explorar la sabana al este de Nakum (para más información, consulta los informes FLAAR de Nicholas Hellmuth sobre la sabana).

Durante la temporada de lluvias, deberás caminar varios kilómetros con el agua hasta la cintura, y al acercarte al río Holmul, el nivel del agua aumentará aún más. Debido a la presencia de cocodrilos en el río Holmul, no recomendamos realizar esta actividad.

En Nakum, hay un campamento y una cocina donde probablemente podrás comprar tortillas y alimentos básicos, aunque no hay restaurante ni hotel. Existen áreas para baño y ducha, pero en el pico de la temporada de lluvias, el agua puede llegar cerca de estas zonas, similar a lo que ocurre en el baño del Centro de Visitantes de Yaxhá, que suele estar cerrado temporalmente debido a la acumulación de agua.

La selva tropical entre Yaxhá y Nakum es impresionante y definitivamente vale la pena el viaje. Desde Nakum, también puedes viajar en el 4x4 elevado de Sebastián hacia las ruinas mayas de El Tigre, y de ahí hacia El Caoba, donde un camino pavimentado te llevará a Tikal. Además, se puede acceder a Uaxactún, al norte de Tikal, por un bonito camino que generalmente no requiere 4x4. En Uaxactún encontrarás guías locales, un albergue y lugares para comer.

Apéndice C

Cómo llegar al Área de Ruinas Naranjo- Sa'al del Parque Nacional Yaxha, Nakum y Naranjo (PNYNN)

El camino de tierra hacia Naranjo-Sa'al se encuentra bajo el agua durante la temporada alta de lluvias. Durante la temporada seca, es recomendable contar con un guía local que te indique el mejor camino desde Melchor de Mencos hasta Naranjo-Sa'al. Las ruinas de Naranjo-Sa'al fueron excavadas por la arqueóloga Vilma Fialko y restauradas por el arquitecto Raúl Noriega, y definitivamente son un lugar que vale la pena visitar.

Es ideal utilizar un vehículo 4x4 elevado, incluso cuando la carretera no esté inundada. Un vehículo 4x4 estándar podría sufrir daños en la parte inferior debido a los surcos formados por otros vehículos. Aún no hay restaurante ni hotel en Naranjo, por lo que lo mejor es pasar la noche en Melchor de Mencos.

Apéndice D

Información de contacto importante

Parque Nacional Yaxha, Nakum y Naranjo (los aspectos arqueológicos)

- Lic. Lester Ely García Gonzales, Coordinador Administrativo de Yaxhá para el Ministerio de Cultura y Deportes.
- [Sitio web del PNYNN](#)
- Este parque incluye un cuarto sitio arqueológico importante: la isla Topoxte. También alberga muchos otros sitios mayas más pequeños.

CONAP (aspectos de flora, fauna y ecología de la biodiversidad)

- Oficina principal en la Ciudad de Guatemala, y en la región de Flores/San Benito/Santa Elena, se encuentra en W4F3+V26, San Benito, en el segundo piso.
- Responsable del área PNYNN de RBM del CONAP: Jorge Mario Vásquez Kilkán
- [Sitio web de CONAP](#)

El Sombrero Ecolodge

- [Sitio web de El Sombrero Ecolodge](#)
- Correo electrónico: elsombreroecolodge@gmail.com
- Propietaria: Gabriela Moretti

Bosques verdes de Balam

- Fundado por Sebastián de la Hoz, quien también trabaja en la reforestación de áreas en Petén.
- [Sitio web de Bosques Verdes Balam](#)

Alquilar un coche

- Puedes alquilar una camioneta 4x4 en Inter American Car Rental, en el aeropuerto de la Ciudad de Guatemala, de Jorge Mejía.
- [Sitio web de Inter American Car Rental.](#)

- También puedes alquilar un 4x4 en el Aeropuerto Internacional Mundo Maya, en Flores/San Benito.
- Si deseas conocer mejor Guatemala, te sugieren alquilar un coche en la Ciudad de Guatemala y conducir hacia el norte por Cobán y Sayaxché, y luego hacia el sur por Poptún y Río Dulce.

Guías locales

Pregunte en el Centro de Visitantes por un guía local, o venga desde Flores/Santa Elena/San Benito en un autobús turístico con su guía.

Fundación para Investigaciones Antropológicas Latinoamericanas (FLAAR) y en Guatemala, FLAAR Mesoamérica.

El equipo de la excursión de enero de 2025 estuvo formado por Bryon Pacay, conductor y copiloto cuando Hellmuth era conductor. Tiene muchos, muchos años de experiencia en viajes de campo de FLAAR para flora, fauna y ecología. Su esposa Norma Estefany Cho Cu hace toda la preparación y empaque del equipo y botiquín. Ella también tiene muchos años de experiencia en viajes de campo. Edwin Solares fue fotógrafo de viajes de campo durante muchos años y ahora es piloto de drones y fotógrafo aéreo. Sus videos de los días 23 y 25 de enero se publicarán por separado durante febrero. Vivian Hurtado es la coordinadora de todos los proyectos de investigación de FLAAR y FLAAR Mesoamérica.

También hay un equipo de edición de videos y un equipo de preparación de PDF que prepararán los informes de FLAAR sobre el aumento de las aguas de la inundación del lago Yaxha para su publicación en línea durante febrero de 2025.

www.maya-ethnobotany.org
www.maya-ethnozoology.org
www.maya-archaeology.org
www.FLAAR.org
www.FLAAR-Mesoamerica.org