

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y

ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE HUMANIDADES

LICENCIATURA EN ARQUEOLOGÍA

TESIS

**ARQUEOLOGÍA Y SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:**

UN ANÁLISIS PREDICTIVO EN

LA CUENCA DEL RÍO

LACANJÁ

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN

ARQUEOLOGÍA

PRESENTA

JONAPÁ ÁLVAREZ EDGAR FABIÁN

DIRIGIDO POR: DR. JOSUHÉ LOZADA TOLEDO

CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS, MARZO 2022.





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Chiapa de Corzo, Chiapas
Fecha: 18 de enero 2022

C. **Edgar Fabián Jonapá Alvarez**

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Arqueología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Arqueología y Sistemas de Información Geográfica: Un análisis predictivo en la
Cuenca del río Lacanjá

En la modalidad de: Tesis profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Josué Lozada Toledo (director)

Dr. Alejandro Sheseña Hernández (lector)

Mtro. Braulio Calvo Domínguez (lector)

Firmas:

Ccp. Expediente



Pág. 1 de 1
Revisión 1.

Sonidos irreconocibles de victoria¡Medallas para todos! ¡¿Qué?! ¿No tenemos medallas?

Yap Yap El Destructor.

Dedicatoria

Para mis padres, que con amor y paciencia supieron apoyarme en mis sueños.

Para mi siempre amado perro Ringo, quien fue mi fiel compañero durante las largas noches de vela y momento de incertidumbre. La ausencia de tu partida es aliviada con el recuerdo de tu amor. Te llevo siempre en mí corazón.

Agradecimientos

La culminación de la presente tesis representa el esfuerzo, dedicación y apoyo brindado por un grupo especial de personas comprometidas con el desarrollo de la misma a quienes agradezco infinitamente. Primeramente, agradezco al Dr. Josué Lozada, director de esta tesis, por brindarme la orientación necesaria durante las diferentes etapas del proyecto; su conocimiento, así como experiencia en la materia, resultó indispensable para la elaboración oportuna de esta investigación.

También agradezco al Dr. Alejandro Sheseña y al Maestro Braulio Calvo, miembros del jurado. Sus observaciones puntuales contribuyeron a efectuar una investigación más completa, afinando y perfeccionando cada uno de los aspectos desarrollados a lo largo de la presente tesis.

Agradezco a mis padres, por su guía y presencia en mi formación personal, su dedicación en mi camino y por procurar mi educación, sin su apoyo no habría logrado alcanzar mis metas en la vida. Un agradecimiento especial a mi madre, Melva Álvarez, por su apoyo y confianza; su inspiración me motiva a seguir adelante. También agradezco a mis hermanos que me han acompañado a lo largo de mi desarrollo personal y profesional.

Para finalizar, agradezco a mis compañeros y amigos que me acompañaron durante esta etapa: Joaquín Bermúdez, Karina Lara, Mauricio Magariño, Miguel Torres, Moisés Pérez y David Zubillaga. Gracias por su apoyo.

ÍNDICE

Introducción	1
Justificación.....	2
Antecedentes de Investigación	3
Primeras exploraciones	3
Exploraciones e investigaciones del siglo xx	7
Investigaciones del siglo xxi	13
Preguntas de investigación	18
Objetivos.....	19
Hipótesis	19
Organización del Trabajo de Tesis.....	20
Capítulo I. Marco Teórico	22
Sistemas de Información Geográfica.....	23
Componentes de los sistemas de información geográfica	24
Datos espaciales	25
Modelo de datos espaciales	30
Fuentes para los datos espaciales	31
Alcances de los sistemas de información geográfica	32
Aplicación de los sistemas de información geográfica a los estudios arqueológicos.....	32
Modelos de Potencial Arqueológico	35
Clasificación de los modelos predictivos basados en el método de evaluación multicriterio	36
Modelo de potencial arqueológico basado en análisis de rutas óptimas.....	37
Teorías para el análisis espacial.....	38
Variables.....	41
Capítulo II. El Paisaje de dos Ríos: Lacanjá y Jataté.....	45
Rasgos Fisiográficos	45
Rasgos climatológicos	50
Rasgos edafológicos	52
Rasgos hidrológicos.....	57
Rasgos fisiográficos	58
El paisaje cultural de la región del usumacinta durante la época prehispánica	63

El arjé cultural del usumacinta.....	64
Periodo clásico.....	67
Periodo posclásico-histórico.....	76
Capítulo III. Análisis Predictivo.....	78
Análisis de ruta.....	82
Definición de variables.....	82
Metodología.....	85
Discusiones Finales.....	90
Las dinámicas políticas de toniná durante el clásico tardío.....	90
Ruta de las cuencas de los ríos lacanjá y Jataté.....	92
Bibliografía.....	96
Anexo 1.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fragmento del Mapa Arqueológico del Territorio del Usumacinta, el Afluente Lacantun, hasta el Afluente Chancala _____	6
Figura 2. Mapa dibujado por Blom en 1953 _____	10
Figura 3. Mapa de la región del Alto Usumacinta que muestra los límites territoriales propuestos para las nueve entidades políticas regionales _____	14
Figura 4. Comparación de un sistema de coordenadas geográficas y un sistema de coordenadas proyectadas y sus respectivas unidades, resaltando la misma ubicación _____	26
Figura 5. Ejemplificación del componente temporal _____	29
Figura 6. Representación de las capas temáticas, modelo de datos vectorial y raster _____	31
Figura 7. Mapa de la Sierra Lacandona _____	46
Figura 8. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en la Sierra Lacandona _____	49
Figura 9. Unidades Climáticas de la Sierra Lacandona _____	51
Figura 10. Mapa Edafológico de la Sierra Lacandona _____	56
Figura 11. Rasgos Fisiográficos de la Sierra Lacandona _____	62
Figura 12. Principales Productos y las Rutas de Comercio Maya _____	64
Figura 13. Reinos y Subordinados en la Región del Usumacinta y Zonas Aledañas durante el Clásico Tardío _____	69
Figura 14. La ruta de la obsidiana de la fuente El Chayal a Bonampak _____	80
Figura 15. Área de Estudio _____	81
Figura 16. Mapa de las ruinas. (Agua Escondida, Chis.) _____	84
Figura 17. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Bonampak (Sección 1 y 2) _____	88
Figura 18. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Bonampak (sección 3 y 4) _____	89
Figura 19. Ruta Valle de Ocosingo-Región del Usumacinta _____	93
Figura 20. Vista tridimensional de la ruta. _____	94
Figura 21. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida -Toniná (puntos de control; Sección 1 y 2) _____	114
Figura 22. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (puntos de control; Sección 3 y 4) _____	115
Figura 23. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida- Toniná (punto de control superior; Sección 1 y 2) _____	116
Figura 24. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (punto de control superior; Sección 3 y 4) _____	117
Figura 25. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (punto inferior; Sección 1 y 2) _____	118
Figura 26. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (punto de control inferior; Sección 3 y 4) _____	119

INTRODUCCIÓN

En arqueología, el análisis predictivo es un método por el cual se calcula la probabilidad de ocurrencia o ausencia de sitios arqueológicos dentro de áreas geográficas no exploradas, su aplicación ha permitido delimitar áreas de estudio prioritarias sobre las cuales desempeñar labores de prospección arqueológica o manejo de los recursos culturales.

La modelación predictiva en arqueología puede estar basada en análisis de evaluación multicriterio o análisis de rutas óptimas, en ambos casos son conjugados los fundamentos teóricos de la arqueología con los alcances analíticos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS, acrónimo en inglés de *Geographic Information Systems*). Por ejemplo, en la evaluación multicriterio se parte del supuesto de que los grupos humanos consideraron determinados aspectos del paisaje para emplazar sus asentamientos, y que la identificación de estos permite el establecimiento de un patrón de asentamiento sobre el cual basar el cálculo de potencial arqueológico en área geográficas no exploradas. Dicho patrón está conformado por variables ambientales o culturales que, dentro de un entorno SIG, se expresan como capas de información geográfica; el sometimiento de los datos a geoprosesamientos da como resultado una capa con los valores de probabilidad de ocurrencia arqueológica expresada en términos de relatividad y no en posicionamientos exactos.

Por su parte, la modelización predictiva basada en análisis de rutas óptimas establece que la movilidad es una de las estrategias empleadas por los grupos humanos en la ocupación y apropiación del espacio, en ella van inmersas las dinámicas de comercio, la conectividad entre sitios, así como el aprovechamiento y conocimiento del paisaje (Silvia Mora 2009). El procedimiento analítico en este caso consiste en la predicción y replicación de las rutas de desplazamiento humano a través del terreno, para ello el análisis realizado va a determinar mediante cálculos de impedancia espacial los sectores del terreno que requieran menor esfuerzo de desplazamiento en término de energía o tiempo.

La aplicación de este tipo de análisis a áreas poco exploradas, como lo es la cuenca del río Lacanjá (localizada al noreste del estado mexicano de Chiapas), permite la identificación de sitios arqueológicos cuyo registro y posterior investigación proporcionarían una fuente de información sólida que abone al entendimiento del desarrollo político-económico de los asentamientos y su rol en las dinámicas regionales. De forma específica, el modelamiento

predictivo diseñado en la presente tesis está basado en análisis de rutas óptimas, su aplicación permitió la reconstrucción hipotética de los corredores naturales que conectaron la región del Usumacinta con el Valle de Ocosingo durante el periodo Clásico Tardío.

El interés arqueológico por las regiones mencionadas se da a razón de las relaciones político-económicas que surgieron entre los reinos mayas de la región del Usumacinta y el Valle de Ocosingo. Propiamente, la presente tesis se enfocó en las interacciones habidas entre los reinos de Bonampak, ubicado a escasos kilómetros del río Lacanjá (subsidiario del Usumacinta), y Toniná, localizada en el Valle de Ocosingo. En consecuencia, el área de análisis se extendió a lo largo de los valles intermontanos formados entre las cuencas del río Lacanjá y Jataté.

Así pues, la aplicación del modelo predictivo basado en análisis de rutas óptimas, apertura la posibilidad de comprender el valor geoestratégico de los asentamientos ubicados en la zona dentro de las dinámicas extrarregionales y cómo a través de estos las capitales regionales lograron acrecentar su poder político-económico y expandir sus esferas de influencia más allá de su área inmediata.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo científico de la arqueología se ha visto auxiliado por disciplinas de diversa índole, ya sea en la adaptación de enfoques teóricos, estrategias o herramientas de análisis que contribuyen a la interpretación del comportamiento humano en el pasado. Un ejemplo de ello es la incorporación de los SIG a la problemática arqueológica en la década de los años ochenta, hecho que contribuyó al estudio sistemático de la dimensión espacial de los datos arqueológicos a través de la visualización, representación y gestión de datos, así como por medio de la generación de modelos basados en teorías del comportamiento humano y algoritmos matemáticos. Propiamente para el área de estudio los SIG se han incorporado en las investigaciones realizadas por Anaya y colaboradores (2003), Lozada Toledo (2017), Tovalín (2019), Golden y Colaboradores (2020) y Sheseña y colaboradores (2021).

Dentro de la última categoría mencionada encontramos los modelos de potencial arqueológico o modelos predictivos arqueológicos, este tipo de modelizaciones han fungido como herramientas auxiliares en la toma de decisiones, dado que a través de estos pueden ser definidas áreas geográficas susceptibles a contener sitios arqueológicos, permitiendo el diseño de estrategias de prospección arqueológica o bien contribuyendo a la preservación del

patrimonio cultural por medio de las evaluaciones de impacto y planificación urbana, la delimitación de zonas de riesgo y el establecimiento de áreas de investigación prioritaria (Fernández y Rodrigo 2009).

La idoneidad de los modelos de potencial arqueológico está basada en la conjunción de los aspectos teóricos de la arqueología con las capacidades de los SIG para procesar información geoespacial. En esta clase de modelos se observa como el comportamiento espacial de los grupos humanos es definido y fragmentado en diversos estratos de información para su interpolación a áreas no exploradas, lo que da como resultado una nueva capa de información en la que se expresa la probabilidad de ocurrencia de sitios arqueológico o caminos óptimos entre dos puntos de interés.

La aplicación de las modelizaciones predictivas en zonas poco exploradas representa una ventaja en el desarrollo futuro de investigaciones arqueológicas, pues a través de estos se puede realizar una toma de decisiones sistemática en las que se prioricen áreas geográficas con mayor probabilidad de ocurrencia arqueológica con la finalidad de racionar de forma óptima el tiempo y recursos (Fernández Fernández 2010:3). A razón de ello, la adaptación de este método analítico a la presente tesis estableceré un antecedente en las investigaciones que puedan llegar a desarrollarse en el área, facilitando su estudio.

ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

PRIMERAS EXPLORACIONES

A lo largo del siglo XIX fue cuando se dieron los primeros descubrimientos arqueológicos en la región, estos son el resultado de las expediciones promovidas por exploradores europeos, así como de los hallazgos fortuitos que se le lograron en la búsqueda de recursos forestales para su explotación. Así pues, gracias a los registros dejados por los expedicionistas podemos conocer el estado de los sitios en su descubrimiento y las modificaciones que los visitantes realizaron durante su estadía.

Uno de los primeros hallazgos en la región fue el de la actual zona arqueológica de Yaxchilán; sin embargo, los registros relacionados a su descubrimiento resultan imprecisos y existe discrepancia entre autores al afirmar quien fue el primer explorador en arribar al sitio. En este sentido, García Moll (2007) considera las descripciones realizadas por Juan Galindo, en su

obra *Description of the River Usumacinta, in Guatemala* publicada en el año de 1833, como la primera referencia a Yaxchilán, pues de acuerdo con este primer autor, Galindo describe que “en el banco izquierdo del río Usumacinta, en una extensa cueva (por curva) existen extraordinarias y extensas ruinas con notables monumentos de piedra” (ídem). Ahora bien, el posicionamiento de Galindo es cuestionado debido al error de transcripción en su informe, pues tal como indica Mathews (1997:45) el autor retomó la información de una nota en español cuyo contenido original era el siguiente: “dentro de una extensa cueva [sic, ¿curva?] sobre la orilla izquierda hay unas ruinas extraordinarias y numerosas; y en cierto modo más debajo de la corriente hay una asombrosa piedra monumental con caracteres”.

Dada la ambigüedad del escrito de Galindo, no se puede afirmar con certeza si el autor se refirió al sitio de Yaxchilán y de forma similar, las citas posteriores a éste resultan inciertas; por ejemplo, Mathews (ídem) indica la existencia de un informe redactado por Rito Zetina, en el cual menciona que en el año de 1871 o 1872 estuvo talando en unas ruinas del Usumacinta llamadas “Menché”, primer nombre con el que se conocería a Yaxchilán, y cuya ubicación era en el lado izquierdo del afluente, dirigiéndose río abajo y por debajo de la línea de Yaxchilán; la cita aportada por Mathews parece ser retomada del escrito de Ignacio Mariscal sobre la disputa fronteriza de México con Guatemala (Mariscal 1895, citado en Mathews 1997: 46). Otro ejemplo de los referidos al inicio del párrafo, es aportado por De Vos (2003), quien, en su texto “Viajes al desierto de la soledad: un retrato hablado de la Selva Lacandona”, escribe que las ruinas de Bonampak, Palenque y Yaxchilán fueron descritas por el guardabosque José Luis Valay, en el año de 1873, a través de un informe dirigido al subinspector de bosques nacionales con sede en la actual ciudad de Villahermosa.

Por otra parte, la primera referencia exacta a Yaxchilán se originó en 1881, cuando el ingeniero alemán, Edwin Rockstroh, llega al sitio. Entre las acciones realizadas por el explorador se encuentra el nombramiento del asentamiento como Menché Tinamit, en honor al cacique de los lacandones, el adelgazamiento del dintel 24 en su afán por llevárselo y la notificación al inglés, Alfred P. Maudslay, sobre la existencia de los vestigios (García Moll 2003; Mathews 1997:46; de Vos 2003:134). Después de la notificación de Rockstroh, Maudslay, guiado por Gorgonio López, arribó al sitio el 18 de marzo de 1882 y permaneció en él hasta el 26 de marzo donde hizo un detallado trabajo documental con ayuda de calcas; dos días posteriores a su llegada se hizo presente el francés Désiré Charnay. Cabe mencionar que el nombre de la Menché Tinamit

asignado a Yaxchilán se pudo retomar de la idea del cacique lacandón conocido como Bol quien así conocía a Yaxchilán años antes como la fortificación de Menché.

Al momento de la llegada de Charnay a Menché Tinamit, hoy Yaxchilán, el explorador lideraba la expedición científica patrocinada por el magnate tabacalero Pierre Lorillard en conjunto con el gobierno francés. De esta manera, estando Charnay en Tenosique fue notificado por el alcalde del lugar sobre la existencia del sitio; posteriormente se trasladó a la ciudad prehispánica el 15 de marzo, tomándole 5 días llegar al entonces Paso Yaxchilán donde se topó con algunos trabajadores de Maudslay que lo ayudaron a arribar al sitio. Así pues, Charnay llegó el 22 de marzo al asentamiento y su estadía le valió para hacer una descripción generalizada del lugar; los planos y caracterizaciones de la Estructura 33, 19, 25 y 15; enseñó a Maudslay la técnica para moldear las estructuras en papel, y nombró como Ciudad Lorillard a Yaxchilán en honor a su patrocinador (García y Juárez 1986:7; García Moll 2003:76; Mathews 1997:46).

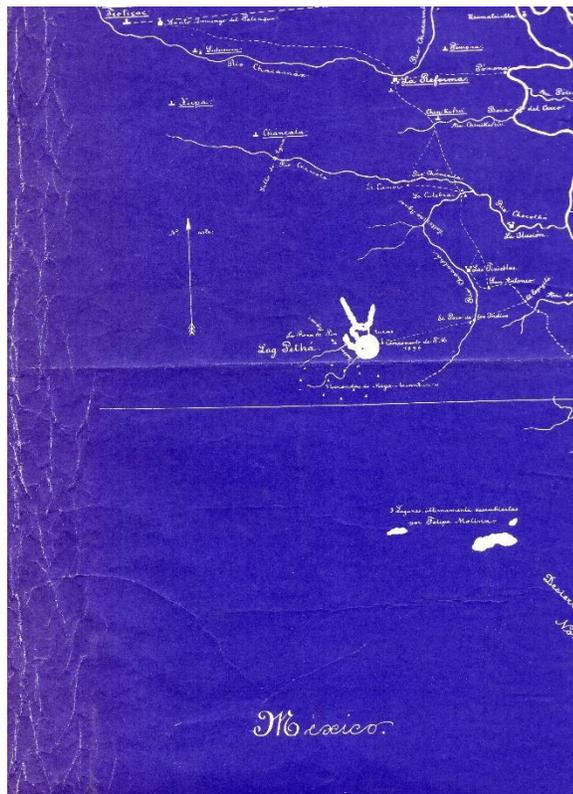
Luego y a un año de la llegada de Maudslay a Yaxchilán, sus asistentes, encabezados por Gorgonio López, revisitan el sitio y extraen los dinteles 15, 16 y 17 del Edificio 21; el dintel 25 de la Estructura 23; y el dintel 35 del Edificio 12. Después de cuatro años, Gorgonio López regresa al sitio y extrae los dinteles 41 y 56; sin embargo, en su envío se cometió un error y fue transportado al *Museum für Völkerkunde* en Berlín, donde se extravió durante la segunda guerra mundial (García Moll 2003:76).

Por otra parte, hacia el año 1891, sería descubierta la ciudad prehispánica de Piedras Negras por el francés, Ludovic Chambon. Su descubrimiento se lograría a razón del interés que tenía el explorador por conocer Ciudad Lorillard, a la cual arribó el 15 de enero de 1891, durante su viaje el explorador avistó montículos prehispánicos y recorrió el sitio El Cayo, asimismo es en su recorrido que, por diversas fuentes, se enteraría de la existencia del sitio de Piedras Negras, pues le hacían mención de que en la montería de nombre homólogo se encontraban unas ruinas muy importantes. Así pues, Chambon se embarcó y arribó al sitio el 22 de enero de 1891, durante su estancia describe el actual Altar 4, la Estructura P-7 y la Roca de los Sacrificios (García Juárez 2015:51-53).

Por último, uno de los exploradores más relevantes en visitar tanto Piedras Negras como Yaxchilán, fue el austriaco Teobert Maler, los trabajos realizados por éste se dan en los años de 1895, 1897, 1899 y 1900. Durante las exploraciones a Piedras Negras en 1895, descubre las estructuras El Templo de las Ocho Estelas (previamente descubierto por Chambon y nombrado

“Casa Cerrada”), Casa Grande, así como las estelas 1 a 8 y 16 a 19. Posteriormente, en el año de 1897 Maler se convierte en colaborador del proyecto patrocinado por Charles P. Bowditch para el *Peabody Museum of Harvard University*, el cual buscaba la identificación de los sitios ubicados al margen del río Usumacinta y afluentes del Lacantún, así como del estudio etnográfico de los grupos lacandones, el resultado son las descripciones de los sitios La Reforma, Chinikihá, Xupá, Pethá y Piedras Negras (ibidem:55-58). Respecto a Laguna Pethá, Maler realiza una importante contribución cartográfica, pues mapea esa región ubicando los principales cuerpos de agua y ríos, además de la ubicación de asentamientos lacandones hacia 1905 (véase Figura 1)

Figura 1. Fragmento del Mapa Arqueológico del Territorio del Usumacinta, el Afluente Lacantun, hasta el Afluente Chancala



Fuente: Teoberto Maler 1900. Cortesía de Josué Lozada. Mapa escaneado del Archivo Cartográfico del Museo Na Bolom.

De igual manera, realiza excavaciones en Piedras Negras en el año de 1899, durante estos trabajos se descubrieron el Grupo Oeste, Grupo Este y el Grupo Sur. Por último, en 1900 Maler publica la monografía del sitio arqueológico de Yaxchilán, la publicación destaca por establecer

la nomenclatura actual de los edificios, precisar las características del meandro con forma de omega en el que se localiza el asentamiento, presenta fotos y descripciones de los monumentos y termina por asignarle el nombre de “Yaxchilán” al sitio (ibidem:59).

EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES DEL SIGLO XX

Durante el siglo XX se formalizaron las exploraciones e investigaciones académicas en la región, en éstas participarían instituciones extranjeras, así como nacionales. A tal efecto, una de las primeras incursiones académicas en la región fue realizada por la *Carnegie Institution of Washington* que, incentivada por Sylvanus G. Morley, organizaría de 1915 a 1937 veinte expediciones anuales con la finalidad de recuperar información epigráfica de diversos sitios; los resultados obtenidos están expuesto en las obras *The Inscriptions at Copan*, publicada en 1920, y *The Inscription of Peten*, salida en 1937 (García Juárez 2015:60). En esta última, fueron incluidos los trabajos realizados por Morley, Karl Ruppert y Jhon Bolles en Yaxchilán durante el año de 1931, la compilación incluiría una descripción de los monumentos escultóricos y levantamientos topográficos del sitio (García Moll 2007).

Por otra parte, en 1926 la primera incursión mexicana de carácter oficial se llevó a cabo por parte del gobierno mexicano a través de las Secretarías de Estado, Agricultura, así como del Despacho de Educación Pública; el responsable de la exploración fue el inspector de arqueología, Enrique Juan Palacios (1928). Los hallazgos pertinentes del proyecto están expuestos en la obra “En los Confines de la Selva Lacandona. Exploraciones en el Estado de Chiapas”, de la que destacamos los realizados en las cañadas de La Soledad y de Santa Elena. Durante los recorridos de la primera, Palacios reporta que en la finca el Medellín, al margen izquierdo del río Santo Domingo, apreció un sistema constructivo conformado por una estructura de 18 m de altura y montículos pequeños que forman aparentemente una plaza.

Referente a los descubrimientos realizados en la cañada de Santa Elena, se especifica que durante la visita a la finca El Amparo es hallado un prisma de piedra con la fecha 12 ahau, 3 chen (9.11.13.0.0 en la Cuenta Larga) tallada al bajo relieve, dicho descubrimiento indicó a los exploradores sobre la presencia de un sitio de mayores proporciones. Una hora más tarde estos se dirigieron a los límites de la finca, encontrándose con el sitio de Santa Elena Poco-Uinic, el primer descubrimiento oficial hecho por una expedición mexicana. Durante la estadía de

Palacios, se realizó el levantamiento topográfico del sitio, dibujos y la interpretación preliminar del sitio (Palacios 1928:107-140).

Otra de las expediciones desempeñadas en la región durante la década de 1920, fue la *Jhon Geddins Gray Memorial Expedition to Middle America*, financiada por la *Tulane University of New Orleans* en 1928 y dirigida por Frans Blom. Durante su recorrido por el territorio, el explorador danés acampó en las inmediaciones de Laguna Miramar, donde observó islas pequeñas con evidencia arqueológica de las que hace la siguiente observación: “este es indudablemente el lago al que llegaron los conquistadores españoles durante la expedición punitiva de 1565 contra los lacandones, donde fundaron un pueblo llamado Nuestra Señora de Dolores” (Blom 1988:15). Así mismo, en su recorrido por la cuenca del río Lacantún, la expedición mapeó las ruinas encontradas en la confluencia de los ríos Tzaconejá y Santo Domingo, posteriormente, en su camino hacia el rancho San Antonio, visitaron el rancho El Xoc, donde se encontraron con un petrograbado antropozoomorfo de estilo olmeca. Después se dirigieron rumbo al sitio de Santa Elena Poco-Uinic y a la finca El Amparo, durante su visita al primero reportaron monumentos que Palacios había pasado por desapercibidos. Luego de su estadía en El Amparo, tomaron rumbo hacia Tzajalob, encontrándose con una tumba elaborada con bloques de piedra con forma de cruz; la tumba estaba acompañada por un ajuar funerario compuesto por cántaros y urnas llenas de restos humanos cremados (ídem).

Habría que mencionar también los hallazgos y trabajos que hizo la *Jhon Geddings Gray Memorial Expedition to Middle America* en su recorrido hacia el sitio arqueológico de Yaxchilán, así como los hechos durante su estadía en éste. Blom anota que en la red hidrográfica del río Usumacinta, existen sitios que han sido reportados previamente por otros exploradores, asimismo añade que en la laguna Santa Clara (antes conocida como Anaite) hay montículos entre colinas de roca caliza y que en la costa este de ésta se encuentran una fila de montículos larga, por último, señala que Teobert Maler registró un grupo de ruinas ubicadas al suroeste del lago bajo el nombre de Anaite (ibidem:19). Por otra parte, durante su estadía en Yaxchilán la expedición hizo la revisión y el dibujo de los glifos de este sitio, el registro fotográfico de los edificios principales y el de otros elementos no reconocidos. Después de su recorrido por la región, la incursión se dirigió rumbo al río la Pasión, no sin antes, pasar por Agua Azul en donde encuentran un grupo de montículos, previamente reportados por Maler, y de los que hicieron planos (ibidem:20).

En el año de 1931, Sylvanus G. Morley, Karl Ruppert y John Bolles realizan una descripción de los monumentos históricos de Yaxchilán y el levantamiento topográfico del sitio, siendo su trabajo empleado hasta la actualidad (García Moll 2007).

Posteriormente entre 1935 y 1943 Linton Satterwaite y John Bolles realizan un análisis comparativo entre los edificios de Yaxchilán y Piedras Negras. Finalmente, en 1970 comienza una nueva etapa de investigaciones científicas en Yaxchilán con Ian Graham y posteriormente con los trabajos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) (García Moll 2007).

Continuando con la revisión histórica de las exploraciones en la región, es preciso mencionar que en la década de los años cuarenta se lograron varios hallazgos en la cuenca del río Lacanjá, siendo el primero de ellos el descubrimiento del sitio denominado como Nuevo Chetumal, hallado por un grupo de chicleros en 1941 y reportado de forma oficial por Giles G. Healey en 1945 bajo el nombre de La Lucha, éste llegó al sitio gracias a un chiclero de nombre Canul (Tovalín *et al.* 2004:58).

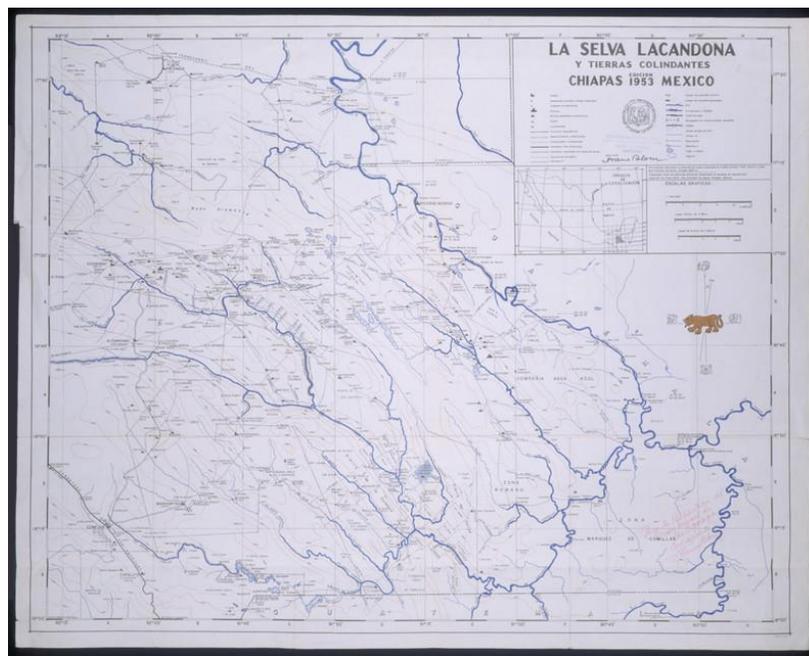
Durante el mismo año de 1945, Carlos Frey visitó por primera vez el actual sitio de Lacanhá y lo reportó bajo el nombre de Stephens y Catherwood. Aunque el descubrimiento del sitio es atribuido a Frey se sabe que Teober Maler hizo una referencia a éste previamente. Posteriormente el sitio de Lacanhá fue visitado por Frans Blom en 1948, quien durante su estadía observó cuatro estelas con textos y personajes labrados en ellas, también hizo una descripción de la parte central del sitio que publicaría junto con las observaciones realizadas en el sitio de Canancax (cerca de Laguna de Santa Clara); en 1949, por Carlos R. Margáin, integrante de la primera expedición mexicana a Bonampak, quien renombra al sitio como “Na Balum Uinic”; y por Alejandro Tovalín en 2001, bajo la dirección del Proyecto Arqueológico Lacanhá por parte del Centro INAH Chiapas (Tovalín *et al.* 2006:280).

Por otra parte, en 1946 fue descubierta oficialmente la actual zona arqueológica de Bonampak por Healey, quien iba acompañado por Carlos Frey; un chiclero de nombre Acasio Chan; y un Lancadón llamado Chan Bor. El hallazgo se hizo en el mes de febrero cuando los excursionistas llegan al sitio denominado “Ruín 10” en la nomenclatura asignada a los sitios arqueológicos en los trabajos de exploración de la cuenca del río Lacanhá; sin embargo, no sería hasta tres meses después del descubrimiento del sitio que se encontrarían los murales al realizarse un recorrido minucioso por éste (García Moll 2007).

Para el año de 1948, Frans Blom, acompañado de Gertrude Duby, descubrió el sitio de Canancax (Laguna Santa Clara), en el cual fotografiaron la estructura principal, lo mapearon y dibujaron el fragmento de un texto jeroglífico pintado; razón por la cual Ian Graham, años posteriores, lo reconoció como fuente de jeroglíficos mayas antiguos, asignándole el código CNX al sitio dentro del proyecto *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions* (Mayer 2005:48-50). Un año posterior al descubrimiento del sitio de Canancax, Blom registró el sitio arqueológico Ojo de Agua. Asimismo, en 1953 el explorador realizó un mapa con la ubicación de los sitios descubiertos en la región hasta el momento (Figura 2).

Acerca de las investigaciones realizadas durante la década de los sesenta, en el inicio de ésta, Tatiana Proskouriakoff publicó uno de los artículos más importantes en lo que refiere al estudio e interpretación epigráfica (García y Juárez 1986:8). En este, la autora se valió de las inscripciones encontradas en Piedras Negras para establecer que los textos epigráficos narran la historia de los gobernantes mayas, también añadió que estos casos se dan en otros sitios como en Yaxchilán. Así pues, en 1963 y 1964, Proskouriakoff, publicó los ensayos referentes a éste, abordando a dos gobernantes, Escudo Jaguar I y Pájaro Jaguar IV (Mathews 1997:55).

Figura 2. Mapa dibujado por Blom en 1953



Fuente: Blom Frans. 1953. La Selva Lacandona y Tierras Colindantes. Recuperado el 13 octubre de 2020 de http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/mapa%3A236

Durante 1964, William R. Bullard estudió los sitios de San Lorenzo, Yaxún y El Planchón de las Figuras, ubicados en el curso inferior del río Lacantún, haciendo descripciones de estos y de las estelas halladas en los mismos. De forma específica tanto en San Lorenzo como en Yaxún realizó excavaciones encontrándose, para el caso del primero, cerámica correspondiente a la fase Boca de Altar de Sacrificios, mientras que, en el segundo, halló cerámica de tipo Anaranjado Fino, Gris Fino y una jarra utilitaria de barro Altar Anaranjado (Bullard 1965).

Para el año de 1968, el antropólogo, Jaroslaw Theodeore Petryshyn, visitó los vestigios de un sitio cercano a Laguna Sival (también conocida como Laguna Pethá o Guineo), nombrándolo como Kanankásch y Kanank'ash¹ en honor a una deidad terrestre lacandona, cuyo mito dice habita el lugar. Las actividades de Petryshyn en el sitio se limitaron al fotografiado de las Estructura I y de la pintura mural que se encuentra en ésta (Mayer 2005:50-51). En la actualidad este sitio ha sido registrado por el INAH como Kanankax Sibal (Lozada Toledo 2017).

Con respecto a las investigaciones arqueológicas realizadas en la región durante la década de 1970, es pertinente hablar del Proyecto Yaxchilán, creado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en el año de 1973 y dirigido por Roberto García Moll desde su creación hasta 1985. El proyecto se creó con la intención de explorar, preservar y presentar el sitio, así como la de establecer una investigación sistemática que permitiese comprender el desarrollo socioeconómico y abandono en las tierras bajas, a partir de la documentación de un sitio de la magnitud de Yaxchilán (García y Juárez 1986:8).

Por otra parte, en 1976, el arqueólogo Peter Schmidt, fue guiado por un grupo de lacandones al actual sitio arqueológico de Plan de Ayutla. Durante su visita, Schmidt solicita a los miembros de la cooperativa agrícola de reciente creación, y de nombre homónimo al sitio, nombrar a éste como Toyol Na («Casa en las Alturas» en tseltal); así también, pide que sea reportado al INAH. Por lo que refiere a lo realizado por Schmidt en el sitio, el arqueólogo redacta un informe en el que hizo descripción de la extensión de éste, así como de los rasgos arquitectónicos del mismo, enfocándose en su calidad y monumentalidad (Martos López 2009:4).

Durante el mismo año de 1976, el arqueólogo Ramón Carrasco, integrante del Proyecto Yaxchilán, visitó el sitio Nuevo Jalisco como parte de los recorridos de superficie que se

¹ El sitio registrado por Petryshyn no debe ser confundido con el sitio de Canancax descubierto y registrado por Frans Blom en 1949.

efectuaban durante el proyecto, haciendo una descripción del sitio, así como un croquis (Tovalín *et al.* 2004:55).

Hacia 1978 María de la Cruz Paillés (1978) realiza recorrido de superficie al norte del valle del río Lacanjá, donde aporta los primeros datos sobre el patrón de asentamiento de Bonampak. Por otro lado, hacia finales de los años ochenta, Ignacio Sánchez (1991), en colaboración con Daniel Juárez y Mario Pérez Campa obtienen la información para la declaratoria presidencial de Zona de Monumentos Arqueológicos Bonampak en diciembre de 1993 (Tovalín Ahumada, 2019).

En relación con las investigaciones de la década de los años noventa, cabe mencionar que, en el año de 1992, el arqueólogo Alejandro Tovalín (2000:428) fue notificado por Pascual Vázquez sobre la existencia de un sitio arqueológico ubicado en el paraje de Dos Caobas; sin embargo, éste no fue visitado hasta finales de 1993 por los integrantes del equipo del Proyecto Arqueológico Bonampak. A su llegada, los visitantes descubrieron una estela labrada por ambas caras a la cual fotografiaron, dibujaron y asignaron la denominación de Estela 1 de Dos Caobas, misma que hoy se localiza en el Museo Comunitario de Frontera Corozal.

Referente al Proyecto Arqueológico Bonampak, es preciso mencionar que éste se establece en el año de 1993 bajo la dirección de Alejandro Tovalín, sus objetivos planteados fueron el conocer y explicar el desarrollo sociocultural de la sociedad que habitó el lugar, así como la restauración y preservación del sitio. Así también se efectuaron recorridos en el valle del río Lacanjá con la finalidad de mapear, a través de un GPS, seis de los sitios previamente registrados en los años cuarenta y sesenta, permitiendo la valoración de su estado de preservación, el desarrollo a futuro de planes de intervenciones y el estudio de la dinámica política entre las sociedades que habitaron el área (Tovalín Ahumada 2007). Dentro de los sitios visitados se encuentran Nuevo Chetumal, descubierto en 1941; Ojos de Agua, reportado por Blom en 1949; Nuevo Jalisco, visitado por Carrasco en 1976; Plan de Ayutla, visitado por Schmidt en 1976; y Rancho Ojo de Agua y Cascada Lacanhá o Sitio 23, encontrados gracias a los trabajos de exploración del Proyecto Arqueológico de Bonampak (*ídem*).

Por otra parte, también en 1993, la arqueóloga Sonia Rivero dio a conocer los resultados del estudio arqueológico de los sitios de San Quintín, descubierto durante el proyecto Patrón de Asentamiento Prehispánico en el Área de la Laguna Miramar, y San José Bulnes. Su publicación

consiste en la descripción de los sitios, de su patrón de asentamientos, así como del material cerámico y lítico encontrado en las excavaciones (Rivero Torres 1993).

De igual importancia es la publicación titulada *Sociopolitical Implications of a New Emblem Glyph and Place Name in Classic Maya Inscriptions* escrita por Joel Palka en 1996. En dicho artículo, el autor analiza el glifo emblema denominado como Tied-Hair, descubierto por Houston en 1986 (Anaya *et al.* 2003:179), basándose en los textos jeroglíficos del Altar 6 del sitio El Pato/El Chorro, ubicado en Guatemala; de los Dinteles 3 y 1, así como del Título 31 de los murales hallados en la habitación 2 de la Estructura 1 de Bonampak; y del Panel Kuna-Lacanhá del sitio Lacanhá, estos dos últimos ubicados en el estado mexicano de Chiapas. El estudio realizado por Palka, permitió definir el papel jugado por el Knot-Site (nombre asignado al sitio representado por el glifo emblema Tied-Hair) en la geopolítica regional; por ejemplo, gracias a la lectura del Panel Kuna-Lacanhá, se sabe que Knot-Site ejerció su dominio sobre los sitios de Bonampak y Lacanhá al instaurar a Tab' B' ahlam (Jaguar Ojo Anudado) como gobernante de estos; sin embargo, el Dintel 1 de Bonampak relata como este gobernante es tomado como cautivo por el señor de Bonampak años posteriores (Palka 1996:216-219). Así también, el autor discute en el artículo algunas de las razones del porqué el glifo emblema de Tied-Hair pasó por desapercibido durante años, siendo una de éstas la confusión de éste con los glifos emblemas de Dos Pilas y Tikal (*ibidem*:214-216).

Por último, en 1997, el equipo del Proyecto Arqueológico Bonampak, transportó la Estela 1 de Dos Caobas al Auditorio Comunal de Frontera Corozal; durante sus trabajos hallaron a poca distancia de la Estela 1 el fragmento superior de ésta y la denominaron como Estela 2 de Dos Caobas (Tovalín Ahumada 2000:428).

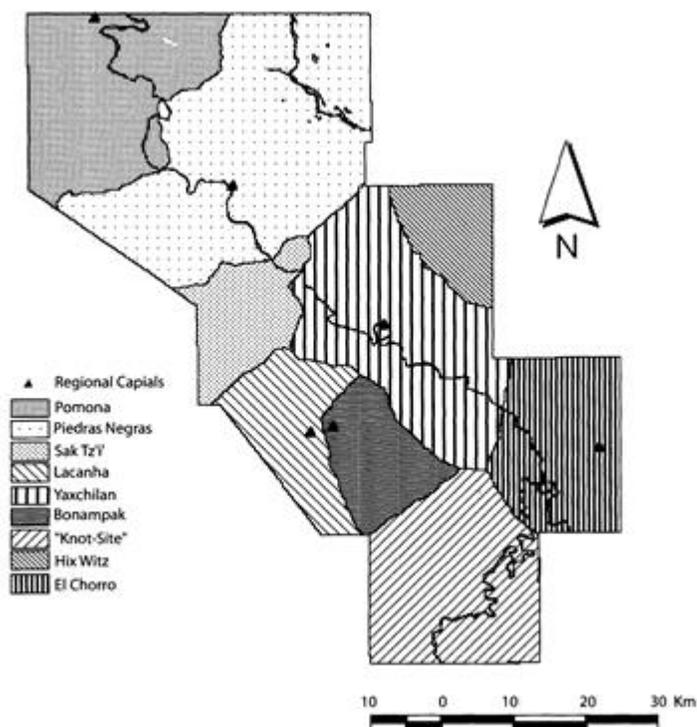
INVESTIGACIONES DEL SIGLO XXI

Llegado el siglo XXI, nuevos estudios arqueológicos se desarrollarían en la región, algunos de estos estarían acompañados de enfoques y tecnologías novedosas que, entre otras cosas, contribuyen a la documentación arqueológica, la comprobación de hipótesis y ampliarían el conocimiento sobre los antiguos habitantes del área. Así pues, uno de los primeros estudios en llevarse a cabo fue el Proyecto Arqueológico Lacanhá, bajo la dirección del arqueólogo Alejandro Tovalín (2006:280), similar a lo planteado en el Proyecto Arqueológico Bonampak, en éste se

buscaba conocer las dimensiones y características del sitio, ritos funerarios, definir fases cerámicas y de ocupación, así como comprender su papel en la geopolítica regional (ídem).

En el año 2003, Armando Anaya y colaboradores publicaron el artículo *Sak Tz'i', a Classic Maya Center: a Locational Model Based on GIS and Epigraphy*, cuyas discusiones se centraron en la localización y definición del territorio ocupado por el sitio Sak Tz'i', identificado años anteriores por Nikolai Grube gracias a su glifo emblema, Hix-Witz y el Knot-Site. Los autores plantearon la aplicación de los Modelos de Gravedad, en conjunción con los SIG, para determinar el grado de interacción tenido por las diferentes entidades políticas de la región y así poder calcular las áreas donde pudiesen ubicarse los sitios ya mencionados (Anaya *et al.* 2003: 180-184). Se debe mencionar que las relaciones entre los sitios fueron reconstruidas a partir de los textos epigráficos encontrados en Bonampak, El Cayo, La Mar, Lacanhá, La Pasadita, Nuevo Jalisco, Piedras Negras, Pomoná y Yaxchilán (íbidem:183). Los resultados obtenidos en el estudio se muestran en la Figura 3.

Figura 3. Mapa de la región del Alto Usumacinta que muestra los límites territoriales propuestos para las nueve entidades políticas regionales



Fuente: Anaya *et al.* 2003:185.

Al mismo tiempo, en 2003, daría inicio el Proyecto Arqueológico Sierra del Lacandón que tendría entre sus colaboradores a Charles Golden y Andrew Scherer. El objetivo planteado por dicho proyecto consistía en el estudio de las fronteras de los reinos mayas por lo que se estableció como actividad principal la identificación de sitios arqueológicos existentes entre las principales entidades políticas de la región del Usumacinta (Golden *et al.* 2006:1).

Por lo tanto, el proyecto se desarrollaría a lo largo de varias temporadas de trabajo, estando el lapso correspondiente de 2003 a 2005 enfocados al mapeo de las zonas fronterizas entre Piedras Negras y Yaxchilán, centrándose en áreas pantanosas, zonas altas, alrededor de los cerros que circundan el Arroyo Macabilero y al sur de la Laguneta Lacandón (*ídem*). Dentro de los resultados obtenidos, los correspondientes al periodo de 2003 a 2004, permitieron la definición de la distribución de sitios circundantes a las cabeceras regionales; aquellos sitios subordinados a Yaxchilán reflejan un mayor esfuerzo por parte de los gobernantes para fortificar sus fronteras, posicionando sitios en zonas estratégicas y concentrándolos a lo largo de ésta; por su parte, la distribución de los sitios pertenecientes a Piedras Negras indican que no hubo un intento del cuidado político o militar de sus fronteras (Golden y Scherer 2006: 4).

Continuando con los resultados obtenidos por el Proyecto Arqueológico Sierra del Lacandón, para 2005 se habían identificado 23 nuevos sitios y documentado cinco sitios previamente registrados; en 2006 son excavados los sitios de El Kinel y la Técnica, además de que se inician los estudios previos del sitio Zancudero en donde es encontrada una muralla defensiva perteneciente al periodo Preclásico Tardío (Golden *et al.* 2006: 150).

Por otra parte, en noviembre del año 2003, dio inicio el Proyecto Plan de Ayutla bajo la dirección del arqueólogo Luis Alberto Martos (2012). La primera temporada de trabajo estuvo enfocada al reconocimiento y consolidación, mientras que trabajos posteriores se centraron en el mapeo topográfico del sitio y labores de excavación, dando como resultado la ampliación del conocimiento tenido sobre Plan de Ayutla (Martos López 2005).

Posteriormente, en el año de 2004, surgieron dos planteamientos referentes a la identidad del sitio de Plan de Ayutla, el primero de estos, propuesto por Dmitri Beliaev y Alexander Safronov, establecía que el sitio era capital del reino de Ak'e, dado que los estudios comparativos realizados en Bonampak arrojaban una fecha de fundación más tardía que la de Plan de Ayutla y una menor extensión. A razón de esto, los autores propusieron la posible fundación de

Bonampak por parte de una dinastía disidente de Ak'e que conservó el glifo emblema de la antigua ciudad (Martos López 2009:15).

Por el contrario, la segunda hipótesis, planteada por Peter Biro, proponía al sitio de Plan de Ayutla como capital del reino de Sak Tz'i', centro que tuvo un papel importante en la trama política de la región Usumacinta y al que se le asocia conflictos bélicos con Piedras Negras, Yaxchilán, Bonampak, Lacanhá y Toniná (ídem). Esta propuesta se vería reforzada gracias a los análisis territoriales hechos por Anaya y colaboradores en 2003 que ubicaba a Plan de Ayutla en el territorio ocupado por Sak T'zi'.

Por otro lado, para el año 2006, daría inicio el Proyecto Arqueológico de los Mayas Históricos en la Selva Lacandona, Chiapas a cargo de Joel Palka y colaboradores. Los propósitos planteados por los investigadores fueron: ubicación y mapeo de sitios aledaños al sistema lacustre de Mensabak, excavación de estos para determinar temporalidad, examinar la etnicidad de sus habitantes y el estudio de los cambios culturales, así como económicos de los grupos mayas que vivieron fuera del control colonial. Así pues, se llevó a cabo la visita de seis sitios arqueológicos alrededor del lago Tzibaná, entre ellos Tzibaná, Kuyak, El Mirador, Paten, Los Olores, La Punta y Mensabak, también se hizo la visita de tres cuevas sagradas y tres ricos con pinturas rupestres en ellos (Palka *et al.* 2008).

Prosiguiendo con los estudios realizados en la región del Usumacinta, cabe mencionar el texto presentado en el Encuentro Internacional de Investigadores de la Cultura Maya durante el año 2013, “La Cerámica del Periodo Clásico Tardío Procedente de la región entre los ríos Chocolja y Busilja. En el río Usumacinta medio de Chiapas, México”, este expone los resultados obtenidos por el Proyecto Arqueológico Busilja-Chocolja, dirigido por Golden y Scherer, que tuvo como objetivos la reubicación de los sitios reportados por Teober Maler a inicios del siglo XX y el estudio de los procesos de formación de las entidades mayas del Periodo Clásico del Usumacinta Medio, así como definir sus límites políticos, culturales y económicos (Jiménez *et al.* 2013).

Después, entre el año 2011 y 2017, Lozada realizó una investigación enfocada al estudio del arte rupestre de laguna Mensabak y Pethá. Dentro de los resultados obtenidos, se encuentra la documentación del arte rupestre de ambas lagunas, así como la recreación de las rutas de peregrinaje de los lacandones históricos, y de las percepciones de los grupos lacandones actuales

de su entorno y de las pinturas rupestres (Lozada Toledo 2017). En años posteriores, sus investigaciones se han centrado en la arqueología subacuática de Laguna Mensabak.

Para el año de 2015, daría inicio el Proyecto Arqueológico Rancho Ojo de Agua a cargo del arqueólogo Marx Navarro, el objetivo de tal se centró en identificar el rol de los asentamientos menores aleñados a los sitios de Bonampak y Yaxchilán, para ello se realizaron labores de prospección arqueológica en la zona norte de la cuenca del río Lacanjá, teniendo como resultado la identificación de 13 sitios arqueológicos (Navarro Castillo 2015). Posteriormente se llevó a cabo la excavación de uno de ellos y la investigación subacuática, lográndose la recuperación de material cerámico y lítico (Navarro Castillo 2017) cuyo análisis permitió la identificación de esferas de interacción.

Por último, en el año 2020, se pondría a discusión la localización de la capital de Sak Tz'í', previamente atribuida al sitio de Plan de Ayutla, por parte de Golden y colaboradores (2020) que a raíz de sus investigaciones en el sitio Lacanjá Tzeltal y la lectura del Panel 1 del mismo, proponen a éste como posible ubicación de la cabecera del reino de Sak Tz'í'. Entre los argumentos presentados, los investigadores arguyen que el sitio tiene una mayor extensión (25 ha) en comparación a Plan de Ayutla (16 ha) o Bonampak (21 ha), además añaden que la disposición de las estructuras en Lacanjá Tzeltal indica una posible defensa contra ataques enemigos, asimismo señalan la presencia de múltiples esculturas, entre ellas el Panel 1 que relata rituales místicos y brinda información genealógica sobre la dinastía de Sak Tz'í' (ibidem:78)

Otra de las observaciones realizadas por los autores, establece que el sitio de Lacanjá Tzeltal se encuentra ubicado en los límites territoriales modelados por Anaya y colaboradores años anteriores, reafirmando la posibilidad de que este sitio haya sido la capital de Sak Tz'í'. Sin embargo, no rechazan que Plan de Ayutla fuese la cabecera política de Sak Tz'í' y añaden que tanto Lacanjá Tzeltal como Plan de Ayutla pudieron haber sido capitales duales o sucesivas de éste; ante esta probabilidad, los autores sugieren que el sitio sea nombrado como Sak Tz'í'-Lacanjá Tzeltal (ibidem:72).

Por otra parte, en 2021, Sheseña y colaboradores definieron redes caminos en las montañas del norte de Chiapas mediante el uso de SIG. La investigación tuvo como objetivo relacionar el desarrollo sociocultural de los asentamientos ubicados en esa área con la presenta de rutas prehispánicas de comunicación, así como descifrar el impacto de las mismas en la geopolítica regional.

La revisión histórica de los estudios arqueológicos realizados en la cuenca del río Lacanjá y regiones aledañas, revelan una prioridad dada por parte de los investigadores a sitios con arquitectura monumental o áreas específicas. Esta tendencia ha generado un vacío de información respecto al papel desempeñado por sitios menores dentro de la trama política de la región. Particularmente, dentro del área de estudio podemos observar que las investigaciones se han centrado en el esclarecimiento identitario de la capital del reino de Sak T'zi, enfocándose en los sitios de Lacanjá Tzeltal y Plan de Ayutla; el análisis de patrón de asentamiento de Bonampak y sitios subordinados; el reconocimiento de sitios en el área norte del río Lacanjá; así como en el registro de sitios aledaños al sistema lacustre de Mensabak y el entendimiento de las relaciones habidas entre las lagunas y los lacandones históricos.

Así pues, esta dinámica ha propiciado que zonas de relevancia arqueológica hayan permanecido inexploradas, generando un vacío en el registro de asentamientos prehispánicos cuya investigación proporcionaría una valiosa fuente de información respecto a temas geopolíticos. Tal es el caso de las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté, en las que su estudio resulta fundamental para comprender las dinámicas político-económicas establecidas entre los gobernantes mayas de la región del Usumacinta con Toniná.

Cabe mencionar que si bien a finales del siglo pasado surgieron sistemas informáticos y métodos de análisis que permiten la resolución de problemas similares a los planteados en la presente tesis, estos no han sido integrados totalmente a las investigaciones arqueológicas de la cuenca del río Lacanjá. Tal es el caso de los SIG, que a pesar de ser una herramienta de análisis ampliamente difundida en el ámbito arqueológico dada su capacidad para generar información que facilita la toma de decisiones, ha sido poco aplicada en el área de estudio. A razón de las observaciones realizadas previamente surgen los cuestionamientos, objetivos e hipótesis que forman parte de los planteamientos esenciales de esta tesis y que conoceremos en las siguientes secciones.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis pretende dar respuesta a los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Cuáles fueron los factores que influenciaron la elección de las zonas de emplazamiento de los asentamientos prehispánicos ubicados en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté?

2. ¿Cuál es la tendencia de ubicación de los asentamientos prehispánicos en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté?
3. ¿Cuáles son las contribuciones dadas por un SIG a una investigación arqueológica centrada en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté?

OBJETIVOS

Los objetivos planteados el presente trabajo de investigación son:

1. Determinar los factores que influenciaron en la ubicación de los asentamientos prehispánicos en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté, con base en una muestra de estudio, su relación con el paisaje.
2. Precisar la localización de los sitios arqueológicos ubicados en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté.
3. Predecir con fundamentos teóricos y estrategias de análisis, zonas no exploradas susceptibles a contener sitios arqueológicos dentro de las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté.

HIPÓTESIS

1. Dado que la topografía del lugar está conformada principalmente por sierras y lomeríos, mismos que representan una limitante en el desplazamiento humano, existe una mayor probabilidad de ocurrencia de sitios arqueológicos en terrenos que hubiesen permitido el control de los valles y el acceso a estos.
2. Dada la inestabilidad política surgida en la región del Usumacinta y sus afluentes tributarios durante el periodo Clásico, los sitios ubicados en el área de estudio presentan un patrón estratégico en función de las características fisiográficas del paisaje que les permitió el control de las vías comunicación, brindando una mayor capacidad defensiva de sus fronteras políticas.
3. Los asentamientos humanos de las cuencas del Lacanjá y Jataté se establecieron en función de las características fisiográficas del paisaje, priorizando puntos estratégicos que les permitiese un control de las vías de comunicación y redes de comercio interregional.

4. Los modelos de potencial arqueológico son una estrategia de análisis que conjugan elementos teóricos y procesamientos asistidos por SIG para la identificación de zonas inexploradas con alta probabilidad de ocurrencia de sitio arqueológico.

En este sentido, el abordaje teórico de este trabajo de investigación es retomado de los preceptos establecidos por la Arqueología del Paisaje (ArPa) que, *grosso modo*, instruye la conceptualización del entorno geográfico como una construcción sociocultural (Criado Boado 1999) en la cual la disposición del paisaje puede ser explicado con relación a las pautas sociales, económicas y simbólicas de las sociedades pasadas que han contribuido a su construcción (Chapa *et al.* 2003). De tal manera que el establecimiento de conjeturas referentes al patrón de comportamiento humano dentro de una región, requiere un análisis previo de ésta que permita la identificación de aspectos ambientales o socioculturales asociados al establecimiento de los grupos humanos.

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS

El estudio arqueológico de las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté es abordado a través de tres capítulos, cada uno de ellos está orientado a detallar elementos esenciales que permitan comprender la propuesta de estudio, así como el entorno en el que se desarrolla. En este primer segmento fueron establecidos los planteamientos que originan y orientan la presente tesis. También, se hizo una revisión histórica, aunque no exhaustiva, de las exploraciones y trabajos de investigación realizados en el área de estudio con la finalidad de conocer su estado.

Por otro lado, el Capítulo 1 tiene como finalidad explicar las bases conceptuales de la modelización predictiva en arqueología. A razón de esto, los temas abordados en el marco teórico están dirigidos a la comprensión de los SIG y su función como herramienta de análisis dentro de la disciplina arqueológica. También son expuestos las bases teóricas y fundamentos de los modelos de potencial arqueológico.

Posteriormente, en el Capítulo 2 se describen las características paisajísticas de las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté, con el propósito de que se puedan inferir patrones o tendencias de ocupación humana a partir éstas, y así definir las variables a usar dentro de la modelización predictiva. A tal efecto, la descripción del área estudio se hace por medio de su fisiografía, retomando las características de la subprovincia fisiográfica denominada como Sierra

Lacandona, y de sus aspectos culturales, a través de la reconstrucción de los eventos suscitados en la región del Usumacinta y el valle de Ocosingo durante el periodo Clásico Tardío.

En el Capítulo 3 se aborda la metodología aplicada para los análisis predictivos, son detallados los geoprocesamientos realizados y las variables empleadas durante la modelización, también se exponen los archivos derivados de los análisis. Por último, las conclusiones alcanzadas a partir de la investigación realizada en la presente tesis se presentan en la sección de Comentarios Finales.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

Los SIG se introdujeron a la disciplina como parte de los cambios epistemológicos promovidos por la Arqueología Procesual en su afán de reconfigurar el paradigma arqueológico que, para ese momento, se encontraba fuertemente influenciado por el historicismo-cultural. Es así que durante este proceso se incorporaron a la disciplina principios teóricos proveniente de la Ecología Cultura y la Teoría General de Sistemas, que conllevaron a la conceptualización de la cultura como un sistema adaptativo a través del cual las sociedades humanas hacían uso efectivo del entorno físico.

Tales percepciones de la cultura promovieron el interés por el estudio de las relaciones habidas entre los grupos humanos y su entorno, dando origen con ello al análisis espacial en la arqueología. Cabe mencionar que esta categoría de estudio se consolidó gracias a la integración de modelos, métodos y herramientas de análisis propios de la Nueva Geografía, la Estadística y la Informática a su apartado teórico-metodológico; siendo durante esta convergencia de conocimientos el momento en el cual son introducidos los SIG a la problemática arqueológica.

La aplicación de los SIG a la arqueología ha contribuido al estudio de las relaciones espaciales existentes entre los contextos arqueológicos y los elementos que conforman el paisaje (Anaya y Hernández 2018:60), esto gracias a su capacidad para la integración de datos geográficos, así como por la variedad de herramientas de análisis que permiten al investigador optimizar procedimientos que de forma manual resultan complejos y requieren una mayor inversión de tiempo. En general, los SIG han generado cambios teóricos y metodológicos en la disciplina, como también una serie de discusiones referente a la fiabilidad de estos sistemas como herramientas auxiliares en la resolución de problemáticas de índole cultural.

De forma específica, los cuestionamientos realizados son agrupados en dos categorías, errores teóricos y errores metodológicos. El primer grupo se origina en la disciplina arqueológica y refiere al uso de posturas teóricas que tienden a simplificar las relaciones de los seres humanos con su entorno. Mientras que la segunda categoría señala las fallas que se generan ante el desconocimiento sobre el manejo adecuado de los SIG, los errores en la recolección y registro de datos, así como los errores de interpretación (Araneda 2002:64). En conjunto, estas fallas reducen la validez de los resultados obtenidos, por lo que se es necesario brindar un cuadro

explicativo que establezca las bases necesarias para comprender la lógica de los SIG y la del método analítico empleado en el desarrollo de las investigaciones.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los SIG son programas computacionales especializados en el procesamiento de datos espaciales, estos integran diferentes componentes entre los que destacan datos, hardware, métodos, personas y software, siendo la conjunción de estos elementos lo que ha caracterizado a estos sistemas como herramientas de capacidad excepcional para el análisis espacial.

Dada la complejidad de estos sistemas, su conceptualización varía en función de los elementos que lo integran, a consecuencia de ello hay definiciones que puntualizan su capacidad para la gestión y análisis de datos, su complejidad tecnológica o su uso como herramienta auxiliar en la toma de decisiones (Rodríguez y Olivella 2010:9). Una manera de entenderlos es comparándolos con la cartografía tradicional, al igual que ésta, la realidad geográfica es fragmentada en diferentes temas, representada con símbolos y expresadas en un mapa; la diferencia consiste en que los SIG añaden funciones específicas para la gestión y procesamientos de datos, es decir, dentro de un mapa interactivo, el usuario cuenta con una base de datos a la cual se añaden diferentes capas de información geográfica, de tipo ambiental o cultural, de las que podrá disponer para realizar una tarea específica.

Estas características establecen la diferencia entre los SIG y otros sistemas de información que admiten el uso de datos espaciales, tales como los programas CAD (*Computer Assited Desing*), empleados en la representación cartográfica; los AM/FM (*Automated Mapping/Facilities Management*), sistemas que asocian una base de datos a un bloque gráfico y son empleados en la gestión de la infraestructura pública; o los SGBD (Bases de Gestión de Datos) (Olaya 2014:12-14). Es necesario establecer que, si bien estos programas pueden desempeñar funciones similares a la de los SIG, estos últimos se distinguen por su capacidad para generar nueva información a partir de datos preexistentes por medio de procesos de análisis en los que se ven involucrados las relaciones topológicas de los objetos geográficos (Bosque *et al.* 2012:30).

Lo visto hasta ahora nos permite vislumbrar las funciones y características de los SIG; sin embargo, es preciso profundizar en estos aspectos si se pretende tener un cuadro explicativo que brinde las bases necesarias para el uso adecuado de estas herramientas. Por tal motivo, las

siguientes secciones se enfocan a explicar los componentes que integran los SIG, la lógica de los datos espaciales y los cuestionamientos que pueden ser resueltos a través de estos.

COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En la definición brindada para los SIG establecimos que estos están conformados por diferentes componentes que desempeñan una función específica y cuya unión confiere a estas herramientas capacidades para el análisis de los datos espaciales. Tradicionalmente como ya se comentó, estos se catalogan en 5 clases: hardware, software, datos, personas y métodos.

La primera categoría, hardware, engloba los componentes físicos (computadoras o estaciones de trabajo) necesarios para ejecutar los softwares, así como los dispositivos periféricos de entrada o salida de datos (tabletas digitalizadoras, redes de conexión, impresoras, escáneres, GPS, memorias USB, entre otros elementos) (Olaya, 2014:21).

El segundo componente, software, hace referencia a los programas computacionales mediante los que se operan y manipulan los datos espaciales, su funcionamiento se basa en una serie de algoritmos matemáticos que sirven para el procesamiento de datos (Bosque *et al.* 2012:34). Estos pueden ser de acceso libre, tal como lo es QGIS, o de licencia, siendo ArcGIS el más conocido de estos.

El tercer componente son los datos, y representan el recurso con mayor relevancia dentro de los SIG dado que son a través de estos que se representa la realidad geográfica dentro de un entorno virtual y son indispensables para el desarrollo de los geoprocесamientos.

El cuarto componente, personas, engloba a los programadores, desarrolladores de los softwares SIG, y los técnicos o analistas, personal a cargo del análisis geográfico acorde a los objetivos de una investigación en particular (*ídem*).

Por último, el quinto componente son los métodos, y refiere a las diferentes herramientas de geoprocесamientos que integran los SIG para dar solución a diversos cuestionamientos; sus aplicaciones están supeditadas a los objetivos y planteamientos metodológicos de una investigación determina. Así pues, existen diferentes métodos para el análisis espacial, generación de bases de datos y representación e interpretación de mapas (Rodríguez y Olivella 2010:40).

Los SIG integran estos componentes en un solo espacio o escenario informático donde el usuario puede acceder al conjunto de herramientas, comandos y funciones que caracterizan a

este tipo de sistemas, comúnmente se designa como entorno SIG al escritorio o pantalla principal en la cual el usuario puede visualizar y procesar los datos espaciales.

DATOS ESPACIALES

Los datos espaciales o geográficos son abstracciones de la realidad mediante los cuales se representa la localización, las relaciones y características de las entidades geográficas, estos están conformados por un componente espacial y temático.

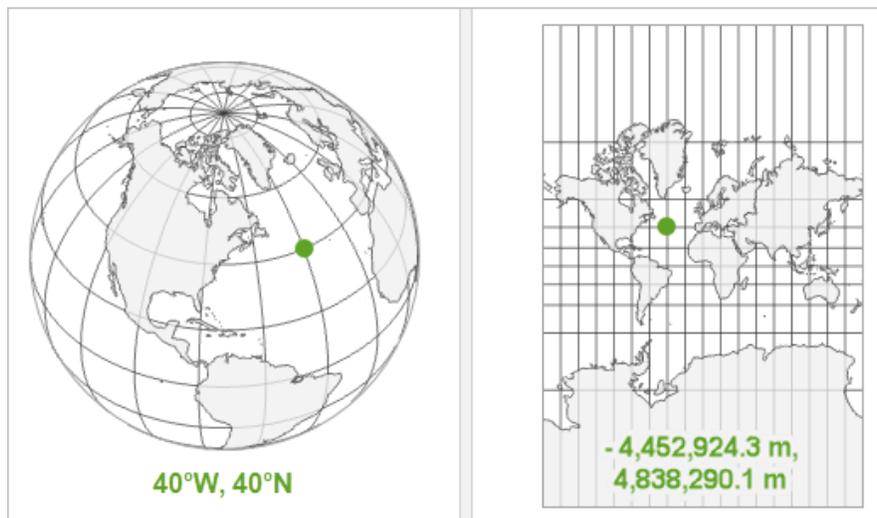
El primer componente permite representar la ubicación de las entidades geográficas, para ello se vale del uso de un sistema de coordenadas que puede ser de tipo geográfica, también conocidas como globales o esféricas, o proyectadas, usualmente denominadas como proyecciones planas o cartográficas (ESRI 2016a). Las diferencias entre ambas categorías radican en el modelo que se usa para la representación de la superficie terrestre y los valores de medición empleados en la georreferenciación de puntos; por ejemplo, en los sistemas de coordenadas geográficas, la Tierra se concibe como una esfera tridimensional sobre la cual se traza una serie de anillos paralelos al ecuador (paralelos) y una serie de círculos perpendiculares que convergen en los polos (meridianos) (Gutiérrez *et al.* 2013:14). Estas líneas divisoras conforman una retícula que contiene valores de longitud y latitud que posicionan geográficamente los datos espaciales; la ubicación es expresada en coordenadas angulares que se miden a través de decimales o grados, minutos y segundos (DMS; véase la Figura 3; ESRI 2016b).

Por otra parte, los sistemas de coordenadas proyectadas representan la superficie terrestre como un plano bidimensional, este resultado se obtiene a través de una serie de transformaciones matemáticas conocidas como proyecciones cartográficas, que transforman un sistema de coordenadas geográficas (tridimensional) a uno de coordenadas planas (bidimensional). En tal caso, la ubicación es expresada en metros y precisada a través de los valores **X**, **Y** (Figura 4); donde **X** representa la orientación hacia el este, y **Y** la dirección norte. También puede haber un valor **Z** que equivale a la altura sobre o por debajo del nivel del mar (Gutiérrez *et al.* 2013:14).

Retomando el tema que nos concierne, otros de los aspectos que describe el componente espacial son las propiedades espaciales (longitud, forma, perímetro, orientación, pendiente y superficie) y las relaciones (geométricas, de carácter cuantitativo y se determina a partir del cálculo de las coordenadas, o topológicas, tales como adyacencia, contigüidad, conectividad,

pertenencia, inclusión, superposición) de las entidades caracterizadas (Rodríguez y Olivella, 2010:25).

Figura 4. Comparación de un sistema de coordenadas geográficas y un sistema de coordenadas proyectadas y sus respectivas unidades, resaltando la misma ubicación



Fuente: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/properties/coordinate-systems-and-projections.htm>

Por otro lado, el componente temático hace referencia de los atributos descriptivos de las entidades geográficas, estos valores se expresan en forma de variables dentro de una tabla de atributos, en los que cada uno de estos registra un valor determinado para cada una de las características de los objetos representados (véase Tabla 1).

Tabla 1. Tabla de Atributos

Sitio	Extensión (km ²)	No. estructuras	Densidad de estructuras por km ²	Rango de sitio por número de estructuras
El Tlacuache	4	10	2.5	1
El Cupapé	2.26	6	2.65	2
Zotz	1.95	4	2.05	3
Che che'n	2.1	2	0.95	4

La tabla contiene información de sitios hipotéticos; elaboración propia.

Las variables expresadas en la tabla de atributos pueden ser de tipo continuas, es decir, admiten cualquier valor en un rango; discretas, que sólo admiten valores en números enteros; fundamentales; aquellas que se obtienen directamente del proceso de recolección de datos; y derivadas, se generan a través de una operación aritmética entre dos o más variables fundamentales (López y Torres 2017). A su vez, estas categorías pueden ser agrupadas en dos clases, variables según los valores tomados, continuas y discretas, y variables según el proceso de elaboración, fundamentales y derivadas (Rodríguez y Olivella 2010:30-31).

Cabe mencionar que la información asociada al componente temático es representada mediante categorías cuyos valores son descritos a través de diferentes escalas de medición; estas pueden ser de tipo nominal, ordinal e intervalos. En lo que respecta a la escala nominal, los valores asociados son cualitativos y se expresan por medio de nombres; su uso está orientado a la agrupación o diferenciación de clases (ESRI 2018). Por su parte, en la escala ordinal los valores determinan la posición de las entidades espaciales, es decir, se jerarquizan u ordenan en términos de posicionamiento (primero, segundo, tercero, etc.) y no de magnitudes o proporciones relativas (ídem). Mientras que la escala de intervalo sirve para la representación de diferencias entre valores de una variable con respecto a un valor tomado como referencia (Rodríguez y Olivella 2010:33).

Para ilustrar mejor los tipos de variables y escalas de medición, clasificaremos los atributos del sitio hipotético de El Tlacuache (mostrado en la Tabla 1) según las categorías previamente mencionadas (véase Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplificación de los tipos de variables y escalas de medición

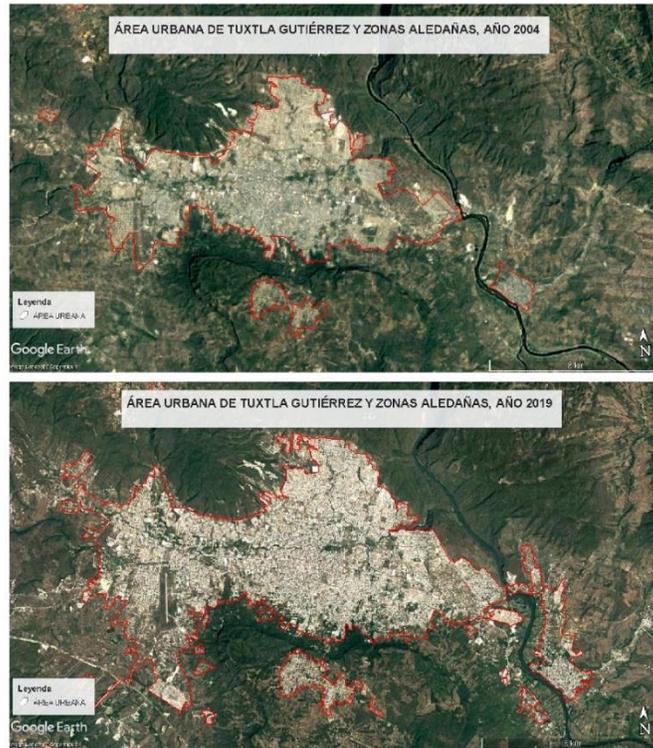
Sitio Tlacuache	El	Extensión (km ²)	No. estructuras	Densidad de estructuras por km ²	Rango de sitio por número de estructuras
Variables según los valores tomados		Discreta	Discreta	Continua	Discreta
Variables según el proceso de elaboración		Fundamental	Fundamental	Derivada	Derivada
Escala de medición		Intervalo	Intervalo	Intervalo	Ordinal

Fuente: basado en la tabla 2 de Rodríguez y Olivella 2010.

Por último, es preciso señalar que la información contenida en el componente temático supedita la generación de mapas y el desarrollo de geoprocесamientos. Por lo cual, es indispensable que las categorías mencionadas sean comprendidas para evitar la generación de errores en los modelamientos.

Un tercer componente es el temporal, este hace referencia a las modificaciones que se generan en los componentes espacial y temático como resultado de los cambios en las entidades geográficas, dada la acción natural o cultural que actúan sobre éstas a través del tiempo. A modo de ejemplo, en la Figura 5 se muestra el área urbana de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y zonas aledañas durante el año de 2004 y 2019, esta comparación nos permite observar como el crecimiento urbano de la capital chiapaneca implicó una modificación en la forma, extensión y descripción de la poligonal con la que es representada, teniendo como resultado cambios en los componentes espacial y temático.

Figura 5. Ejemplificación del componente temporal



Fuente: sección superior elaborada con los datos INEGI. 2004. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica E15C59 Chicoasén. Escala 1:50000 serie II; INEGI. 2004. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica E15C69 Tuxtla Gutiérrez. Escala 1:50000 serie II. Sección inferior INEGI. 2019. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica E15C59 Chicoasén. Escala 1:50000, 2019; INEGI. 2019. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica E15C69 Tuxtla Gutiérrez. Escala 1:50000, 2019.

A manera de síntesis, puede decirse que los componentes de la información espacial responden a las preguntas “¿qué?” y “¿dónde?”, estos elementos son indivisibles y conforman la estructura de los datos. Por su parte, el componente espacial precisará la ubicación absoluta y relativa de las entidades geográficas, al mismo tiempo que describirá sus características espaciales; mientras que el componente temático hará descripción de los atributos de los objetos representados. Comprender estos aspectos es de suma importancia dado que la elaboración cartográfica, así como el desarrollo de los geoprosesamientos están condicionados por los valores contenidos en cada uno de los componentes.

MODELO DE DATOS ESPACIALES

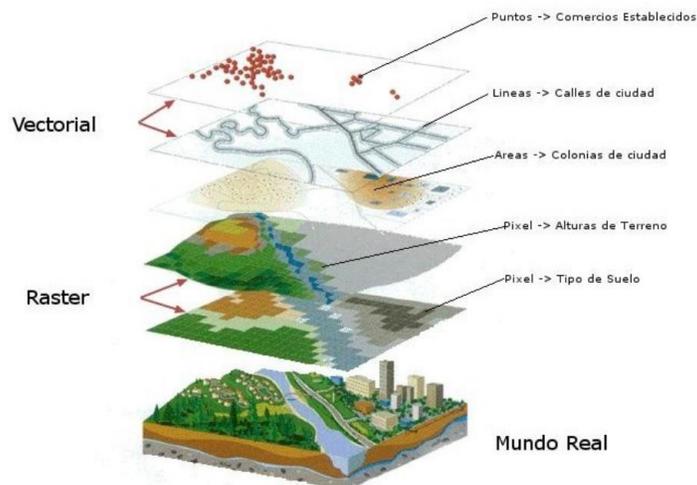
Por lo que refiere a la representación de las entidades geográficas dentro de un entorno SIG, cabe mencionar que la realidad geográfica es fragmentada en diferentes estratos de información conocidas como capas o *layers* (véase Figura 6) y que acorde a como se caracterizan las entidades pueden ser clasificadas como modelo de datos de tipo raster o modelo de datos de tipo vectorial, a esta clasificación también se le añade las categorías de datos continuos o discretos.

Para ilustrar en que consiste cada uno de ellos, pensemos en un área geográfica cualquiera, en ella existen elementos culturales y ambientales tales como árboles, carreteras, construcciones, cuerpos de agua y parcelas. Estos ejemplos son denominados como datos discretos, ya que se puede definir con precisión el comienzo y el fin de las entidades geográficas representadas; dentro de un entorno SIG, estos elementos son modelizados a través de figuras geométricas primitivas (puntos, líneas y polígonos), es decir, por medio del modelo de datos vectorial (véase Figura 6; Olaya 2014:92).

De igual manera, el espacio geográfico está caracterizados por las elevaciones del terreno, el grado de inclinación del relieve, la radiación solar y la temperatura. Estas características del medio son agrupadas en los datos continuos, es decir, valores que presentan límites difusos (Bosque *et al.* 2012:39), para su representación el área se modeliza como un matriz de celdas posicionadas en el espacio, cada celda o píxel contiene los valores representativos de la zona que abarca; esta es la lógica del modelo de datos de tipo raster (véase Figura 6).

Es pertinente mencionar que el tipo de modelización de datos no implica una superioridad de uno sobre el otros, ambas categorías tienen ventajas y desventajas que limitan su aplicación a determinados procesamientos; por ejemplo, el modelo raster es eficaz en los análisis multicriterio, pero en los que refiere a la representación cartográfica, los datos vectoriales mantienen la localización y forma exacta de las entidades geográficas, además que su caracterización tiene mayor resolución gráfica (Arroyo 1999). Por otra parte, se debe añadir que los SIG integran herramientas de análisis específicas para los datos vectoriales y raster, así como herramientas de conversión que permiten transformar los datos de un modelo a otro.

Figura 6. Representación de las capas temáticas, modelo de datos vectorial y raster



Fuente: https://nhdlibre.files.wordpress.com/2014/12/esquema_sig.png

FUENTES PARA LOS DATOS ESPACIALES

Los datos pueden provenir de fuentes primarias o secundarias, esta clasificación deriva del formato de origen en el que se encuentren los datos, análogos o digitales. En este sentido, las fuentes primarias son aquellas que están conformadas por datos digitales y cuyo uso es adecuado para emplearse de forma directa en las plataformas SIG (Olaya 2014:122), en esta categoría se engloban: plataformas digitales como los son el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el *United States Geological Survey* (USGS), *Google Earth Engine* o los datos recabados por medio de drones y GPS.

Por otra parte, en las fuentes secundarias, los datos deben pasar por un proceso de digitalización para que puedan ser manipulados en un entorno SIG. Dentro de esta categoría se encuentran digitalizaciones de mapas clásicos, datos provenientes de un muestreo o levantamiento topográfico tradicional, así como aquellos provenientes de cartografía impresa (ibidem: 123).

Por último, el tratamiento que reciban los datos dependerá del método de análisis establecido, éste condicionará las operaciones y geoprocесamientos que deban realizarse para alcanzar los objetivos planteados en una investigación.

ALCANCES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La aplicación de los SIG a las estrategias de análisis permite a las disciplinas, a través de la generación y gestión de la información espacial, brindar soluciones a problemáticas relacionadas a la planificación y comprensión del espacio geográfico, así como de los elementos que yacen sobre éste y su relación con el mismo. De forma puntual, estas herramientas dan respuesta a cuestionamientos como la localización de las entidades geográficas, ya que al trabajar con datos georreferenciados, el sistema nos brinda información sobre la ubicación en la que se desarrollan determinados fenómenos o eventos y sus características; condición, a partir de patrones establecidos, el sistema determinará las áreas en las cuales se cumplan las mismas condiciones; tendencia, pueden realizarse comparaciones de eventos en temporalidades distintos; rutas óptimas, los SIG son capaces de calcular rutas óptimas de tránsito considerando elementos fisiográficos del paisaje; pautas, a través de los SIG ciertas regularidades pueden ser detectadas, teniendo como ejemplo el patrón de distribución de los asentamientos humanos; y modelos, con el uso de estas herramientas se pueden generar modelos que representen situaciones reales o hipotéticas en un contexto geográfico determinado (Gutiérrez *et al.* 2013:7).

Los planteamientos anteriores son generalizaciones de los alcances que tienen los SIG, en sí, estos sistemas están dotados de diferentes herramientas de análisis mediante las que se pueden resolver diferentes aspectos; valdrá de las necesidades de cada disciplina la forma en la que las capacidades de los SIG sean aprovechadas. Para el caso de la arqueología, la incorporación de estas herramientas ha permitido el desarrollo de hipótesis y líneas de investigación apegados al estudio del paisaje cultural, la generación de modelos explicativos del pasado y el manejo de los recursos culturales (Baena Presysler, 2003; Ebert 2004:320).

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A LOS ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS

Los SIG se introdujeron a la problemática arqueológica durante la década de los años ochenta, debido a los cambios surgidos en la disciplina que dieron origen a la Arqueología Espacial, postura por la cual se estudiaron las relaciones del ser humano con su entorno a lo largo de los años setenta y ochenta (Criado Boado 1995:5).

En un primer momento, el análisis de datos se realizó a través de procedimientos manuales que se vieron limitados por la complejidad de su elaboración y la dificultad en el manejo

de grandes volúmenes de datos. Con la incorporación de los SIG a las investigaciones arqueológicas se introdujeron procesamientos automatizados que optimizaron la generación de modelos explicativos, la elaboración cartográfica y la gestión de datos. De esta manera, los SIG se consolidaron como herramientas analíticas predilectas en el estudio de la dimensión espacial de los datos arqueológicos, pues su aplicación reducía considerablemente los tiempos de análisis, así como los errores en los resultados y la interpretación de los mismos (Scianna y Villa 2001:337).

Los usos específicos que le ha dado la arqueología a los SIG se engloban en tres funciones esenciales de estas herramientas: visualización/representación, gestión y análisis de datos. Cada una de estas categorías añaden cierto nivel de complejidad a los procesamientos que se desarrollan para satisfacer las necesidades de las investigaciones arqueológicas; a continuación, abordaremos estos ejemplos.

La categoría de visualización/representación de datos se enfoca en la elaboración de mapas temáticos que permitan representar la disposición espacial de las entidades arqueológicas y con ello el reconocimiento de patrones espaciales. Previo a la incorporación de los SIG, esta actividad se veía limitada por la cantidad de información que podía ser colocada en un mapa sin perder inteligibilidad; a consecuencia de esto, los resultados obtenidos simplificaban la complejidad de los patrones espaciales (Pastor *et al.* 2013). Posteriormente, con la llegada de los SIG, la elaboración de cartografía arqueológica fue de gran utilidad, toda vez que estas herramientas permitían la integración de grandes volúmenes de datos arqueológicos y su superposición a variables que se presumen determinaron los patrones de distribución espacial.

Asimismo, la capacidad de los SIG para el tratamiento de los elementos gráficos que conforman un mapa contribuyó al diseño inteligible de la cartografía arqueológica, pues estos sistemas permitieron con facilidad la inserción de escalas gráficas y rosas de los vientos; el cambio de colores, tramas, grosores, tamaños y formas de los símbolos; la modificación de la claridad y nitidez de las capas; y la selección de los elementos más relevantes a representar dentro del mapa (García Sanjuán 2004).

A pesar de que la representación cartográfica resulta fundamental en la expresión de ideas o resultados, a nivel técnico supone una de las funcionalidades más básicas de los SIG en cuanto a capacidades analíticas y aportaciones al desarrollo de teorías o hipótesis se refiere (Ebert 2004: 320).

Por su parte, la gestión de datos está orientada al almacenamiento y consulta de datos, para este caso se aprovecha la capacidad de los SIG para asociar la información espacial con la información descriptiva de las entidades geográficas. Otra de las aplicaciones de los SIG en esta categoría es la transformación de datos análogos a digitales (Scianna y Villa 2001:342), que, en conjunto con la función anterior, persigue el propósito de la generación de bases de datos que faciliten la manipulación de grandes volúmenes de información de forma precisa, su actualización, su transferencia y sometimiento a procesamientos de análisis o representación. Por último, la tercera aplicación asignada a los SIG ha sido el análisis de datos, categoría enfocada a la comprobación de hipótesis o teorías mediante el sometimiento de los datos a diferentes geoprosesamientos; la adaptación de estos últimos dependerá de planteamientos específicos de cada una de las investigaciones arqueológicas. De forma generalizada, los análisis desarrollados se han categorizado en dos clases: regionales y locales.

Las clasificaciones mencionadas derivan de los tipos de datos que se emplean durante los procesamientos, en arqueología estos son catalogados como datos puntuales o locales y datos de zona o región. La primera categoría refiere al posicionamiento y características individuales de los sitios arqueológicos y unidades de excavación, mientras que la segunda clasificación son los rasgos descriptivos del paisaje (Ebert 2004:321).

Lo análisis derivados de los datos regionales están orientados a la interpretación de las relaciones espaciales de los sitios con su entorno, las principales operaciones que se realizan en esta categoría son los modelos de potencial arqueológico, visibilidad arqueológica regional, análisis de territorio, áreas de captación de recursos, cálculo de rutas óptimas y simulaciones. Por su parte, los propósitos del análisis local son el mapeo e interpolación de datos con la finalidad de obtener nueva información que permita la identificación de patrones y la delimitación territorial de los sitios (Araneda 2002; Ebert 2004:321).

Independientemente del tipo de análisis a desarrollar, esta categoría requiere un alto grado de especialización debido a la conjunción de conocimientos técnicos, así como teóricos, que se ven implicados en el desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos mediante los geoprosesamientos. Un ejemplo de esto son los modelos de potencial arqueológico de los cuales hablaremos a continuación.

MODELOS DE POTENCIAL ARQUEOLÓGICO

El modelamiento predictivo en arqueología es un método analítico empleado en la identificación de sitios arqueológicos en áreas no exploradas, su principal uso es el de herramienta auxiliar en la toma de decisiones en el diseño de estrategias de prospección y la gestión de recursos culturales. Esta propuesta metodológica se originó en Norteamérica durante la década de los años ochenta ante la necesidad de prospectar grandes extensiones de terreno, en los que la aplicación de técnicas tradicionales dificultaba la catalogación, inventario y protección del patrimonio arqueológico que se veía amenazado por el creciente desarrollo urbanístico, así como por la explotación de recursos naturales (García Moreno 2010:8).

La predicción arqueológica se construye bajo la hipótesis de que el asentamiento humano estuvo condicionado por una serie de factores ambientales o culturales; la identificación de estos aspectos permite el establecimiento de un patrón de asentamiento que se emplea a modo de variables en la evaluación del potencial de ocupación humana en áreas no exploradas donde se presenten las mismas condiciones (Fernández Cacho 2009:8; García Moreno 2010:8).

El patrón de asentamiento se define a partir de un análisis relacional que permite la identificación de tendencias de localización de los sitios arqueológicos respecto a los rasgos del paisaje (Brand *et al.* 1992:269). Dicha aproximación puede hacerse desde una perspectiva deductiva, en la que las variables culturales tienen un mayor peso en el asentamiento humano, o inductiva, donde los factores ambientales son determinantes en el establecimiento de los grupos humanos. Nos adentraremos en estos aspectos más adelante.

Una vez definido el patrón de asentamiento de una región determinada, éste es interpolado, por medio de los SIG, a zonas geográficas no exploradas donde las condiciones sean idénticas a las del patrón establecido. Esta operación está basada en el principio del análisis o evaluación multicriterio, método que consiste en la identificación y posterior combinación de un grupo de variables que brindan soluciones a cuestionamientos espaciales (Olaya 2014:556), tal como lo es la predicción de sitios arqueológicos. Los resultados de este procesamiento, son expresados en términos de relatividad y no en posicionamientos exactos, es decir, se delimitan áreas en el paisaje donde la probabilidad de ocurrencia de sitio arqueológica sea mayor (Anaya y Hernández 2018:61).

Otro método que permite inferir posibles zonas con potencial arqueológico, son los análisis de rutas óptimas. Este método posibilita la simulación de potenciales corredores de

comunicación cubriendo zonas existentes entre uno y otro asentamiento; posteriormente, con base en la ruta trazada se infiere la presencia o ausencia de sitios intermediarios ubicados a través de las redes de caminos.

Lo mencionado hasta el momento conforman los aspectos teóricos y metodológicos de la modelización predictiva en arqueología. En este sentido, cabe mencionar que en el presente capítulo serán abordados a profundidad únicamente las bases conceptuales de los modelos de potencial arqueológico, mientras que la parte metodológica es detallada en el Capítulo 3. Así pues, para dar inicio a la temática debemos conocer las aproximaciones bajo la que se construyen los modelos.

CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS BASADOS EN EL MÉTODO DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Los modelos de potencial arqueológico son catalogados como deductivos o inductivos, esta clasificación se da según los parámetros que se empleen para definir el patrón de asentamiento.

La predicción arqueológica realizada desde una perspectiva inductiva, parte de una muestra de estudio conformada por la ubicación conocida de los sitios de una región a la cual se le asocian una serie de variables de tipo ambiental que fueron identificados por medio de observaciones empíricas. Estos modelos se caracterizan principalmente por la falta de sustento teórico en las explicaciones referentes a las tendencias de localización, arguyendo que en fechas tempranas la distribución territorial y subsistencia de los grupos humanos dependió en gran medida de los rasgos ambientales del entorno.

Sin embargo, esta perspectiva generó críticas que argumentaban la invalidez de este razonamiento en sociedades tardías, en las que el desarrollo tecnológico les concedió autonomía de los factores ambientales para su supervivencia; dando paso con ello a que el establecimiento humano respondiera a pautas económicas, geopolíticas o perceptivas (Fernández Cacho 2009:10).

En consecuencia, la aplicación de los modelos de potencial arqueológico inductivos se ve limitado a regiones previamente estudiadas, dado que es indispensable contar con una muestra de estudio para establecer el patrón de asentamiento. A pesar de esto, los modelos inductivos se consideran la opción más viable gracias a la facilidad de su diseño, así como por los buenos resultados obtenidos en la práctica.

Por el contrario, la pronosticación a partir del método deductivo, se construye desde un conjunto de criterios hipotéticos referente a las características que debe reunir un determinado lugar para ser susceptible a la ocupación humana (García Moreno 2010:10). La aplicación de los modelos deductivos resulta conveniente en regiones poco exploradas, dado que el patrón de asentamiento se define a través de hipótesis sustentadas en teorías de comportamiento humano. En este caso la muestra de estudio sirve para comprobar las conjeturas formuladas.

A pesar de la capacidad explicativa de los modelos deductivos, sus principales críticas estriban en la dificultad de diseño y validación de los modelos, la imposibilidad de reconocer todos los factores que participaron en la decisión de asentamiento, así como a la incapacidad del investigador para brindar explicaciones objetivas de la realidad que pretende estudiar (Ebert 2004:324; Negré Pérez 2014).

Una alternativa a las propuestas anteriores, es la convergencia de los modelos de potencial arqueológico de tipo inductivo con los SIG, este enfoque se caracteriza por completar las observaciones empíricas con teorías del comportamiento humano y el uso de datos etnográficos (Anaya y Hernández, 2018: 65). Ahondando en las especificaciones de este enfoque, cabe señalar que la comprobación de patrones existentes, entre la ubicación de los asentamientos y los factores ambientales, parte de un análisis estadístico realizado sobre las variables empleadas como predictoras, esto brinda la oportunidad de adaptarlas a teorías o hipótesis. A razón de ello, el método brinda a los modelos un enfoque objetivo, dado que la tendencia de localización de sitios es comprobada estadísticamente, y una perspectiva empírica al poder elegir qué variables testear e incluir en el modelo (Marshall y Bond 2004).

MODELO DE POTENCIAL ARQUEOLÓGICO BASADO EN ANÁLISIS DE RUTAS ÓPTIMAS

La modelación predictiva basada en el análisis de rutas óptimas está orientada a la predicción o replicación de corredores de desplazamiento humano entre un punto de origen y uno de destino (García *et al.* 2009:176); el transecto formado entre los nodos es mediante el cual se calcula la probabilidad de ocurrencia o ausencia de sitios arqueológicos.

La base conceptual de este método analítico establece que la movilidad, como parte de la conducta espacial de los grupos humanos, es una estrategia de ocupación y control territorial por la que se legitima el uso del entorno habitado. En este sentido, el estudio de la movilidad

está en caminado a la comprensión del conjunto de estrategias enfocadas al control sobre los recursos o bienes por parte de una sociedad espacialmente delimitada (Aceituno y Uriarte 2019:220).

En el estudio de la movilidad debe contemplarse el análisis de las redes de caminos, puesto que es a través de éstas que se fija la movilidad de las sociedades en el territorio, al conectar y articular diferentes escalas espaciales. Es así que las rutas de comunicación afectan la organización económica, la urbanización y sistemas políticos al interactuar entre distintos niveles relacionados con el crecimiento de un asentamiento; por medio de los caminos se determina la cantidad de producción y flujos de bienes que circula entre el centro rector y su zona de sustentación (Silva de la Mora 2009).

Es bajo este concepto que las redes caminos cobran importancia en el estudio del comportamiento espacial de los grupos humanos, pues es a través de éstas que se analizan la distribución de caminos, la disposición de los sitios, el patrón de asentamientos y la relación que guardan las sociedades con el paisaje. Dicho análisis brinda información referente a la articulación de redes de intercambio y dinámicas del comercio, la conexión entre sitios, el aprovechamiento y conocimiento del paisaje por parte de sus habitantes, flujos migratorios, así como cuestiones de creencias y cosmología (ídem).

TEORÍAS PARA EL ANÁLISIS ESPACIAL

El análisis espacial en arqueología se ha realizado desde dos posicionamientos teóricos que han impactado en el diseño de las modelizaciones predictivas, estos han sido el Procesualismo, surgido en la academia norteamericana, y el Postprocesualismo, originado en Europa como una crítica a la Nueva Arqueología.

Las relaciones espaciales estudiadas desde la perspectiva procesualista se caracterizaron por el uso del método hipotético-deductivo en el establecimiento de los patrones de asentamiento humano. Estos planteamientos explicaron el comportamiento espacial desde perspectivas ecológicas deterministas en las que la distribución de los sitios respondía a la accesibilidad de recursos para la supervivencia de los grupos humanos.

De esta manera, los principios del procesualismo se vieron reflejados en la predicción arqueológica al hacer uso prominente de variables ambientales que permitieran la reconstrucción de los patrones de supervivencia humana. Usualmente, estos estaban conformados por aspectos

tales como hidrografía, cercanía a los cuerpos de agua, estacionalidad y dirección; vegetación, tipos de vegetación, variedad y especies arbóreas; rasgos topográficos, altura, grado de pendiente, orientación e insolación; y tipos de suelo, permeabilidad, áreas de inundación, morfología, productividad y drenaje (Fernández Cacho 2009:17).

Como resultado del determinismo ambiental que caracterizó a los primeros modelos predictivos, surgieron críticas por parte de la Arqueología Postprocesual arguyendo que la aproximación procesualista obviaba los aspectos culturales y perceptivos vinculados al establecimiento humano, así como los aspectos simbólicos insertos en el paisaje. Es así que, durante los años noventa, en Europa la modelización predictiva comenzó a aplicar los preceptos establecidos por la Arqueología del Paisaje (ArPa) para analizar las relaciones espaciales de los seres humanos con su entorno (Scianna y Villa 2011:338).

A diferencia de la propuesta procesualista, postura que plantea la reconstrucción de las relaciones espaciales a través del estudio de aspectos observables y cuantificables de la cultura, la ArPa consideraba que los grupos humanos tenían agencia en la construcción de los paisajes culturales, y por ello en el análisis de patrón de asentamiento debían ser valorados los factores sociales y culturales involucrados en el asentamiento humano.

Propiamente, la ArPa pretende explicar cómo las sociedades interactúan entre sí y al mismo tiempo con el medio físico a través del estudio de las prácticas sociales de carácter intencional (prácticas rituales, relaciones políticas y sociales, conflictos armados, actividades económicas y de producción, así como constructivas) e instintivas (necesidades biológicas del ser humano y cuya satisfacción no añaden significancia), además de cómo éstas transforman el entorno (Criado Boado 1999:5)

Tradicionalmente el estudio del paisaje ha sido abordado a través de cuatro premisas, la primera de ellas establece que los paisajes no son sinónimo de medioambiente natural, sino sintéticos, con estructuras que sistematizan la cultura y establecen las interacciones entre grupos y su medioambiente; el segundo aspecto dicta que los paisajes son producto de la visión y transformación de espacios físicos en lugares significantes; el tercer punto establece que los paisajes son el escenario donde se desarrollan todas las acciones humanas; y por último, el cuarto punto, refiere a los paisajes como construcciones dinámicas en las que cada comunidad y cada generación, configura su propio mapa cognitivo en un mundo antropogénico de morfología interconectada, disposición y significado coherente (Aunschuetz *et al.* 2001).

Sin embargo, la percepción del paisaje como simple escenario de la acción humana ha sido replanteada a razón de las críticas surgidas en torno a la concepción del espacio como una realidad dada, estática y de orden físico (Gordillo 2014). Así, los cuestionamientos hechos dieron paso a que el paisaje se concibiera en un sentido más holístico y relacional, en donde el espacio se entiende como una realidad socialmente producida en la que agentes culturales y naturales participaron activamente en su construcción (Tilley 2004); esta perspectiva parte de la escuela inglesa de la arqueología del paisaje, en donde el investigador toma a la fenomenología como punto de partida, es decir, retoma sus sentidos para acercarse al pasado.

De forma concreta, el paisaje se define como el “producto socio-cultural creado por la objetación², sobre el medio y en términos espaciales de la acción social tanto de carácter material como imaginario” (Criado Boado 1999:5). Éste, además, está constituido por tres dimensiones (Criado Boado 1996):

1. La espacial, el espacio en cuanto a entorno físico o matriz medioambiental; la aproximación a este punto debe realizarse mediante disciplinas ambientales.
2. La social, el espacio como entorno social o medio construido por el humano, en el que se producen las relaciones entre individuos y grupos.
3. La cognitiva, el espacio en cuanto entorno pensado o medio simbólico, donde radica la base para su desarrollo de la comprensión de la apropiación humana de la naturaleza.

En el estudio del paisaje se busca dotar de sentido a las entidades creadas, las fuerzas que lo producen y que las han apropiado; se integra la dimensión de lo visible (paisajes perceptibles) y lo invisible (paleo-paisajes reconstruibles) (Molano Barreo 1995). A nivel metodológico, la ArPa establece tres fases de estudio (Uriarte González 2005, Trujillo Herrada 2020): formas del espacio (los datos), enfocada al análisis de la dimensión espacial, se documenta y describe los rasgos arqueo-geográficos del paisaje a través de mapas temáticos que permita la contrastación y formulación de hipótesis. La desconstrucción del espacio (el análisis), dirigida a la dimensión social del paisaje, se generan hipótesis a partir de modelizaciones teóricas referidos a las sociedades estudiadas fundamentadas en fuentes bibliográficas de tipo teóricas, históricas o geográficas. El sentido del espacio (comprobación de resultados), aborda la dimensión cognitiva, en esta categoría se comprueban o rechazan los modelos generados.

² Término empleado para describir las acciones humanas que conllevan a la modificación del medio, tales como las construcciones o las gráficas rupestres. Es decir la materialización de la cultura humano sobre el entorno físico.

Referente al análisis de la información espacial, la ArPa establece categorías para el estudio del espacio (Criado Boado 1999:24-17):

1. Reconocimiento de las formas del espacio, considerando aspectos naturales (análisis fisiográfico) y arqueológicos.
2. Descripción de las condiciones de visualización, este aspecto contempla la visibilización (como una entidad arqueológica es vista), visibilidad (o cuencas visuales, porciones del terreno que son vistas desde un punto determinado puede ser de tipo arqueológico o topográfico) e intervisibilidad (relación visual entre las diferentes entidades espaciales, es decir, si el punto A es observable desde el punto B y viceversa); estos factores son expresados en mapas de cuencas visuales y de intervisibilidad.
3. Identificación de las pautas de tránsito y desplazamiento que hacen transitable el espacio y preestablecen el sentido de los movimientos sobre éste; este aspecto es comprobado a través de rutas de tránsito teórico que se definen por medio de las características fisiográficas del espacio estudiado.
4. Reconocimiento de lugares significantes o puntos de organización del territorio.
5. Definición de las formas de uso y ocupación del suelo con la finalidad de establecer las cuencas de ocupación, es decir, zonas idóneas para el establecimiento humano; esta categoría se comprueba a través de mapas de potencial agrícola y mapas de cuencas de ocupación.
6. Jerarquización de lugares, en esta fase se define la organización del espacio; siendo la síntesis de las categorías anteriores.

En resumen, los principios establecidos por la ArPa conllevaron a que los modelos de potencial arqueológico fuesen diseñados sobre hipótesis que dan razón de la ubicación de los sitios, éstas explicaban a través de lo cultural y social las pautas de ubicación. Es decir, las principales variables empleadas en los modelos eran de tipo cultural, en esta categoría se consideran los siguientes aspectos: distancia entre sitios, rutas óptimas de tránsito, intervisibilidad, cuencas visuales, potencial agrícola, entre otras.

VARIABLES

Las variables constituyen uno de los elementos más importantes en la predicción arqueológica, dado que en ellas se contiene la información sobre la cual serán basados los cálculos de potencial

de ocupación humana. Por ello, sobre éstas se han desarrollado una serie de cuestionamientos referente a la calidad de los datos que tienen como propósito asegurar la validez de los resultados.

Previo al abordaje de dichos cuestionamientos, es necesario clasificar las variables según el grado de influencia que tienen en la modelización predictiva, propiamente éstas se catalogan como variables dependientes e independientes. Las variables dependientes pueden entenderse como la muestra de estudio que recoge los valores de ubicación de los sitios de una región, es decir, son valores binarios que representan la presencia o ausencia de los sitios (sitios/no sitios; Anaya y Hernández 2018:66). Por su parte, las variables independientes son los rasgos que supeditan la presencia de los sitios (Fernández Cacho 2009:15), los valores contenidos en esta categoría son los que se usan como predictores.

Comprendidas ya las clasificaciones de las variables, podemos hablar de los cuestionamientos referentes a ambas categorías. En el caso específico de las variables dependientes se señala la metodología con la que han sido recabados los datos arqueológicos, de forma puntal se tratan cuatro aspectos (íbidem:16-17): 1) *¿Qué se entiende como sitio arqueológico?* Este primer punto hace referencia a la falta de unanimidad en la definición del término, conllevando al registro de hallazgos aislados que pueden no ser representativos en los patrones de asentamiento; 2) *métodos de prospección arqueológica*, este inciso establece que al realizarse las prospecciones arqueológicas se priorizan determinadas áreas de una región, generando de esta manera vacíos de información en el registro arqueológico, así como la generalización de patrones, periodos y tipologías de los asentamientos; 3) *visibilidad del registro arqueológico*, este aspecto establece que los procesos antrópicos o ambientales actúan sobre el registro arqueológico afectando los resultados de las prospecciones en dos sentidos, el no registro de los sitios por la obstrucción visual que genera la vegetación o el no registro a causa de la destrucción de los mismos; 4) *errores en el registro de datos*, este último cuestionamiento hace alusión a los desaciertos que se generan en el proceso de recolección de datos ante el uso inadecuado de las herramientas de registro (Araneda 2002:64); generando así errores en los componentes espacial y temático de los datos.

Por lo que respecta a las variables dependientes, son señalados los siguientes aspectos (Fernández Cacho 2009:18): 1) La temporalidad de la información geográfica y generación de información derivada a partir de variables altamente susceptibles al cambio, las implicaciones de este punto hacen referencia a que la realidad geográfica pretérita no es la misma que la actual,

por ello los datos empleados en la modelización no son representativos para la realidad que se pretende reconstruir. A razón de ello se prioriza el uso de variables ambientales que no sean tan susceptibles al cambio a lo largo del tiempo, tales como la topografía, hidrología, suelos y geomorfología. 2) Múltiples procesamientos para la generación de información derivada, esto refiere a la variedad de métodos existentes para obtener un mismo resultado; por ejemplo, las variables de “pendiente” o “altura relativa”. 3) La ausencia o poco uso de variables independientes de tipo cultural, este señalamiento refiere al determinismo ambiental que impera en las modelizaciones predictivas en arqueología y al hecho de relegar los aspectos culturales que influenciaron en el asentamiento humano; sin embargo, una de las razones de esto es la dificultad que representa cartografiar este tipo de variables. 4) El modo en el que se toma la información proporcionada por las variables independientes es dispar, es decir, las variables pueden indicar la cercanía de los sitios a un cuerpo de agua, pero no se considera la dificultad de acceso al mismo. También, pueden indicar que un sitio se encuentra sobre suelos poco fértiles, pero no cercanos a otros con mayor potencial agrícola. En este sentido, lo que se busca es tener en cuenta este tipo de casuísticas a través de alternativas viables donde se toma el valor medio que toma cada estado de la variable en el entorno de un sitio, mediar la fricción de desplazamiento, estimar la altura relativa respecto al entorno y no sólo al nivel del mar, etc.

Otro tipo de variables que se incorporan a los modelos predictivos son aquellas que afectan la perdurabilidad de los sitios arqueológicos, estos pueden ser factores antrópicos o naturales cuya acción sobre el registro arqueológico tienen como consecuencia su deterioro o destrucción. Propiamente, las variables de riesgo son usadas en modelos dirigidos a la conservación del patrimonio arqueológico.

Para finalizar con este apartado, cabe recordar la importancia de la calidad de la información recogida por las variables, dado que a partir de éstas se generan los cálculos necesarios para estimar el potencial de ocupación humana dentro de un área no explorada. A razón de ello, debe realizarse una valoración de las variables que se pretenden usar en la modelización con el fin de reducir el error acumulado en los resultados.

Los modelos de potencial arqueológico son un claro ejemplo de los alcances que se obtienen al conjugar la disciplina arqueológica con las tecnologías de la información espacial, pues de esta unión han surgido soluciones prácticas a problemáticas específicas del quehacer arqueológico. Sin embargo, aunque la relación guardada por ambas parece favorecer las

investigaciones arqueológicas, es necesario tener en cuenta las críticas y señalamientos referentes a los métodos de análisis para así evitar errores que reduzcan la validez de los resultados obtenidos mediante los geoprocesamientos.

De forma específica, en la modelización predictiva, además de los cuestionamientos ya señalados, es necesario considerar que los resultados obtenidos deben ser corroborados mediante recorridos de superficie, así como que estos no sustituyen los trabajos de campos convencionales y más bien se tratan de guías que orientan dichas labores.

Por último, cabe añadir que la modelización predictiva desarrollada en la presente tesis está basada en análisis de rutas óptimas, además la postura teórica empleada para el estudio de las cuencas del río Lacanjá y Jataté se hace a través de los preceptos establecidos por la escuela española de Arqueología del Paisaje. Así, en el capítulo 2 se describen los rasgos arqueogeográficos del paisaje para identificar posibles factores que influenciaran la movilidad. Posteriormente, en el capítulo 3 se realizan los análisis pertinentes para obtener el modelo predictivo; los resultados obtenidos se discuten en la sección de discusiones finales.

CAPÍTULO II. EL PAISAJE DE DOS RÍOS:

LACANJÁ Y JATATÉ

La caracterización de el área de estudio es abordada desde sus rasgos fisiográficos, retomando las características de la subprovincia fisiográfica de la Sierra Lacandona, así como a través de sus rasgos culturales, a partir de los eventos suscitados en la región del Usumacinta durante el periodo Clásico.

RASGOS FÍSIOGRÁFICOS

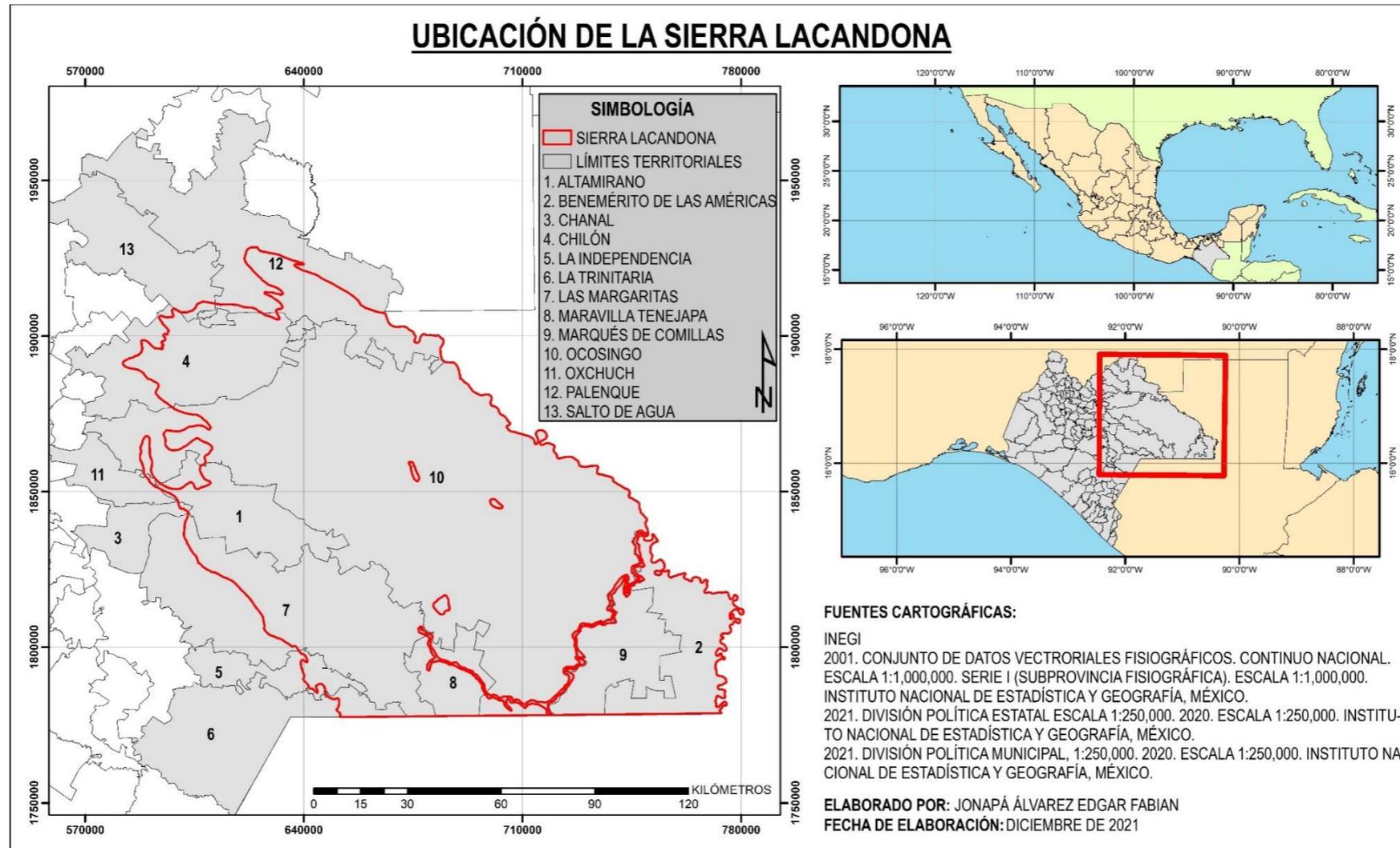
La Sierra Lacandona cuenta con una extensión de 16597 km² que se extienden principalmente por los municipios de Altamirano, Benemérito de las Américas, Chilón, Las Margaritas, Maravilla Tenejapa, Marqués de Comillas y Ocosingo, y en menor medida, Chanal, La Independencia, La Trinitaria, Oxchuc, Palenque y Salto de Agua (véase Figura 7).

Una de las principales características de la región es su composición paisajística, resultado de la variedad de tipos de suelos, climas y relieves que ha propiciado una variedad ecosistémica en la Sierra Lacandona. Es así que dentro de ésta podemos encontrar bosques templados en sierras de altitudes superiores a los 2400 msnm, bosques mesófilos en cimas húmedas de origen kárstico y selvas tropicales en lomeríos bajos y planicies aluviales (Carabias *et al.* 2015:16).

Aunado a la diversidad ecosistémica de la región encontramos en ella una alta biodiversidad concentrada en las zonas que albergan los últimos reductos de la Selva Lacandona, área que funge como hábitat de 117 especies de mamíferos, equivalente al 27% de la biodiversidad terrestre del territorio mexicano; 340 especies de aves, representando el 30% total de las especies mexicanas; 800 tipos diferente de mariposas diurnas, correspondiente al 36% de la diversidad nacional; y 4313 especies de plantas vasculares, es decir, el 19% de las especies en México (Cruz *et al.* 2004).

También, la Sierra Lacandona se ha caracterizado por los vastos servicios ecosistémicos que contribuyen a la producción de oxígeno, la captación y retención de agua, la generación y mantenimiento del suelo, la contribución a la estabilidad climática a nivel local, regional y global, el aporte y reciclaje de nutriente, la oxigenación y filtración del agua (Lazcano *et al.* 1992:395). Además, el sistema hidrológico de la región aporta el 53% de los escurrimientos que alimentan

Figura 7. Mapa de la Sierra Lacandona



Fuente: elaboración propia.

el río Usumacinta; afluente esencial en la preservación de los pantanos formados por el Delta de los ríos Grijalva-Usumacinta (ibidem:396).

Sin embargo, el alto valor ecológico de la región no ha impedido que sea víctima de la explotación de recursos y el crecimiento demográfico. Estos procesos iniciaron cuando el gobierno mexicano concesionó, en la segunda mitad del siglo XIX, grandes extensiones de tierra para su explotación a compañías madereras; el desarrollo de estas actividades se valió de tecnología rudimentarias en el derribo de árboles y el uso de afluentes navegables para el traslado de los troncos, es así que los ríos Chiyox, Chocolíj, Jataté, Tzendales, Lacantún, La Pasión, San Pedro Martir y Usumacinta se convirtieron en las principales vías de traslado (De Vos y Marion 2015:38).

En el inicio de la explotación maderera en 1875, la Selva Lacandona abarcaba un total de 1.3 millones de hectáreas, para 1960, su extensión fue reducida en un 6%, significando una pérdida el 1% cada 14 años. Posteriormente, en el lapso de 1960 a 1982 el porcentaje de pérdida aumentó al 1.6% anual, a razón de que el gobierno mexicano promovió la ocupación del territorio con el propósito de evitar una posible invasión guatemalteca, así campesinos y ganaderos proveniente de los Altos de Chiapas, como de otras partes de México, se asentaron en la región. Posteriormente, de 1982 a 1992, la pérdida anual se estimaba en un 3.5% y para el año 1991 la selva ocupaba un territorio aproximado del 30% de lo que fue su extensión original (Fuentes y Soto 1992:68).

En la actualidad, el uso de suelos a nivel regional está mayormente destinado a la producción agropecuaria. Por su parte, la ganadería se ha desarrollado principalmente en terrenos no inundables de las llanuras y partes bajas de las sierras; sin embargo, también se han ocupado terrenos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) para el cultivo de pastizales (Gobierno del Estado de Chiapas 2014:19). Por otra parte, la agricultura se ha visto menos desarrollada, dado que las características de los suelos no son las aptas para el desarrollo de esta actividad.

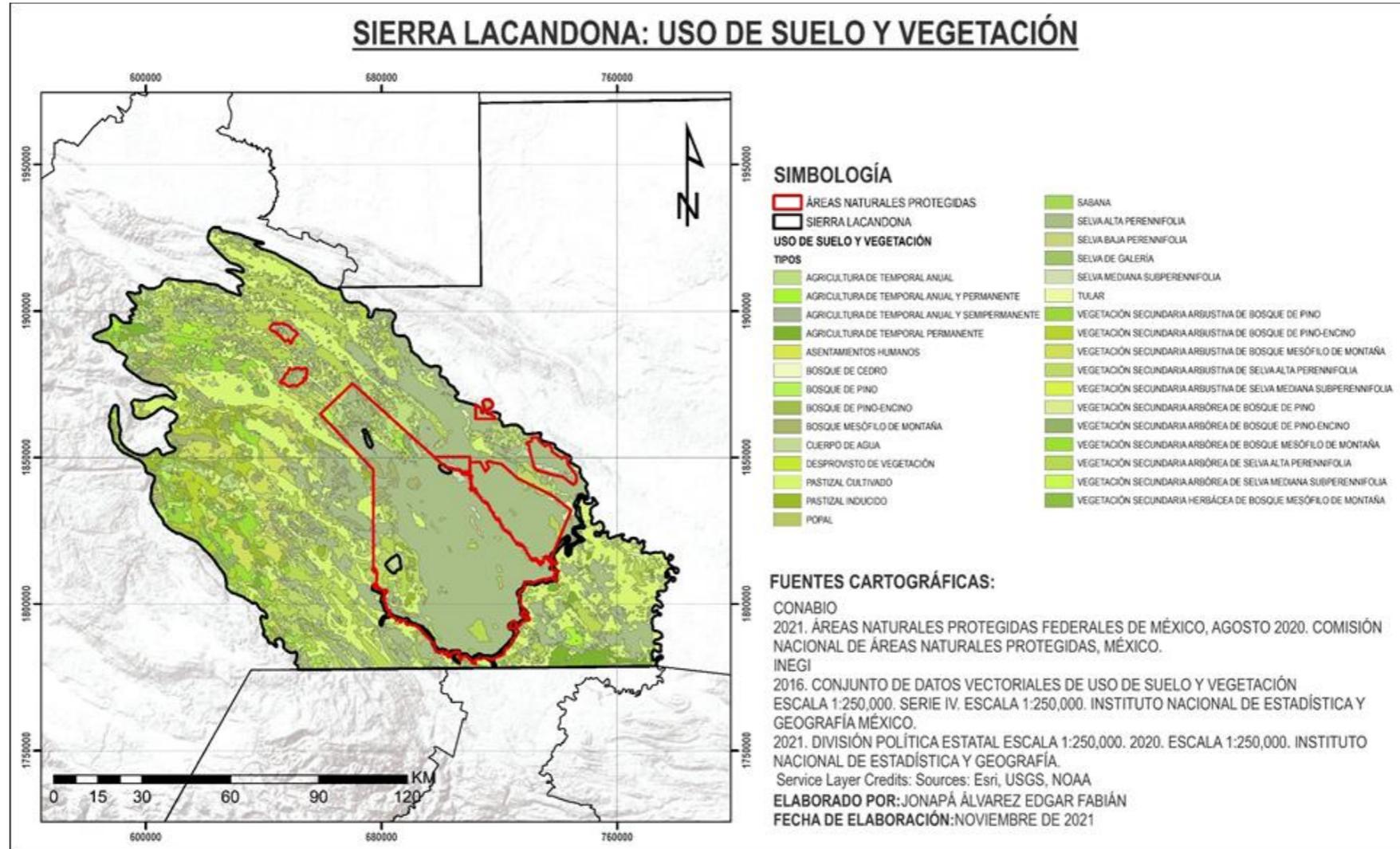
Asimismo, la riqueza arqueológica y paisajística de la región ha permitido el desarrollo de las actividades turísticas como alternativa a la producción agropecuaria. *Empero*, este sector no ha sido aprovechado en su totalidad debido a la ausencia de servicios de calidad, así como a la hostilidad hacia los turistas por parte de los locales (March y Castro 2010).

Por lo que refiere a la afiliación étnica de la población son cuatro los grupos asentados en la región, ch'oles, lacandones, tseltales y gente proveniente de otros estados de la república mexicana. Estos han sabido aprovechar la presencia de vías de comunicación, así como las características fisiográficas del paisaje para el establecimiento de sus asentamientos y el desarrollo de sus actividades económicas; es así que, poblados como Nueva Palestina se han ubicado en los límites de las sierras para aprovechar el aumento en el cauce de los ríos y así abastecer de agua a sus campos de cultivos, o bien, dedicarse a la pesca (Gobierno del Estado de Chiapas 2014:20). Otros asentamientos importantes en la región son: Benemérito de las Américas, Crucero Chancalá, Emiliano Zapata, Frontera Corozal y Lacanjá Chansayab.

Así, ante el deterioro ecológico de la región y la presión social y académica, el gobierno mexicano estableció en la región siete ANP con la finalidad de conservar grandes macizos de selva (Carabias *et al.* 2015:12; véase Figura 8). En este sentido, la primera área sujeta a conservación designada en la región fue Montes Azules, obteniendo su nombramiento como Reserva de la Biósfera en 1978; posteriormente le siguió Lacantún, adquiriendo la misma designación en 1992. Ese mismo año Bonampak y Yaxchilán obtuvieron el estatus de Monumento Natural, mientras que Chan-Kin obtuvo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF); otras áreas con esta misma categoría son la de Metzabok y Nahá creadas en 1998 (Cano Castellanos 2019).

Los atributos de la Sierra Lacandona descritos hasta ahora, la han presentado como una región de alto valor ecológico que ha sido sometida a procesos sociales, cuyo impacto ambiental ha tenido como consecuencias la destrucción de los ecosistemas. El comportamiento actual de las sociedades establecidas en la región parece ignorar los sucesos pretéritos que conllevaron al abandono de las urbes prehispánicas ante el irreversible daño ambiental generado durante el llamado “colapso maya”; sin embargo, antes de adentrarnos a la historia precolombina del Alto Usumacinta, describiremos a profundidad los rasgos fisiográficos de la Sierra Lacandona con la finalidad de entender el escenario donde se desarrollaron dichos eventos y así tratar de identificar las causas que conllevaron al establecimiento de los grupos humanos en la región.

Figura 8. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en la Sierra Lacandona



Fuente: elaboración propia.

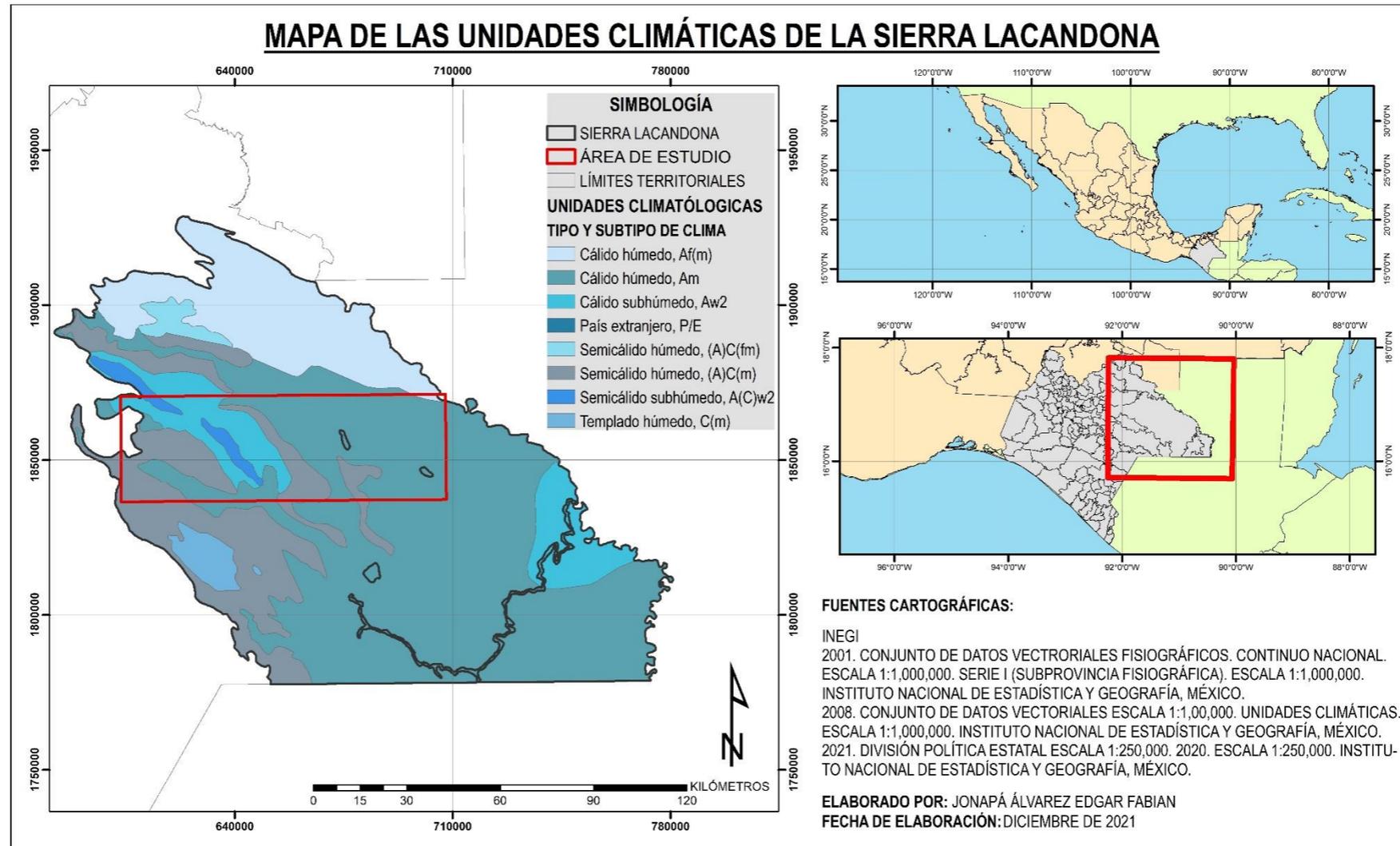
RASGOS CLIMATOLÓGICOS

La Sierra Lacandona tiene cinco tipos de climas y siete variantes (véase Figura 9), estos son: cálido húmedo, Af(m) y Am; cálido subhúmedo, Aw2; semicálido húmedo, (A)C(m) y (A)C(fm); semicálido subhúmedo, A(C)w2, y templado húmedo, C(m). Las variaciones climatológicas corresponden al régimen de lluvias, tomando como principal diferenciador la captación pluvial durante el invierno; por ejemplo, el clima cálido húmedo se caracteriza por tener una temperatura media anual superior a los 22°C, por presentar lluvias durante todo el año y tener una precipitación mayor a los 60 mm durante el mes más seco. Sin embargo, para la variante Af(m), distribuido principalmente al noroeste de la región, las lluvias invernales son menor al 18% con respecto al promedio anual; mientras que la variante Am, con mayor presencia en la región, tiene una precipitación invernal del 5-10.2% del total anual (INEGI, 2005: 24)

Considerando lo anterior, la caracterización climatológica regional es la siguiente (INEGI 2005:25; García y CONABIO 1998):

- Cálido subhúmedo: este clima se presenta principalmente en la confluencia del río Lacantún y Usumacinta, así como en las sierras altas. Se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor a los 22°C y de 18°C durante el invierno; el régimen pluvial oscila entre los 0-60 mm durante el mes más seco, mientras que en verano las lluvias representan un 55.3% del total anual; para la variante Aw2, las lluvias en invierno representan entre el 5% y 10.2% con respecto al valor anual.
- Semicálido húmedo: tiene una temperatura anual mayor a 18°C y durante el mes más caliente supera los 22°C. El régimen pluvial se caracteriza por tener lluvias todo el año; sin embargo, en el caso específico de la variante (A)C(fm), concentrada únicamente en una pequeña porción de las sierras altas, su índice de precipitación es mayor a los 40 mm durante la temporada de sequía y durante el invierno este equivale a un porcentaje mayor al 18%. Por otra parte, la variante (A)C(m), distribuida en las sierras altas, se caracteriza por tener lluvias intensas durante el verano y una precipitación inferior a los 40 mm en el mes más seco, mientras que en inviernos este índice representa menos del 5% del total anual.

Figura 9. Unidades Climáticas de la Sierra Lacandona



Fuente: elaboración propia

- Semicálido subhúmedo: es el segundo tipo climático con menor incidencia en la región, encontrándose únicamente en las sierras altas. Presenta una temperatura media anual mayor a 18°C y en el mes más caliente esta supera los 22°C; el régimen pluvial, para el subtipo A(C)w2, se caracteriza por un índice inferior a los 40 mm durante el mes más caliente, precipitaciones en verano que representan un 55% del total anual y sequías en invierno o lluvias invernales menores al 5%.
- Templado húmedo: este clima se distribuye en la sección suroeste de la región y se caracteriza por tener una temperatura media anual que oscila entre los 12°C y 18°C; la temperatura en el mes más frío va de los -3°C a los 18°C; mientras que durante el mes más caliente está por debajo de los 22°C. El régimen pluvial por la variante C(m) se define por lluvias intensas en verano, con un índice menor a los 40 mm durante el mes más seco y un porcentaje de lluvia invernal mayor al 5% del total anual.

Continuando con la descripción climatológica regional, se precisan los valores de precipitación en la misma. La media anual en las sierras altas se estima entre los 1,500 mm a 2,000 mm, mientras que en el resto de la región la precipitación total anual fluctúa entre los 2,000 mm-2,500 mm a 2,500 mm-4,000 mm; en los meses de mayo a octubre el valor oscila entre los 1,200 mm a los 3,000 mm, y en el lapso de noviembre a abril se presenta una precipitación de 350 mm a 800 mm (Gobierno del Estado de Chiapas, 2014: 4).

RASGOS EDAFOLÓGICOS

La composición edáfica de la Sierra se caracteriza por suelos delgados y poco aptos para la agricultura, ésta se conforma por Acrisol (AC), Cambisol (CM), Fluvisol (FL), Gleysol (GL), Leptosol (LP), Luvisol (LV), Nitosol (NT), Phaeozem (Feozem) (PH), Regosol (RG), Umbrisol (UM) y Vertisol (VR) (INEGI 2007; véase figura 10). Las características de los suelos mencionados serán descritas a continuación (INEGI 2004; SEMARNAT 2008; Pinkus Rendón 2010):

- Acrisol: de coloración roja, amarilla o amarillos claros con manchas rojas, estos suelos de caracterizan por su alto nivel de acidez, su falta de nutrientes, la acumulación de arcilla en el subsuelo y una susceptibilidad moderada a la erosión. Su aplicación se ve limitada al cultivo de subsistencia, con rotación de cultivos parcial, dada su baja productividad; también son usados en el cultivo de frutas tropicales, en la ganadería con cultivo de pastizales inducidos o cultivado, así como en la conservación forestal, pues de forma

natural albergan vegetación de selva o bosque. En la región los suelos Acrisoles representan un 2.84% de la composición edáfica.

- Cambisol: se definen como suelos versátiles capaces de albergar todo tipo de vegetación. Sus características están conformadas por una susceptibilidad de moderada a alta a la erosión, la presencia de una capa en el subsuelo compuesta por terrenos que albergan fragmentos de rocas subyacentes, así como por las acumulaciones de arcilla, carbonatos de calcio, fierro o magnesio. Los suelos cambisoles representan el 7.60% de composición edafológica regional.
- Fluvisoles: estos suelos se caracterizan por su composición a base de materiales acarreados por el agua, principalmente por piedras o gravas redondas que se presentan como capas alternadas, dado el comportamiento de los ríos y sus crecientes; asimismo, los suelos fluvisoles se identifican por su poco desarrollo, una profundidad media y una estructura débil o suelta. Estos son aptos para el cultivo de consumo, huertas o pastos; sin embargo, su uso requiere del control de inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Dentro de la Sierra Lacandona, la concentración de suelos fluvisoles se da en las inmediaciones de los cuerpos de agua y representan el 1.64% de la composición edáfica.
- Gleysol: se caracterizan por presentar una coloración grisácea, azulosa o verdosa en las secciones donde se satura de agua y roja cuando se seca por la exposición al aire; asimismo, este tipo de suelos también se identifican por su textura arcillosa que conlleva a inundaciones en temporadas de lluvias, así como por la acumulación de salitre. Su uso se da en la ganadería, cultivo de arroz y de caña; mientras que de forma natural albergan pastizales, manglares o cañaverales. En la Sierra Lacandona el Gleysol se concentra en zonas inundables y conforman un 4.95% de la composición edáfica regional.
- Leptosol: también nombrados como Redzina, según la clasificación, estos suelos se identifican por ser muy delgados y pedregosos con poco desarrollo, dada la alta concentración de material calcáreo. Su presencia está asociada a sitios de compleja orografía y su concentración se da principalmente en zonas montañosas y planicies calcáreas. El potencial agrícola estos suelos se ve limitado por las características previamente mencionadas, así como por la presencia de calcio que inmoviliza los

nutrientes minerales. Dentro de la región, este tipo de suelo conforma el 27.63% de la composición edafológica.

- Luvisol: estos suelos se caracterizan por su concentración sobre materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. También se identifican por su alto contenido de arcilla en el subsuelo, una coloración roja, amarillenta o de tonos pardos, al igual que por su alta susceptibilidad a la erosión. Las características de estos suelos les concede un alto grado de fertilidad que puede ser aprovechado en un vasto número de cultivos. Su distribución se da en climas templados, fríos o cálidos húmedos; dentro de la región es el tipo de suelo con mayor incidencia, pues abarca el 27.87% de la composición edáfica.
- Nitosol: se caracterizan por ser suelos arcillosos de coloración rojiza brillante, de alta profundidad, tener una capa superficial delgada de color oscuro en la cual se mezcla la parte orgánica y mineral. Por otra parte, su alta fertilidad permite su uso para todo tipo de actividades agrícolas, además de que son suelos con un bajo índice de susceptibilidad a la erosión. El Nitosol conforma el 0.061% de la composición edáfica regional, siendo el tipo con menor presencia en la Sierra Lacandona.
- Phaeozem: se caracterizan por formarse sobre materiales no consolidados y por su alto grado de fertilidad, dado su alto contenido en materia orgánica, que soporta una gran variedad de cultivos de secano y regadío; sin embargo, se ven limitado por las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica. Su distribución se da en relieves llanos o suavemente ondulados que albergan vegetación de matorral de tipo estepa o bosque; los suelos Phaeozem conforman el 14.48% de la composición edáfica regional.
- Regosol: son suelos jóvenes con poco desarrollo, de colores claros y pobre en materia orgánica. Asimismo, el grado de fertilidad está supeditado a la profundidad y pedregosidad de los mismos. En la región conforman el 3.15% de los suelos.
- Umbrisoles: las características de estos suelos se definen por su coloración oscura y la acumulación de materia orgánica en el suelo superficial mineral. Su distribución se da principalmente en regiones húmedas y dentro de la Sierra Lacandona conforman un 4.44% de la composición edáfica.
- Vertisol: se caracterizan por su composición arcillosa que los dota de un alto grado de fertilidad, pero con una limitación basada en su dureza durante la temporada de estiaje y

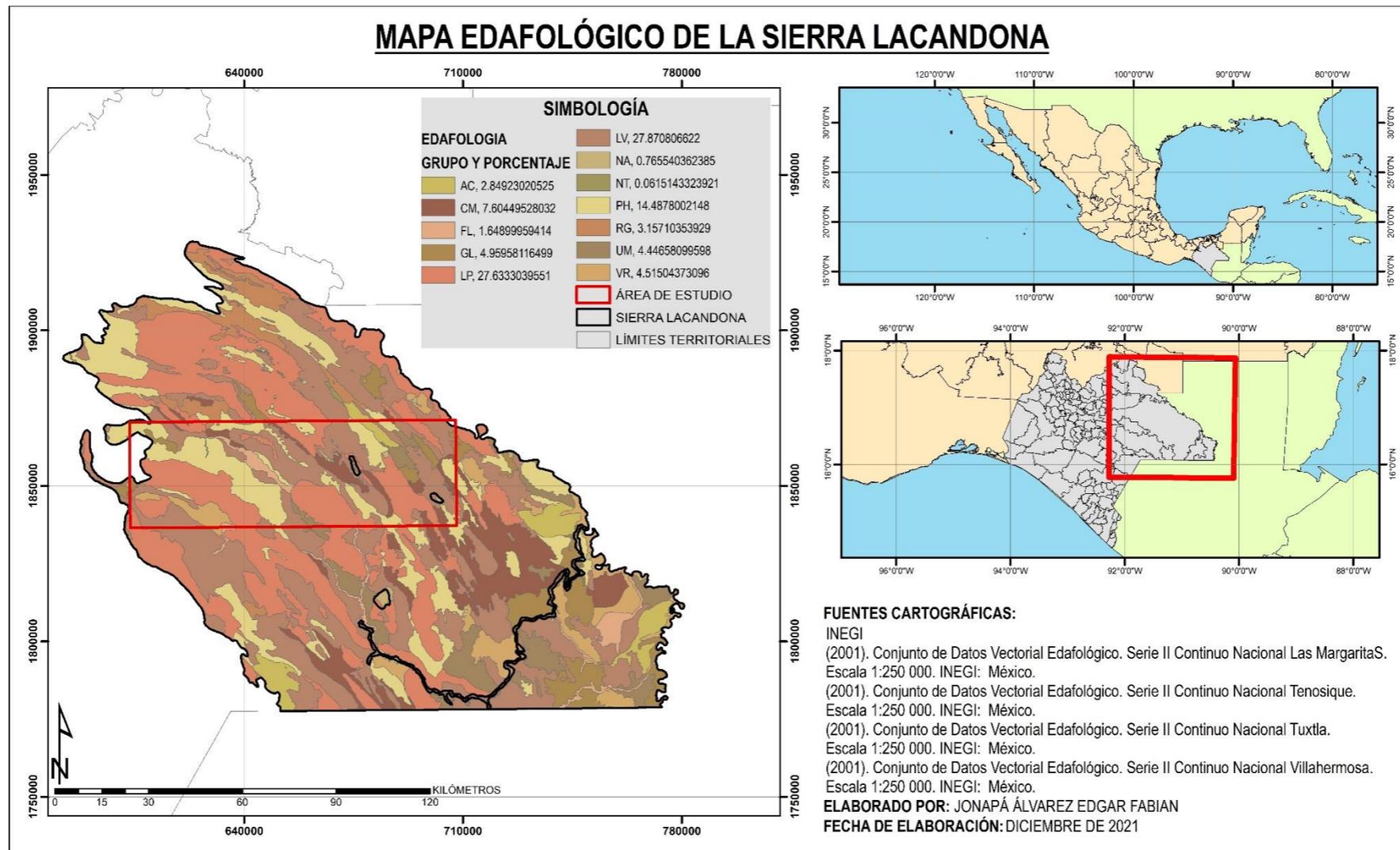
su consistencia pegajosa con las lluvias; además son suelos con una baja susceptibilidad a la erosión y elevado riesgo de salinización. Su coloración es negra, gris oscuro o café rojizo. De forma natural albergan vegetación de sabana, praderas naturales o de vegetación leñosa. Este tipo de suelos suele encontrarse en climas tropicales, semiáridos o subhúmedos; en la región constituyen el 4.51% de los suelos.

Es preciso señalar que la cobertura de los tipos de suelos no suma el 100% debido a la presencia de cuerpos de agua y áreas urbanas; éstas representan el 0.76% de la superficie total y se caracterizan con el símbolo N/A dentro de la Figura 10. De forma específica, en el área de estudio encontramos acrisoles, cambisol, umbrisol, fluvisol, gleysol, feozem, vertisol, leptosol, luvisol y regosol.

Estos suelos se caracterizan por su poca fertilidad, por lo que se infiere que las comunidades mayas que habitaron la región pudieron haber hecho uso de terrazas de cultivo que les asegurara cosechas continuas. Este enunciado se ve respaldado ante el descubrimiento realizado en los márgenes del río Santo Domingo, tributario del río Lacanjá, donde fueron hallados sistemas de terrazas ubicados en laderas modificadas (Lobato 1988:23).

El hallazgo de terrazas de cultivo en la Sierra Lacandona refleja que, ante la precariedad de los suelos, sus habitantes pretéritos se vieron en la necesidad de desarrollar sistemas de cultivos que les asegurase el abasto continuo de alimentos. A tal efecto, con las terrazas de cultivo pudieron haber controlado la humedad y los nutrientes de los suelos, así como resguardarlos de la erosión producida por las continuas lluvias que caracterizan a la región, y de las inundaciones producidas por las mismas en las partes bajas (ibidem:43).

Figura 10. Mapa Edafológico de la Sierra Lacandona



Fuente: elaboración propia

RASGOS HIDROLÓGICOS

Las vertientes de la Sierra Lacandona forman parte de la red hidrológica que alimenta al río Usumacinta, siendo sus afluentes los que aportan la mayor parte de los escurrimientos a la cuenca del Usumacinta. Propiamente, la red hidrográfica de la Sierra Lacandona está conformada por las cuencas de los ríos Chiyox, Lacantún y Usumacinta, en la siguiente tabla se especifican los ríos principales y tributarios de la región.

Tabla 3. Ríos que conforman el Sistema Hidrológico de la Sierra Lacandona

Cuenca	Subcuenca	Ríos
R. Lacantún	R. Lacantún	Lacantún
		Aguilar
	R. Lacanjá	Lacanjá
		Tumbo
		La Esperanza
		El Diamante
	R. San Pedro	Río Negro
		San Pedro
		Tzendales
		Azul
	R. Jataté	Jataté
		Santa Cruz
		Naranja
		Luc

	R. Tzaconeja	Tzaconeja
		Colorado
		La Soledad
	R. Perlas	Perlas
	R. Azul	Jatate
		La Virgen
	L. Miramar	Río Azul
	R. Euseba	Euseba
	R. Ixcán	Ixcán
	R. Chajul	Chajul
R. Usumacinta	R. Usumacinta	Usumacinta
		Busilja
	R. Chacaliah	Santo Domingo
		Arena
R. Chiyox	R. Chiyox	Salinas o Chiyox
		Cruz
	R. Negro	Delicias

Fuente: Tabla extraída del Programa Regional de Desarrollo 2013-2018. Región XII. Selva Lacandona y Región XIII. Maya.

RASGOS FISIAGRÁFICOS

El relieve de la Sierra Lacandona está constituido por lomeríos, valles aluviales y sierras que crean paisajes únicos en la región. Además, la presencia de calizas kársticas ha generado formaciones

propias de este fenómeno, tales como: cavernas, cenotes, dolinas, poljes, ríos subterráneos y sumideros (Maza 2015:79).

De acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas (INEGI, 2001) la fisiografía de la Sierra Lacandona está constituida por cuatro sistemas de topoformas, sierras altas plegadas con cañadas, sierras bajas plegadas, lomeríos con llanuras y lomeríos con cañadas (véase Figura 11). Sin embargo, los datos recopilados por el INEGI no mencionan la formación de valles aluviales en la confluencia de los ríos Lacantún, Usumacinta y Salinas como resultado del acarreo producido por los ríos Lacantún, Ixcán, Chajul y Chiyox/Salinas (Maza 2015:81).

La combinación de los sistemas de topoformas que constituyen la fisiografía de la Sierra Lacandona crea siete unidades fisiográficas dentro de la región, estas fueron descritas por Arreola (1999, citando en SEMARNAP, 2000) y se enumeran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Unidades Fisiográficas (Arreola, 1999)

Unidades Fisiográficas	Características
Sierras y Cañadas del río Perlas Santo Domingo	Sistema de plegamientos recientes (grupo intercalo de antidual y sindinal) con dirección noreste-sureste que dan origen a un número significativo de corrientes fluviales.
Sistema de Sierras de la Cojolita-Jalapa	Pequeño grupo de cadenas montañosas de baja altitud con dirección noreste-sureste separadas por la unidad fisiográfica del valle de Santo Domingo, cruzada longitudinalmente por la pequeña sierra de San Pedro.
Valle de San Quintín	Está circuncidada por las laderas abruptas y lomeríos con una fuerte actividad cárstica. Presenta un patrón de drenaje que corre en la dirección norte-sur, incluye los escurrimientos de los Río Azul y Jataté, los cuales confluyen al sur de la Sierra Colmena y gorma el Alto Lacantún.
Valle de Santo Domingo	Presenta continuidad con la zona de las cañadas, el valle de Lacanjá y la Sierra de la Cojolita.

Sierras del Norte	Se ubica en la porción septentrional colinda hacia el norte con la llanura aluvial del río Usumacinta y las llanuras de la planicie costera del Golfo.
Llanura aluvial del Usumacinta Lacantún	Comprende amplios valles del Ríos Salinas y Lacantún en la región de Marqués de Comillas y Usumacinta.
Valle Lacanjá	Llanura con lomeríos comeros producto de la erosión de las cordilleras Sierra de la Cojolita y Sierra de Jalapa.

Fuente: tabla extraída de SEMARMAP 2000.

La conformación fisiográfica de la Sierra Lacandona propicia un cambio abrupto en los rangos altitudinales de la región, dando como resultado la existencia de áreas con un valor de 100 msnm y otras con 2400 msnm (para entender mejor la fisiografía de la región del Usumacinta véase la Figura 12).

De forma específica, el área de estudio planteada en la presente tesis se caracteriza por ser una zona de transición entre las tierras altas de Chiapas y la cuenca el Usumacinta. En ella existen tres formaciones geológicas de interés para el análisis realizado: el Valle de Ocosingo, la cuenca del río Jataté y el norte de la cuenca del río Lacanjá.

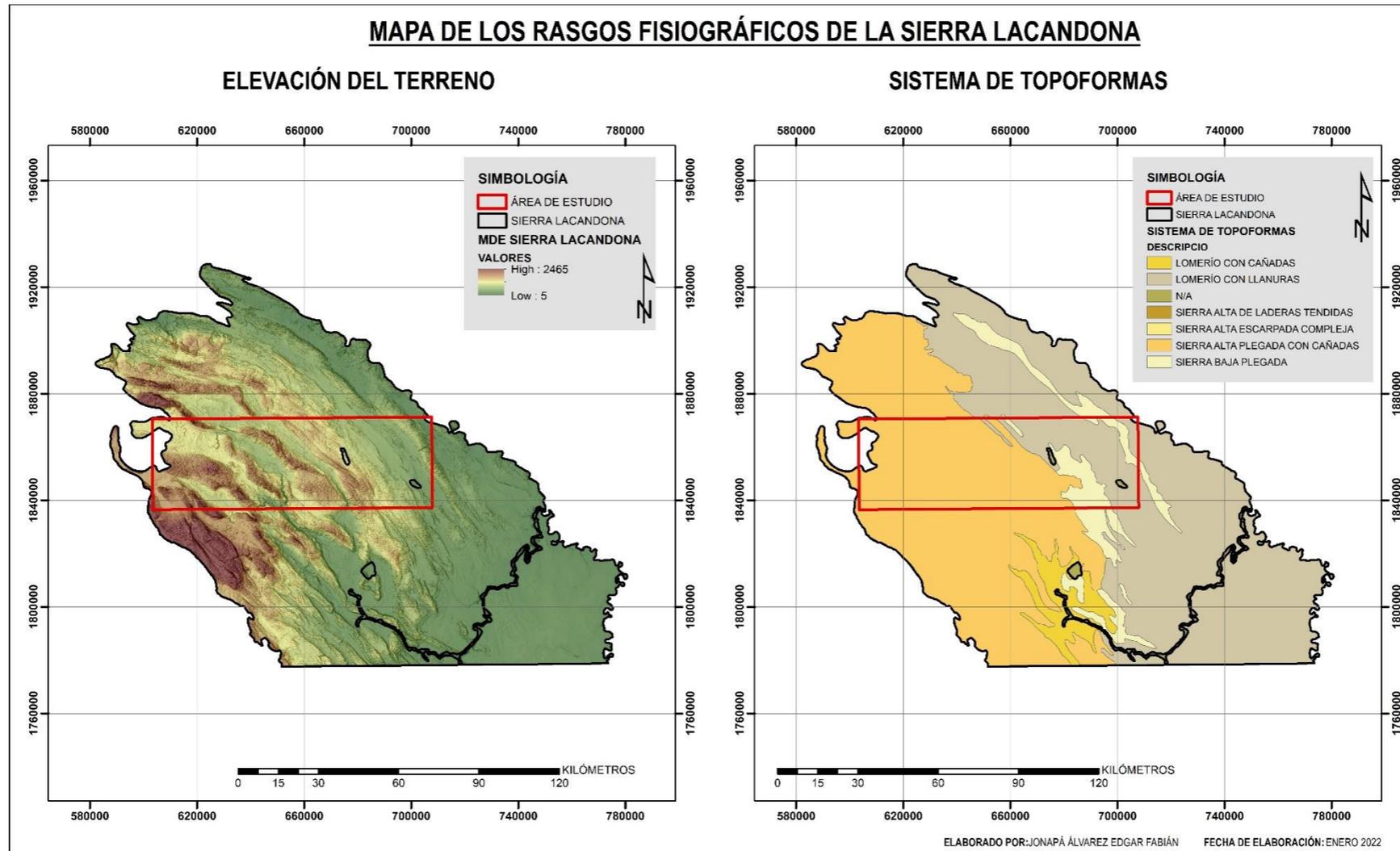
El primer punto de interés es donde se localiza el sitio arqueológico de Toniná, al que podemos considerar como un sitio puerta de entrada al estar emplazado sobre el corredor natural que conecta las tierras altas de Chiapas con las tierras bajas; dicho posicionamiento habría permitido que Toniná controlara el flujo de bienes y personas entre ambas regiones. El valle de Ocosingo corresponde al extenso sinclinal de Simojovel, con orientación noreste-sureste, que forma parte del vasto conjunto sedimentario terciario y cuaternario plegado de Chiapas. En las vertientes norte y oeste se levantan a 2000 msnm amplios macizos de piedras calizas; en la central, cadenas casi paralelas de lomas de piedras areniscas que delimitan la zona baja de tierra arcillosa-arenosas, propias del drenaje del río Jataté y sus principales afluentes (Taladoire 2015:12).

Por otra parte, las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté están divididas por una cadena montañosa que corre paralelamente al Usumacinta, a través de ellas se forman valles intermontanos, con dirección noroeste-sureste, en los que se encuentran sitios arqueológicos de gran importancia (García *et al.* 1986:23). Es probable que por dentro de estos corredores naturales se haya establecido una red de caminos que conectaran el Valle de Ocosingo con la

región del Usumacinta. En este sentido, un punto clave en la formación de dicha red habría sido la meseta de Agua Escondida (ubicada en las confluencias de los ríos Jataté y Perlas) al formarse un paso natural entre la cuenca del Jataté hacia el Lacanjá.

En conjunto, las características fisiográficas de la Sierra Lacandona generaron barreras naturales que limitaron el desplazamiento de los grupos humanos, a la vez que les otorgaron posiciones estratégicas para la defensa de su territorio. Así, ante el conocimiento de los conflictos bélicos desarrollados en la región, debe asumirse que la topografía del lugar jugó un papel importante en el establecimiento de los asentamientos humanos; quienes debieron priorizar puntos estratégicos que les permitiese el control de los caminos naturales, la defensa de sus centros urbanos y el aprovechamiento de los recursos. A tal efecto, cabe preguntarse ¿cómo configuraron las sociedades mayas del Clásico el paisaje de la Sierra Lacandona? Responderemos a esta pregunta en la siguiente sección.

Figura 11. Rasgos Fisiográficos de la Sierra Lacandona



Fuente: elaboración propia.

EL PAISAJE CULTURAL DE LA REGIÓN DEL USUMACINTA DURANTE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA

Para comprender la configuración paisajística del Usumacinta, y regiones aledañas, debe tenerse en cuenta a los factores económicos como principales agentes modificadores de los aspectos políticos de la región, en los que las disputas por el control de las rutas comerciales generaron un panorama de tensión y pugnas en el territorio a lo largo del periodo Clásico. Ante la dinámica vivida durante esta época, los gobernantes mayas establecieron vínculos políticos que les permitió controlar zonas geoestratégicas dentro de la región para así poder garantizar la integridad territorial de su jurisdicción política, extender los límites de sus esferas de influencia más allá de su área inmediata y controlar la red de caminos por las que transitaban las rutas comerciales.

En la región, los señores mayas centraron su interés en el río Usumacinta, puesto que sus aguas, junto con las del río La Pasión, fungieron como una pieza clave en el establecimiento de rutas comerciales a larga distancia por las que transitaron bienes de prestigio tales como cerámica, jade, plumas, sal y obsidiana. Estos afluentes conectaron a las Tierras Altas de Chiapas y Guatemala y Petén con la Costa del Golfo (Golden *et al.* 2008:725); la ruta conformada por ambos cuerpos de agua era navegable desde Cancuén y bifurcaba en dos direcciones a partir de El Ceibal, punto donde el río La Pasión toma dirección al oeste, estas fueron (véase Figura 12) la ruta que se dirigió hacia el oeste pasando por Altar de Sacrificios y posteriormente tomaba hacia el norte por Yaxchilán y Piedras Negras, hasta pasar por Palenque y finalmente hacia el Golfo de México; 2) la ruta terrestre que transitó hacia el este con dirección a los grandes asentamientos del Petén (Tovalín *et al.* 2017:71).

Ante la importancia comercial del Usumacinta, entidades locales (Piedras Negras y Yaxchilán) y extrarregionales (Calakmul, Palenque y Toniná) buscaron hacerse del control de las rutas comerciales que transitaron por el territorio, algunas de ellas lograron su cometido a través de alianzas políticas mientras que otras optaron por la conquista militar, en el que el gobernante vencido era sometido a vasallaje. A nivel regional, esta dinámica conllevó a los habitantes pretéritos de la región a atender cuestiones bélicas en las que el uso de la fisiografía regional resultó indispensable para la defensa de los asentamientos y el acceso a las rutas de comercio. Sin embargo, los sucesos a los que nos referimos son el punto álgido de una larga historia que

poblacional y no hubo entidad política que ostentara el dominio hegemónico regional (Golden *et al.* 2008:252); los reinos mayas que siglos más tarde controlarían el panorama geopolítico, iniciaban su vida como pequeñas aldeas conformadas por familias que, ante su poco desarrollo, hicieron uso de materiales perecederos en la construcción de sus asentamientos (Vega Villalobos 2017:163).

Para esta temporalidad, el asentamiento de los grupos humanos debió atender a las necesidades fisiológicas de sus integrantes, dando como resultado que los sitios fueran ubicados en zonas geoestratégicas que les permitiera el acceso a suelos fértiles en valles fluviales y a recursos provistos por los cuerpos de agua circundantes a los asentamientos (aunque en esta elección también debieron influenciar a aspectos relacionados a los mitos de creación según los mayas, en los que el paisaje adquiere connotaciones sagradas al recordarlos). Un ejemplo de esta dinámica de poblamiento es Piedras Negras, el sitio fue fundado por un grupo proveniente de las Tierras Bajas centrales hacia el Preclásico Medio (600 a.C.-300 a.C.; Lozada Toledo 2017:37) y establecida en una zona estratégica que permitió el aprovechamiento de los recursos, tanto de los valles y planadas cercanas como de la inagotable fuente de subsistencia que ofrecieron las aguas del río Usumacinta (Romero *et al.* 2010:18)

Fue así como los grupos humanos comenzaron a asentarse en la región, dando origen con ello a sociedades igualitarias de tipo familiar que posteriormente, con el crecimiento poblacional y desarrollo de los asentamientos, se convirtieron en sociedades estratificadas (Pérez Robles 2006:11). Ya para el Preclásico Medio los asentamientos aumentaron tanto en número como en dimensiones, algunos de ellos, como fue el caso de Piedras Negras, tuvieron un mayor desarrollo que al resto de los sitios de la región, convirtiéndose en el 400 a.C. en un centro cívico plenamente conformador con arquitectura destinada al uso de la comunidad (Romero *et al.* 2010:18). Sin embargo, el proceso de poblamiento regional aún no había finalizado, de tal manera que algunos de los sitios que más tarde jugaron un papel importante en la trama política de la región del Usumacinta no fueron fundados hasta el Preclásico Tardío, tal es el caso de Yaxchilán que fue fundada en el año 300 a.C. por un grupo de familias que se asentaron en el área (Vega Villalobos 2017:163).

A nivel regional, durante el Preclásico Tardío se observa como las sociedades del Usumacinta comenzaron a vincular el paisaje con aspectos mitológicos, convirtiéndolos así en espacios sagrados. Este rasgo cultural puede vincularse a los sitios de El Mirador, Ixtabay y Noh

K'uh (ubicados en las inmediaciones del sistema lacustre de Mensabak), los cuales formaron un *axis mundi* en donde este último era el centro figurativo del universo y los asentamientos restantes fungieron como puntos de peregrinaje; específicamente Ixtabay, ubicada en la base del cerro El Mirador, se deduce que fungió como centro receptor de peregrinos a razón de la concentración de estructuras domésticas, embarcaderos de canoas y terrazas que llevan hacia la cima del cerro; mientras que El Mirador sirvió como santuario de peregrinaje en donde se oficiaban los cultos relacionados a los fenómenos astronómicos y al ciclo agrícola (Lozada Toledo 2017:40; Núñez Ocampo 2015: 100-104; Juárez 2014:160).

Se asumen que la ubicación de estos sitios respondió a las características favorables del entorno, así como al valor visual del paisaje, pues según Núñez (2015:100) el escenario creado por las serranías circundantes al cuerpo de agua recordaba a sus habitantes al *Yax Hal Witz* (Primera Montaña Verdadera), lugar mitológico de donde salen los productos que dan sustento al ser humano y de donde se originó el maíz.

También, para el Preclásico Tardío dio inicio en la región la interacción con las Tierras Bajas Mayas a través del comercio, así lo indica la presencia de cerámica perteneciente a la esfera Chicanel en los sitios de Piedras Negras, Yaxchilán y otros asentamientos del Preclásico en la región (Golden *et al.* 2008:730). Otros puntos de comercio dentro de la región fue la zona circundante a el sistema lacustre de Mensabak, pues el carácter ceremonial del sitio El Mirador atrajo a personas provenientes de otras regiones que comercializaron productos como la obsidiana (Juárez 2014:428); sin embargo, a finales de este periodo las relaciones comerciales se vieron interrumpidas por los procesos que conllevaron al abandono de las principales ciudades distributoras de bienes, y con ello a la restructuración de las rutas de comercio.

Aunque en el Preclásico Tardío el Usumacinta se mantenía en paz a causa de la baja densidad poblacional y la dispersión de los asentamientos, hacia finales de este periodo la estructura sociopolítica de la región se vio afecta por los procesos iniciados en el año 150 d.C. en otras regiones que conllevaron al abandono de las principales ciudades distributoras de bienes de prestigio y con ello a la reorganización de las rutas comerciales. Así, la caída de El Mirador como centro rector del norte del Petén y regiones aledañas ocasionó un vacío de poder que dio paso al surgimiento de las principales capitales dinásticas del periodo Clásico, mismas que en su afán de obtener el control de las redes de intercambio establecieron relaciones de alianza o

belicosas con otras entidades políticas para así asegurar su dominio sobre éstas (González y Fournier 2006:220).

Las consecuencias de estos eventos se expresaron en la región a través del cese de construcciones públicas en Piedras Negras, la aparición de arquitectura defensiva en los sitios de El Zancudero, Macabilero, Ixtabay y el Mirador, así como en la ausencia de materiales en un lapso que va del 200 d.C. al 350 d.C. (Golden *et al.* 2008:257). Estos indicadores señalan que la región vivió un proceso de desocupación hacia finales del periodo Preclásico Tardío e inicios del Clásico, que conllevó al abandono de los principales centros urbanos del Preclásico Tardío, como fue el caso de Noh K'uh, y a un proceso reacomodo político-económico que dio paso al surgimiento del sistema de estados independientes que caracterizó al periodo Clásico.

PERIODO CLÁSICO

Los procesos de reorganización político-económicos vividos a finales del periodo Preclásico Tardío, ocasionaron la aparición de estados independientes organizados bajo el sistema político-dinástico en las Tierras Bajas y Altas del área maya; en la región del Usumacinta esto conllevó al surgimiento de las dinastías reales de Piedras Negras, en el 460 d.C., y Yaxchilán, durante el 359 d.C. (Vega Villalobos 2017:163; Anaya *et al.* 2011).

Durante el Clásico Temprano los centros urbanos atravesaron un periodo de creciente complejidad social y política, así como un aumento en su población, producto de los movimientos poblacionales que se dieron con el surgimiento de las dinastías reales de Piedras Negras y Yaxchilán, en los que la población rural circundante a los centros políticos se trasladó hacia estos. Dichos procesos se expresaron cuando los asentamientos comenzaron a crecer en extensión y se iniciaron obras constructivas que implicaron la modificación directa sobre el paisaje y el uso de materiales no perecederos en las construcciones; por ejemplo, en Yaxchilán durante este periodo se erigieron los Edificios 18, 77, 78 y 79 en la parte baja del terreno, área que posteriormente se convertiría en la Gran Plaza (Vega Villalobos 2017:163), mientras que en Piedras Negras se comenzó la construcción de varios edificios de alcance ambicioso y de conformación a gran escala, al igual que la formación de terrazas en las elevaciones naturales del asentamiento (Escobedo y Houston 2002). Una vez afianzado el poder de los gobernantes mayas comenzó la búsqueda por el aumento de sus dominios y el control de las rutas comerciales con

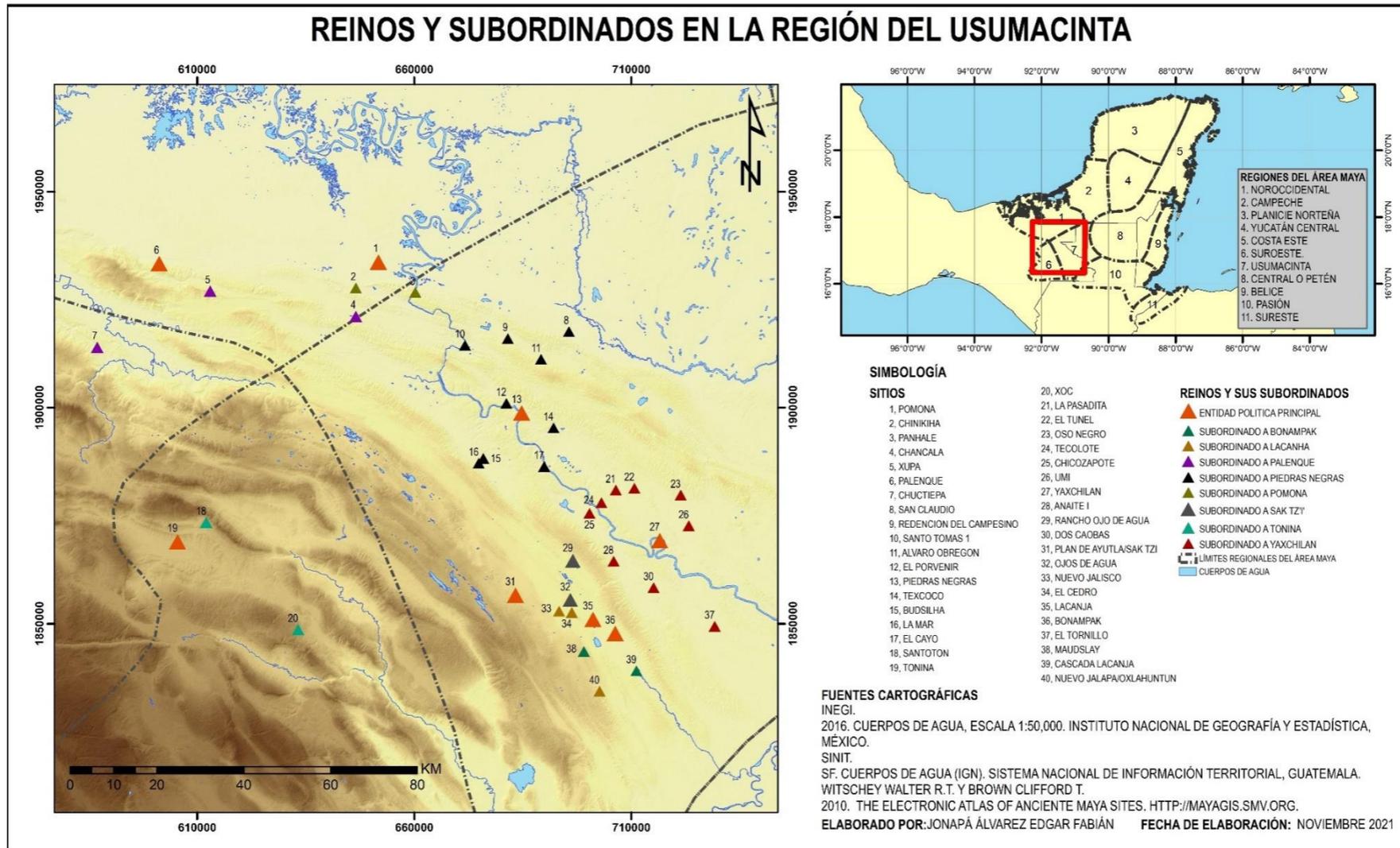
el fin de acrecentar su poder político-económico, este propósito conllevó a la formación de conflictos entre las sociedades que habitaron la región del Usumacinta (Mumary Farto 2011:178).

En el inicio de las relaciones antagónicas entre los reinos del Usumacinta, los enfrentamientos se caracterizaron por ser encuentros aislados que poco impacto tuvieron en el panorama geopolítico regional, pues con el despoblamiento de las periferias se generaron en la región zonas de amortiguamiento que moderaban las fricciones políticas y económicas habidas entre las dinastías nacientes (Golden *et al.* 2008:252). Sin embargo, hacia el Clásico Tardío las fronteras políticas comenzaron a repoblarse y los conflictos fueron cada vez más frecuentes, ante esto los señores mayas se vieron obligados a fortificar sus fronteras, así como a establecer alianzas con sitios secundarios ubicados geoestratégicamente en los límites territoriales de su jurisdicción política (véase Figura 13 para conocer las capitales regionales y sus sitios subordinados).

Las condiciones del terreno permitieron que los gobernantes mayas definieran y defendieran sus fronteras políticas a través del posicionamiento de puntos de control en zonas donde la movilidad resultaba limitada como consecuencia de la fisiografía regional; la presencia de serranías abruptas formó barreras naturales entre los valles intramontanos. Esta característica del paisaje dio paso a que los asentamientos fueran emplazados en puntos geoestratégicos que les otorgasen ventaja y control sobre los pasos naturales formados por fallas geológicas, mismos que funcionaron como rutas de comunicación (Anaya *et al.* 2011)

Las estrategias implementadas por los gobernantes mayas para la defensa de su territorio se observan en los sitios de Chicozapote y Tecolote, estos asentamientos se encargaron de la defensa y resguardo de la frontera norte del territorio de Yaxchilán; su posicionamiento sobre los cañones en los que se forman los rápidos de Anaité les permitió montar vigía sobre los caminos terrestres que daban acceso a los dominios de Yaxchilán, mientras que los rápidos formados por el estrechamiento del río Usumacinta sirvieron como una defensa natural al limitar la navegación del afluente en esta sección (Golden y Scherer 2006:3).

Figura 13. Reinos y Subordinados en la Región del Usumacinta y Zonas Aledañas durante el Clásico Tardío



Fuente: elaboración propia.

Por lo que refiere a las fronteras políticas, las observaciones hechas por Golden y colegas (2006:2) permiten comprender la configuración geopolítica de la región durante el periodo Clásico Tardío, estos autores mencionan que para ese tiempo los límites territoriales de los reinos del Usumacinta se delimitaron a través del río y los cambios fisiográficos habidos en éste; dicho señalamiento refuerza la hipótesis de la geografía estratégica. Por su parte Anaya y colaboradores (Anaya *et al.* 2011) añaden que para este periodo la región del Usumacinta se convirtió en el escenario de continuas campañas militares promovidas por los gobernantes mayas en su afán de acrecentar su poder político-económico, y que tal propósito generó fluctuaciones en las fronteras políticas de los reinos y cambios de bandos entre las entidades subordinadas. De forma generaliza la configuración geopolítica del Usumacinta para el periodo Clásico Tardío fue la siguiente:

Yaxchilán dominó gran parte del Usumacinta medio, su territorio se extendió hasta el comienzo de la estrecha garganta que marca la siguiente gran modificación del Usumacinta, en esta zona los sitios de Chicozapote y Tecolote montaron guardia de su frontera norte; hacia el este y el oeste los sitios de Anité I, El Túnel, La Pasadita, Oso Negro, Santa Clara y UMI extendieron los dominios de Yaxchilán a los estrechos valles tierra adentro paralelos al canal fluvial; hacia el sur, los sitio de Dos Caobas y El Tornillo cumplieron con esta función (Golden y Scherer 2006:4.)

Al norte del territorio de Yaxchilán se ubicaron los dominios de Piedras Negras, entidad política que ejerció control sobre el resto del cañón del Usumacinta hasta la abertura de Boca del Cerro, punto donde el Usumacinta se derrama en la planicie costera de Tabasco. En la frontera norte de Piedras Negras fueron los sitios de Álvaro Obregón 2, Redención del Campesino, San Claudio y Santo Tomás quienes vigilaron los pasos terrestres y fluviales que daban acceso a la llanura de Tabasco; en su frontera sur, los sitios de El Cayo, Texcoco y La Mar defendieron la entrada a los dominios de Piedras Negras (*ídem*). Otras entidades políticas antagónicas involucradas en la geopolítica de la región fueron los reinos de Calakmul, Palenque, Pomona, Sak Tz'i' y Toniná, estos negociaron alianzas o establecieron relaciones belicosas con los centros políticos del Usumacinta a lo largo del periodo Clásico. Estos eventos se expresan en la Tabla 5.

A finales del periodo Clásico los reinos mayas atravesaron por un proceso de decadencia político-económico que conllevó al abandono de los principales centros dinásticos a lo largo del

área maya. Este acontecer, sucedido entre el 800 y 900 d.C., tuvo como causas factores internos y externos que ocasionaron la pérdida progresiva de poder entre las élites y la desaparición del sistema político dinástico regido por un *ajaw*. Entre los aspectos mencionados se remarcan para la primera categoría: catástrofes naturales, especialmente la sequía; exceso demográfico y sobre explotación consecuente de un ambiente delicado, provocando una crisis en la subsistencia; guerra endémica y mala administración de la élite junto con un faccionalismo violento, derivado de las excesivas demandas tributarias impuestas por la clase gobernante. Por otra parte, en el segundo grupo son señalados como detonantes la ruptura y reorganización de redes comerciales vitales, así como las invasiones foráneas (Houston *et al.* 2001:65)

Los periodos finales de ocupación en los centros dinásticos del Usumacinta se dieron en tres fases: decaimiento urbano (800-830 d.C.), asentamiento informal (830-900 d.C.) y centros de peregrinaje (900-1800 d.C.) (Houston *et al.* 2001:65). El primer periodo se caracterizó por el cambio en las funciones de los edificios palaciegos ante su abandono por parte de la élite gobernante, estos procesos incluyeron el descuido de los edificios monumentales y su posterior transformación en basureros o viviendas autónomas ubicadas en posiciones defendibles y con el acceso al agua; ejemplo de ello es el baño de vapor J-17 de Piedras Negras que rápidamente pasó de ser un edificio con funciones rituales empleados en las purificaciones reales a un tiradero de basura. También, para este periodo el intercambio comercial se vio interrumpido a causa de la ausencia de grupos de élites que patrocinaron la circulación de bienes de prestigio.

Durante el segundo periodo, asentamiento informal, los centros dinásticos se transformaron en caseríos conformados por viviendas dispersas construidas a partir de materiales perecederos; la población restante se desplazó hacia la periferia de los asentamientos. Para esta fase, los bienes tales como la cerámica pasaron a producirse localmente. Por último, en la tercera fase los vestigios de lo que alguna vez fueron las expresiones de poder entre los mayas del Clásico se convirtieron en puntos de peregrinaje para los grupos lacandones (hablantes de maya choltí) que arribaron a la región durante el periodo Posclásico (*ibidem*: 82-85)

Tabla 5. Geopolítica del Usumacinta durante el periodo Clásico Tardío.

Fecha	Entidad	Suceso
624 d.C.	Palenque y Sak Tz'iy'	La alianza conformada por estas entidades políticas es derrotada por el Yonal Ahk I, gobernante de Piedras Negras.
629 d.C.	Sak Tz'iy'	El reino Sak Tz'iy' es quemado por Nik Mo' señor de La Mar, quien fuera subordinado de Piedras Negras. Posterior a este evento, K' ab' Chan Te' señor de Sak Tz'iy' captura y decapita al señor de La Mar, asimismo, tomó prisionero a Ek' Mo' señor de Bonampak por su posible participación en la quema la ciudad.
A mediados del siglo VII	Piedras Negras	Ejerce su máximo dominio sobre la región del Usumacinta debido a su alianza con dinastía Kan de Calakmul.
667 d.C.	Piedras Negras	Los nobles de Bonampak, Lacanhá y Yaxchilán fueron sometidos por Piedras Negras.
Finales del siglo VII	Palenque	Kan B'alam II, gobernante de Palenque expandió su control hacía el Usumacinta. Debido a esto, Piedras Negras perdió el control de La Mar, Anaite, Pomona.
687 d.C.	Palenque	Tonina es vencido por Palenque, ocasionando que la influencia de este último avance sobre la región del Usumacinta.
688 d.C.	Tonina	K'inich B'aaknal Chaak asciende al trono de Tonina, bajo su reinado el poder político y militar de Toniná se incrementa.
692 d.C.	Toniná	K'inich B'aaknal Chaak inicia una fuerte campaña militar contra Aj Pitzal de Palenque, tomando como cautivo a K'awill Mo'.
693 d.C.	Toniná	K'inich B'aaknal Chaak inicia una campaña militar contra los sitios subordinados de palenque en el Usumacinta, capturando en el 693 a Chan Maas del sitio 'El, de Piedra

		Conejo'. Alrededor de esta época Toniná también captura a Yax Ahk, señor de Anaay Te'. Seis años después, en el 699, K'inich B'aaknal Chaak construye el juego de pelota 1 de Toniná homenajeando su exitosa campaña militar sobre el Usumacinta.
695 d.C.	Calakmul	Jasaw Chan K'will de Tikal derrota a Calakmul, lo que ocasiona que la dinastía de Kan pierda su influencia sobre el Usumacinta.
Siglo VIII		Las principales entidades del Usumacinta inician campañas militares para obtener el control de la región, sin embargo, sus victorias fueron poco duraderas.
711 d.C.	Tonina	Antes de 708 d.C. K'inich B'aaknal Chaak fallece, el siguiente en la dinastía real es el Gobernante 4; sin embargo, fue entronizado a los dos años de edad, por lo que su reinado estuvo bajo el mandato de los poderosos nobles de Toniná, el aj k'uhuun K'el Ne' Hix y Aj Ch'anaah. Durante su mandato Toniná se apodera de Palenque, tomando como cautivo a K'an Joy Chitam y ocasionando que el dominio de Palenque sobre el Usumacinta se pierda.
715 d.C.	Tonina	La influencia de Tonina avanza sobre la región del Usumacinta y reclama la victoria contra Bonampak. Además, extiende su frontera hacia el Xoc y el valle inferior del río Jataté.
722 d.C	Sak Tz'i'	Tab' B'ahlam (señor forastero de Knot Site) es instaurado como rey de Bonampak-Lacanhá por, K'ab'chan Te', señor de Sak Tz'i'. Para este entonces Sak Tz'i' se liberó del yugo de Toniná.
725 d.C	Sak Tz'i'	Liberarse de Toniná le permitió a Sak Tz'i' extender su dominio hacia el Oeste del Usumacinta, hasta llegar al norte por el río Chinikiha. El territorio ocupado por Sak

		Tzi anteriormente le perteneció a Yaxchilán, que en ese entonces se encontraba en guerra con Piedras Negras.
742 d.C.	Yaxchilán	La muerte de Iztamnaaj Kokaj B'ahlam II provoca la disputa del poder entre la dinastía de Yaxchilán, iniciando un interregno que duró 10 años.
748 d.C.	Bonampak	Aj Sak Telech, padre de Yajaw Chan Muwan II, llevó a cabo la captura de un subordinado de Sak Tzi.
752 d.C.	Yaxchilán	Termina el interregno de Yaxchilán y sube al trono Yaxuun B'alhlam IV. Quien llevó a su máximo esplendor a la ciudad. Esto provocó que Piedras Negras y Sak Tz'i' se aliaran en su contra.
776 d.C.	Alianza Yaxchilán y Bonampak	Con ayuda de Yaxchilán, Aj Sak Tel Huh nombra a su hijo Yajaw Chan Muwhan II gobernante de Bonampak y Lacanhá y expulsan a Ta' B'ahlam de la región.
786 d.C.	Toniná	Bajo el mandato del 8vo gobernante Toniná recupera su poder hegemónico y ataca a Pomoy, Bonampak y Sak Tz'i', capturando al gobernante de este último.
787 d.C.	Sak Tz'i'	Un noble de Sak Tz'i' es capturado por Yajaw Chan Muwan II, gobernante de Bonampak.
787 d.C.	Alianza Yaxchilán y Bonampak	Itzamnaj B'ahlam IV, de Yaxchilán y Yajaw Cha Muwahn II, de Bonampak, derrotan a Yete' K' Inich de Sak Tzi. En ese mismo año, Sak Tz'i' cae bajo el dominio de Tonina; para este tiempo Piedras Negras se encontraba en disputa con Pomona, por lo que no auxilia a su aliado.
796 d.C.	Toniná	Toniná ataca a Sak Tz'i' y conquista su territorio.

<p>Finales del Clásico Tardío</p>		<p>La inestabilidad política del periodo sumada al crecimiento demográfico y la sobre explotación de los recursos llevó al decaimiento de las capitales regionales del Clásico Tardío. Pese a las circunstancias Sak Tz'í' fue el único reino que sobrevivió a las tempestades.</p>
---------------------------------------	--	---

Fuente: tabla elaborada a partir de Anaya *et al.* 2003; Anaya *et al.* 2011; Taladoire 2014; Taladoire 2017; Vega Villalobos 2008; Vega Villalobos 2017; Romero *et al.* 2010; Sheseña y Sánchez 2019; Martin y Grube 2002).

PERIODO POSCLÁSICO-HISTÓRICO

Ante los eventos que se vivieron en la región del Usumacinta a finales del periodo Clásico la población se desplazó hacia las Tierras Altas de Chiapas y Guatemala, así como al corredor formado entre Laguna Mensabak, al noreste, hasta Laguna Miramar, hacia el sur. Los movimientos poblacionales habidos durante el Posclásico produjeron la reocupación de asentamientos y áreas que habían sido abandonados al inicio del periodo Clásico, así mismo el modo de vida para este tiempo asemejó al del periodo Formativo o Preclásico.

Durante el Posclásico, el patrón de asentamiento refleja una actividad militar en aumento, así como la revalorización del entorno físico como un espacio sagrado. Dichas expresiones se hacen evidentes en el posicionamiento de los asentamientos humanos en islas, inmediaciones de lagunas, partes altas de cerros o las paredes de los cañones; aunque hubo sitios emplazados en valles o lomeríos con el fin de facilitar el intercambio y mantenimiento de los mercados regionales, que para este periodo tuvieron altos niveles de desarrollo (Palka y Lozada 2018:90)

La arquitectura posclásica se caracterizó por tener construcciones formadas a partir de pequeños bloques de piedra y plataformas habitacionales bajas. Durante este periodo se observa la ausencia de edificios destinados a los ritos, puesto que la población construyó la noción de espacios sagrados alrededor de cerros, cuevas y de los vestigios de los centros dinásticos clásicos; las actividades rituales se realizaron en las periferias de los asentamientos (*ibidem*:91).

En la región los asentamientos humanos se establecieron en las orillas de los ríos Jataté, Lacantún, San Pedro Mártir y Usumacinta, así como en los lagos de Mensabak, Miramar, Nohhá y Ocotál. Estos asentamientos se organizaron bajo el sistema cacical, contaron con centros ceremoniales y una población conformada por cientos de habitantes, además establecieron relaciones comerciales y bélicas con sus sitios vecinos, así como los de las sierras y las tierras bajas de Chiapas y Guatemala (Palka y Sánchez 2012).

Al final del periodo Posclásico expediciones españolas se adentraron en la Selva Lacandona con el propósito de evangelizar a los grupos indígenas que se refugiaron en la región ante las intenciones de los colonizadores. Este objetivo conllevó a la fundación del pueblo de Nuestra Señora de Dolores en las sabanas al sureste de Laguna Miramar durante 1561; sin embargo, el asentamiento fue abandonado tras el fracaso sufrido por los españoles. Posteriormente la región se mantendría ocupada por grupos lacandones (hablantes de maya peninsular) hasta el siglo XIX y XX que inició una segunda colonización de la Selva Lacandona

por parte madereros, chicleros y grupos tzotziles y tzeltales, así como gente proveniente de otros lados de la república que ocuparon el territorio.

El abordaje del área de estudio a través de sus rasgos fisiográficos y culturales permitió comprender como las sociedades mayas a lo largo de la historia objetivaron su entorno, transformándolos en paisajes culturales que fueron el escenario de los eventos transcurridos en la región del Usumacinta. También, demuestra que la agencia tenida por sus antiguos habitantes es el reflejo de su capacidad adaptativa y organizativa para el uso o transformación a su favor de las condiciones del terreno según fuesen sus necesidades.

Del análisis descriptivo realizado a lo largo de este capítulo, rescatamos las siguientes nociones que nos permiten definir un patrón de comportamiento humano idóneo para el desarrollo del modelamiento predictivo, el primero de ellos se hace con referencia a la fisiografía de la región y el uso asignado por sus habitantes pretéritos, especialmente a las estrategias defensivas empleadas en tiempos de tensión política. Tal como hemos visto previamente, los cambios abruptos en la topografía regional constituyeron una limitante en la movilidad de los grupos humanos; sin embargo, estos a su vez dotaron de defensas naturales a los asentamientos, cuyo posicionamiento geoestratégico les permitió controlar la red de caminos.

El segundo señalamiento está vinculado a la importancia de los caminos prehispánicos en la circulación de bienes e ideas, y como estos fueron pensados para establecer contacto con otras regiones del área maya con un menor gasto energético y en menor tiempo; también puede mencionarse el interés de la élite por obtener su control para así acrecentar su poder político-económico. Por lo anterior, el modelamiento debe considerar los elementos tanto políticos como geográficos que influyeron en el trazo de las redes de caminos, así como una reconstrucción hipotética de las mismas.

Por último, el tercer aspecto se enfoca en las estrategias políticas diseñadas por los gobernantes mayas para establecer vínculos político-económicos con otros sitios, sobre todo aquellos que hagan referencia al establecimiento de alianzas y el papel jugado por los sitios secundarios en la trama política de la región. Tales aspectos serán representados a través de variables en el modelamiento predictivo que se desarrolló en la presente tesis y del cual especificamos sus aspectos metodológicos, procesos de elaboración y delimitación del área de estudio en el próximo capítulo.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS PREDICTIVO

El análisis predictivo desarrollado en la presente tesis estuvo dirigido al reconocimiento de los asentamientos prehispánicos localizados en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté, puesto que se asume que estos tuvieron un alto valor geoestratégico en las dinámicas extrarregionales desarrolladas entre los reinos mayas de Bonampak, ubicado en la región del Usumacinta, y Toniná, localizado en el valle de Ocosingo, durante el periodo Clásico Tardío.

La evidencia epigráfica de este periodo relata que en la región del Usumacinta imperó la inestabilidad política, a causa de los continuos enfrentamientos bélicos desarrollados entre gobernantes mayas que buscaron acrecentar su poder político-económico a través del control de las redes intercambio. Aunque el conflicto armado se dio principalmente entre los reinos de Yaxchilán y Piedras Negras, hubo momentos en los que entidades políticas extrarregionales lograron introducirse a la geopolítica del Usumacinta por medio del establecimiento de alianzas o el sometimiento de sitios secundarios de la región, siendo este último el panorama bajo el que desarrollaron las relaciones entre Toniná y varios sitios de la región del Usumacinta, incluido Bonampak.

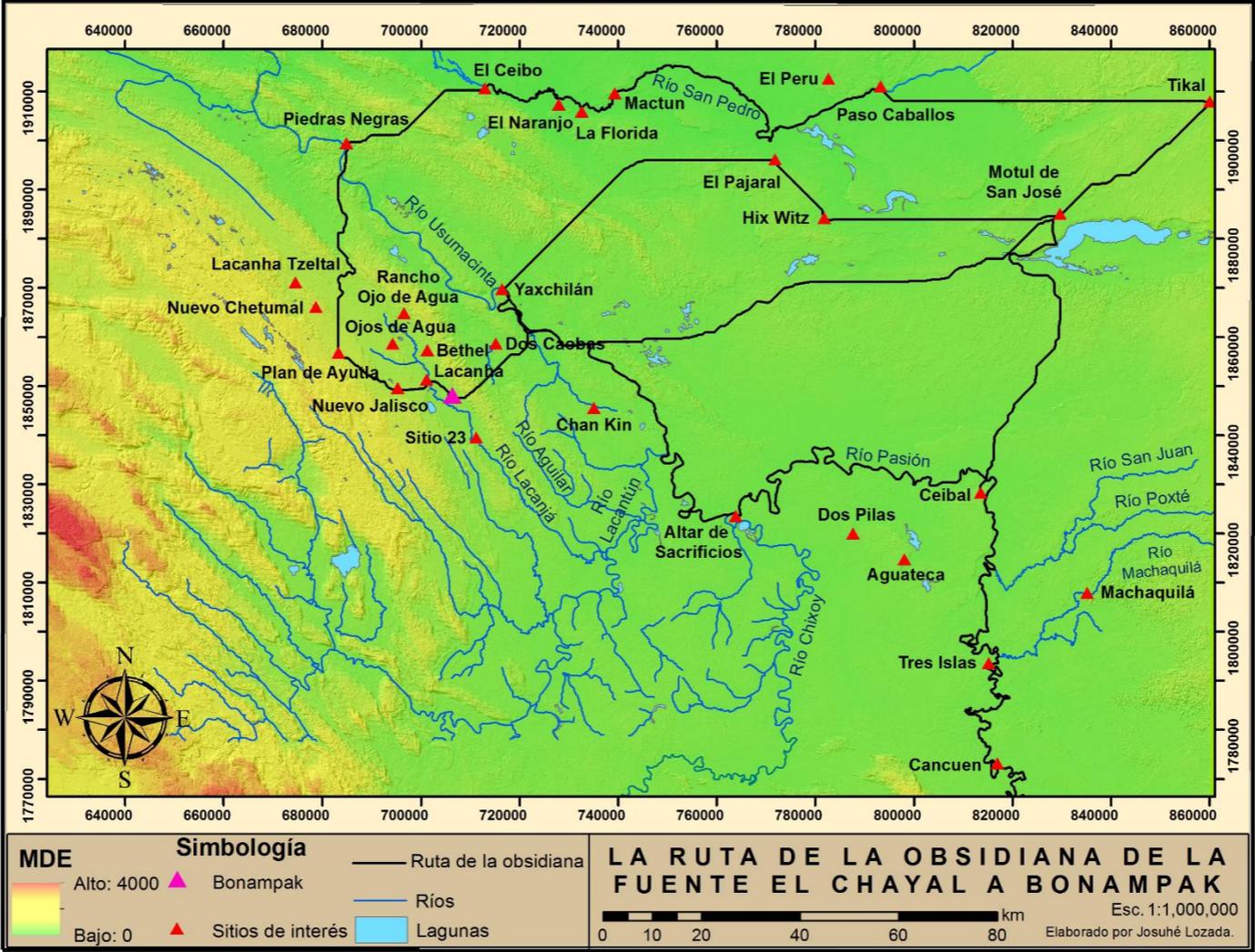
El expansionismo militar de Toniná hacia la región del Usumacinta le habría permitido acceder a las rutas comerciales por las que transitaban bienes de prestigio. De esta manera, el sometimiento de Bonampak, y demás reinos localizados en la cuenca del Lacanjá, pudo haberle permitido tomar el control de las rutas terrestres que circulaban por los valles paralelos al río Usumacinta (véase Figura 14), asimismo los regentes de Toniná habrían impuesto el pago de tributos o rescate de prisioneros de alto rango para la obtención de los productos codiciados (Taladoire 2015).

Las incursiones militares de Toniná hacia el Usumacinta tuvieron como posibles rutas los corredores naturales formados entre los valles de los ríos Jataté y Lacanjá, al respecto la literatura consultada permitió identificar dos puntos de acceso (Sheseña y Sánchez 2019; Sheseña *et al.* 2021; Taladoire 2017): 1) a través del valle del río Naranjo, ubicado al norte de la cuenca del Jataté, Toniná estableció relaciones con los sitios de esa área, permitiéndole acceder a la región norte de la cuenca del Lacanjá y del Usumacinta; puntos en los que las entidades políticas de la Mar, Sak Tz'i' y Plan Ayutla establecieron su dominio, constituyendo un obstáculo en la expansión de la entidad extranjera; 2) la cuenca inferior del río Jataté abre un acceso

relativamente fácil hacia la región del Usumacinta, específicamente al área controlada por Bonampak.

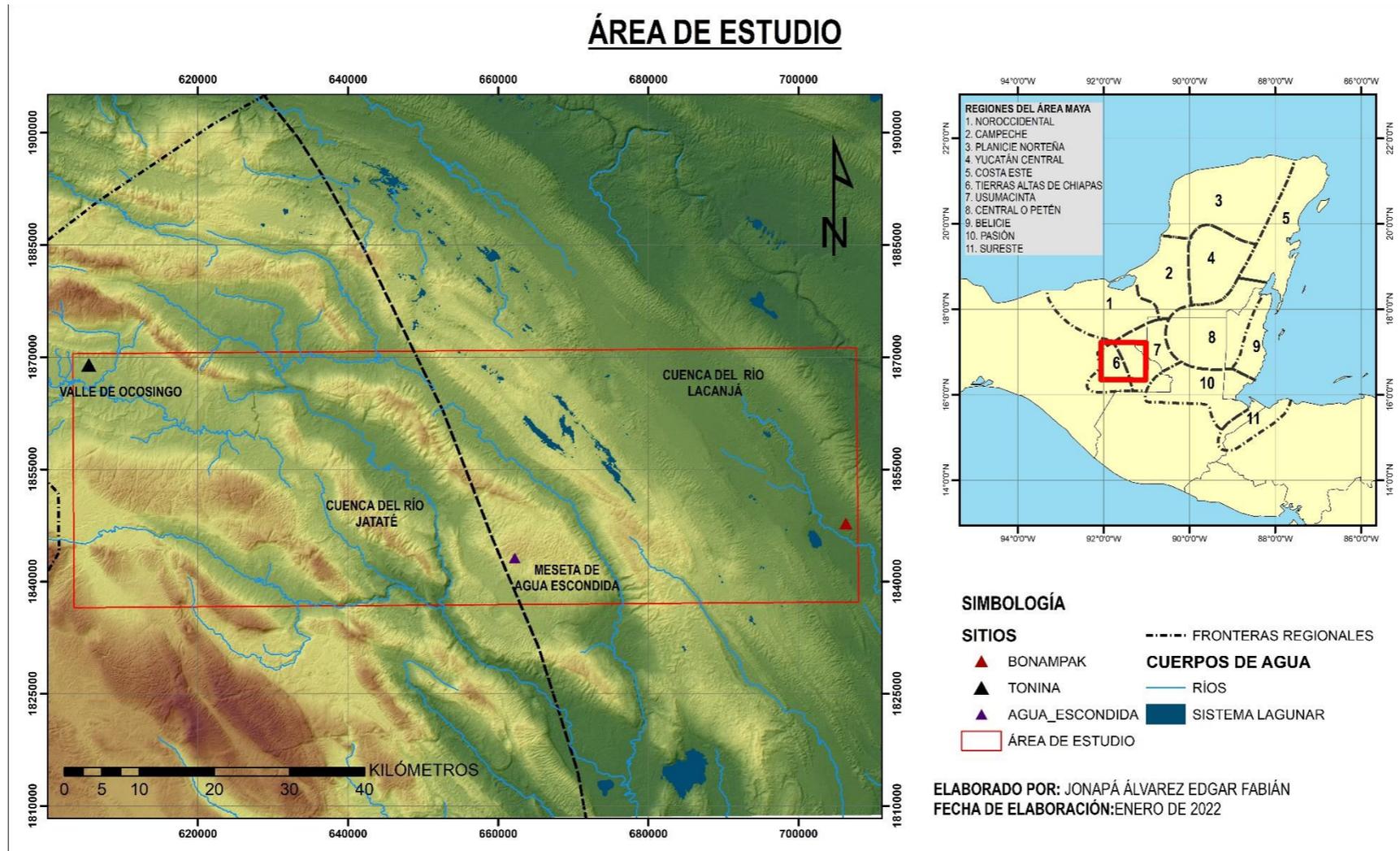
En este sentido, la modelización predictiva basada en análisis de rutas óptimas permitió establecer zonas propicias para la circulación humana en las cuencas de los ríos Jataté y Lacanjá (véase Figura 15), comprobando de esta manera la existencia de corredores naturales que favorecieron el contacto entre los reinos de Toniná y Bonampak durante el periodo Clásico Tardío. A continuación, se desglosan los aspectos metodológicos implicados en dicho proceso.

Figura 14. La ruta de la obsidiana de la fuente El Chayal a Bonampak



Fuente: cortesía de Josué Lozada.

Figura 15. Área de Estudio



Fuente: elaboración propia.

ANÁLISIS DE RUTA

El modelamiento predictivo a partir de esta propuesta metodológica tiene como base conceptual que las estrategias de ocupación del espacio y apropiación del territorio incorporan, además de los patrones de asentamiento, las pautas de movimiento de los grupos humanos. Bajo este enfoque, la movilidad es una acción que forma parte de la conducta espacial de los grupos humanos mediante la cual se accede a los recursos y se intercambian bienes e ideas.

En este sentido, los caminos son el eje central que conectan y articulan las redes de intercambios, por lo que su estudio permite la comprensión de las dinámicas de comercios, la conexión entre los sitios, así como el aprovechamiento y el conocimiento del paisaje por parte de sus pobladores (Silvia de la Mora 2009). Para el caso de la región del Usumacinta se puede decir que la red de caminos influyó en la configuración paisajística regional, toda vez que a través de estos se establecieron rutas de comercios a corta y larga distancia por las que transitaban bienes de prestigio, propiciando el interés de los gobernantes mayas de obtener el control de las mismas para así acrecentar su poder político-económico; dicha dinámica conllevó al desarrollo de pugnas entre los distintos reinos de la región, en los que el posicionamiento de puntos de control en zonas geoestratégicas permitió el control de las vías de comunicación.

El análisis de ruta óptima permite la predicción y replicación de las rutas de desplazamiento humano, esto basado en el cálculo de valores acumulativos de las diferentes celdillas o píxeles de una capa ráster que represente la dificultad o coste del desplazamiento humano en un determinado territorio. De esta forma, el programa selecciona los valores más bajos de la suma total de píxeles para unir dos puntos determinados y por tanto equivaldrá a un menor esfuerzo en el desplazamiento (López Romero 2005); los resultados obtenidos en el análisis están supeditados a los factores culturales o naturales que se empleen como variables en la modelización, por lo que es imperioso establecer los criterios bajo los que se definieron los aspectos para el cálculo de las rutas óptimas.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

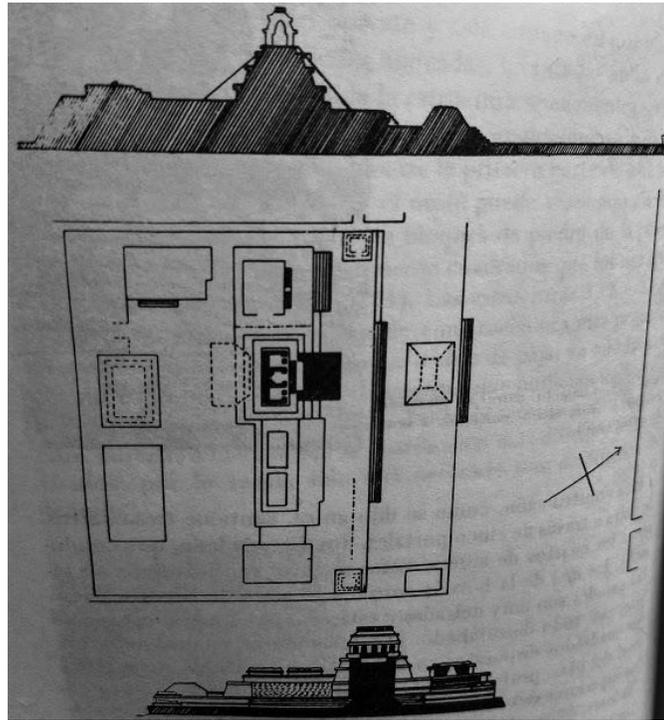
Los análisis de rutas óptimas determinan sectores del terreno que requieren menor esfuerzo en términos de energía o tiempo, esto se hace a través de cálculos basados en valores de fricción, facilidad de desplazamiento por el terreno, y distancia, espacio que se recorre entre un punto de origen y uno de destino. Al ser sometidos a procesamientos se obtiene una capa de impedancia espacial de la cual deriva el resto de las operaciones.

El cálculo de los valores de impedancia espacial se hace mediante rasgos orográficos del paisaje, estos atributos pueden ser la pendiente del relieve o la elevación del terreno. De forma particular, en el análisis desarrollado en la presente investigación, los valores de impedancia espacial fueron obtenidos de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) descargados de la base del INEGI; la información obtenida es la perteneciente a las cartas topográficas E15D31, E15D32, E15D33, E15D34, E15D41, E15D42, E15D43, E15D44, E15D45, E15D51, E15D52, E15D53, E15D54, E15D55, E15D61, E15D62, E15D63, E15D64, E15D65, E15D73, E15D74, E15D75, E15D84 y E15D85.

Por otra parte, los puntos de origen y destino que se emplearon en el cálculo de las rutas óptimas fueron definidos acorde a las coordenadas de los asentamientos prehispánicos de Bonampak y Toniná, dicha elección se hizo a razón de las relaciones políticas que se expresan en los datos epigráficos del periodo Clásico Tardío. Cabe destacar que durante el proceso de análisis fue requerido un punto de control entre los nodos de origen y destino, por lo que se escogió al sitio de Agua Escondida dada su localización sobre la meseta, de nombre homólogo al asentamiento, que apertura un camino hacia la cuenca del Lacanjá desde el río Jataté.

En este sentido, es pertinente describir las características del asentamiento para tener un panorama más amplio del mismo. El sitio de Agua Escondida se encuentra ubicado en la meseta de nombre homólogo, entre las confluencias de los ríos Jataté y Perlas. La primera referencia al asentamiento se hace por parte de Karl Sapper en el año de 1897, aunque éste nunca visita de forma oficial el sitio. No fue hasta la llegada de Frans Blom y La farge, en 1926-7, que se realizaría una descripción general del lugar, así como un croquis (véase Figura 16; Blom y La Farge 1986). Posterior a la llegada de Blom, el sitio no fue visitado hasta 1977 por García Moll y Juárez Cossío, durante la temporada de trabajo del Proyecto Yaxchilán (García *et al.* 1986:21). Es entonces que se realiza una descripción más detallada del asentamiento prehispánico.

Figura 16. Mapa de las ruinas. (Agua Escondida, Chis.)



Fuente: Frans Blom y Oliver La Farge 1986:406

Los investigadores reportaron una plataforma de cuerpos escalonados dispuesta en una elevación del terreno, sobre ella se erigen tres niveles de construcciones que albergan un total de 12 edificios. Los Edificios 1 y 2, ubicados en el primer nivel constructivo, presentó un grado deterioro avanzado que imposibilitó su descripción. Por otra parte, el segundo tramo de escaleras, que conduce al segundo nivel, ocupa un 50% de la fachada de la plataforma y está circundado por los Edificios 3 y 4; estos presentan una planta rectangular que alojaba una crujía techada por medio de bóvedas que al momento de su descripción se encontraban derruidas (García *et al.* 1986:24-28)

Respecto al tercer nivel del conjunto, se aprecia la formación de varios basamentos articulados entre sí, sobre éste se encuentran los Edificios 5,6,7,8 y 9. Cada uno de ellos cuenta con una escalara de acceso y poseen alturas diferentes entre sí. Dentro de estos, el Edificio 6 posee una posición privilegiada al estar localizado en la posición central del conjunto, además de ser el de mayor altura. Por último, los Edificios 10,11 y 12 se encontraron sumamente deteriorados (*ibidem*:28-36)

La ausencia de monumentos escultóricos en el sitio ha dificultado su delimitación cronológica, así como su filiación política; sin embargo, dadas las características arquitectónicas

del lugar los investigadores la relacionan con la esfera política de Toniná, mientras que por su proximidad, con la de Bonampak. Particularmente, en la presente tesis se plantea que el sitio de Agua Escondida fungió punto geoestratégico en las incursiones militares de Toniná hacia la región del Usumacinta, por ello su inclusión en el análisis predictivo.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada en los análisis fue retomada de la propuesta hecha por Sheseña y colaboradores (2021) para el cálculo de rutas óptimas en las montañas del norte del estado mexicano de Chiapas, el caso de estudio tuvo como finalidad relacionar el desarrollo sociocultural de los asentamientos con la presencia de rutas prehispánicas de comunicación y cómo estas impactaron en la geopolítica regional. El desarrollo metodológico tuvo cuatro fases de elaboración; el primero, geoposicionamiento de cuatro puntos que cubran la totalidad de la superficie a analizar; segundo, generación de la capa de coste de distancia; tercero, generación de la capa de vínculo de menor coste; y cuarto, creación de la capa de ruta de coste (este último procedimiento da como resultado una capa en formato raster que debe convertirse a formato vectorial para una mejor visualización).

1. Delimitación del área de estudio, para ello fueron geoposicionados cuatro puntos de tal manera que cubrieran el área total de análisis; uno de los puntos de origen debe tener las coordenadas de uno de los sitios de salida o destino para así poder generar las rutas óptimas, además el resto de puntos colocados se posicionaron en áreas de difícil acceso con la finalidad de que el programa no los reconociera como elementos de interés.

El posicionamiento de los puntos de origen se hizo tomando como referencia los valores expresados en el Modelo Digital de Elevación (MDE) extraído de la base digital del INEGI, para ello se descargó la información perteneciente a las cartas topográficas E15D31, E15D32, E15D33, E15D34, E15D41, E15D42, E15D43, E15D44, E15D45, E15D51, E15D52, E15D53, E15D54, E15D55, E15D61, E15D62, E15D63, E15D64, E15D65, E15D73, E15D74, E15D75, E15D84 y E15D85. Los MDE fueron funcionados a través de la herramienta *Mosaic To New Raster* de la caja de herramientas del *Date Management Tools* para facilitar la obtención de la capa de coste de distancia.

2. Generación de la capa de coste de distancia, este procedimiento fue realizado a través de la herramienta *Cost Distance* de la caja de herramientas del *Spatial Analyst Tools*. Esta

función determina la distancia ponderada más corta o el menor coste acumulativo entre los puntos de origen para identificar la ruta óptima entre dos sitios de interés.

Los cálculos realizados mediante la herramienta *Cost Distance* requiere de un archivo de entrada de tipo vectorial para identificar las celdas hacia las cuales se calcula la distancia de costo mínimo acumulado, así como de una capa raster que contenga los valores de impedancia espacial sobre el cual basar dichas operaciones; en la presente tesis estos archivos fueron los obtenidos en el procedimiento anterior. Una vez finalizado el procedimiento se obtiene una capa raster con valores de distancia ponderada más corta o la del menor coste acumulativo.

3. Generación de la capa vínculo de menor coste, este procedimiento fue realizado a través de la herramienta *Cost Back Link* de la caja de herramientas del *Spatial Analyst Tools*. Mediante esta operación se define al vecino más cercano en las celdas de la superficie de menor coste acumulativo a la fuente más cercana.

Al igual que el anterior procedimiento, la función *Cost Back Link* requiere de un archivo de tipo vectorial para definir la distancia de coste mínimo acumulado y de una capa raster que represente los valores de impedancia espacial, en este caso el archivo vectorial son los puntos de referencia obtenidos en el primer procedimiento, mientras que la capa raster usada fue la derivada de los cálculos mediante la herramienta *Cost Distance*. Los resultados obtenidos del geoprocesamiento se expresan en una capa de tipo raster que representa el costo por unidad de distancia para moverse a través de la celda.

4. Creación de la capa de ruta de coste, para su obtención fue usada la herramienta *Cost Path* de la caja de herramientas del *Spatial Analyst Tools*. La operación permitió calcular la ruta de menor coste desde un origen hacia un destino, para ello se retoman los valores obtenidos en los dos procedimientos anteriores.

La función *Cost Path* requiere de tres archivos de entrada para el trazo de la ruta óptima; el primero, un punto de destino; segundo, la capa de coste de distancia que se usará para determinar la ruta de menor costo desde el punto de origen hasta el destino; y tercero, la capa de vínculo de menor coste que permitirá determinar la dirección de la ruta tomando en cuenta el costo acumulativo de la misma. La ruta obtenida mediante este procesamiento se expresa como una capa raster que debe ser convertida a una de tipo

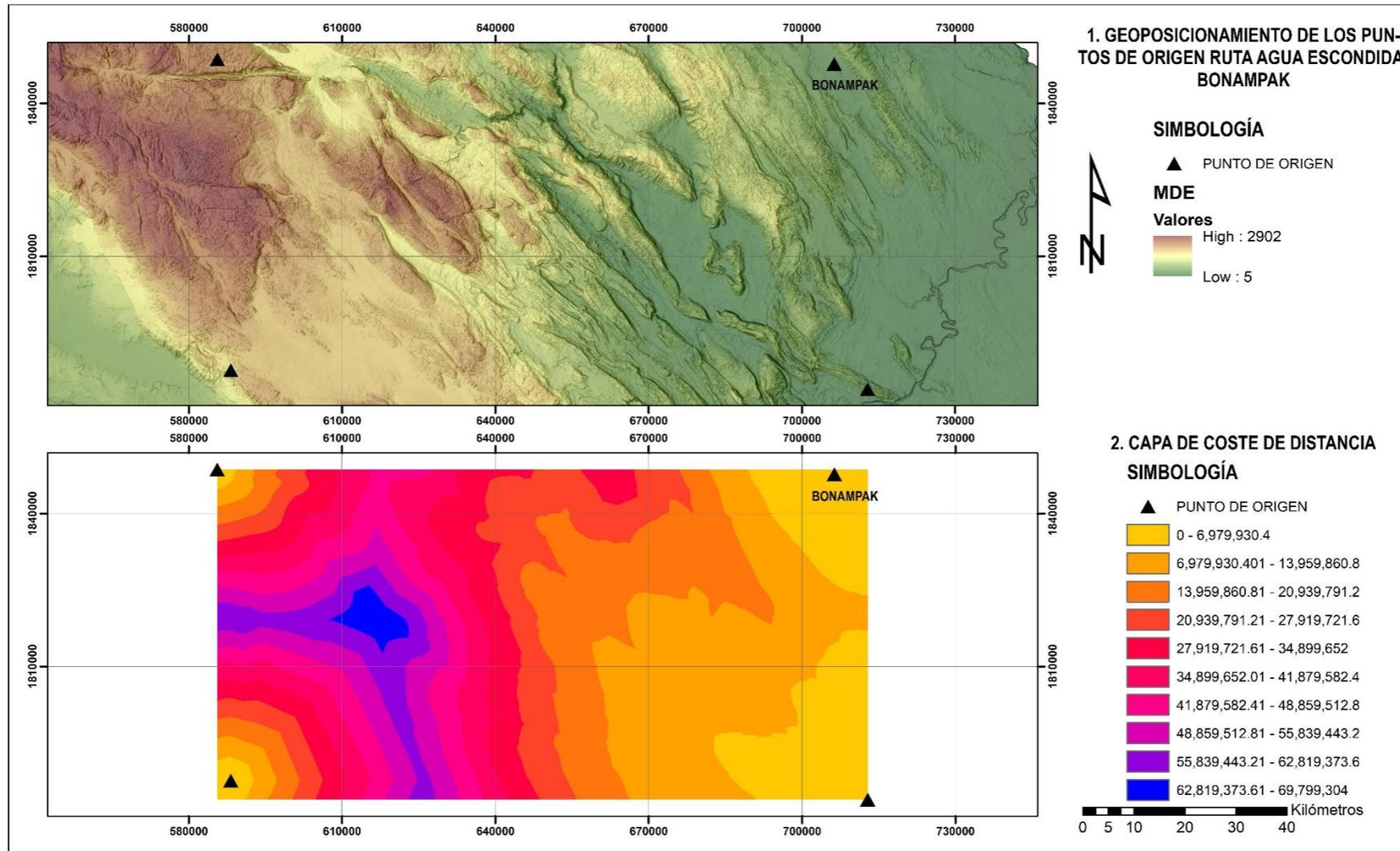
vectorial, con la finalidad de tener una mejor visualización de los resultados, para ello se usó la herramienta *Raster to Polyline* de la caja de herramientas *Conversion Tools*.

Cabe destacar que la extensión del área de estudio, las características fisiográficas del paisaje y la distancia entre los sitios de la base de datos dificultaron el posicionamiento de los puntos de origen y con ello los análisis subsecuentes. A razón de esto, fue necesario realizar reiteradas veces los procedimientos anteriormente descritos para completar la red de caminos entre la región del Usumacinta y el Valle de Ocosingo; los archivos obtenidos mediante los geoprocusamientos se muestran en las Figuras 17 y 18: la Sección 1 representa la ubicación de los puntos de origen, la Sección 2 los resultados de la herramienta *Coste Distance*, la Sección 3 la capa generada mediante la función *Coste Bak Link*, y la Sección 4 el resultado final³.

Los resultados obtenidos mediante los procesamientos indican la existencia de corredores naturales entre, los valles intermontanos de las cuencas de los ríos Jataté y Lacanjá, por los que se formó una red de caminos que conectaron las Tierras Altas de Chiapas con la región del Usumacinta. A través de este análisis se puede determinar la presencia o ausencia de sitios intermedios ubicados en dicha trayectoria; la validez de los resultados se arguye en el siguiente capítulo.

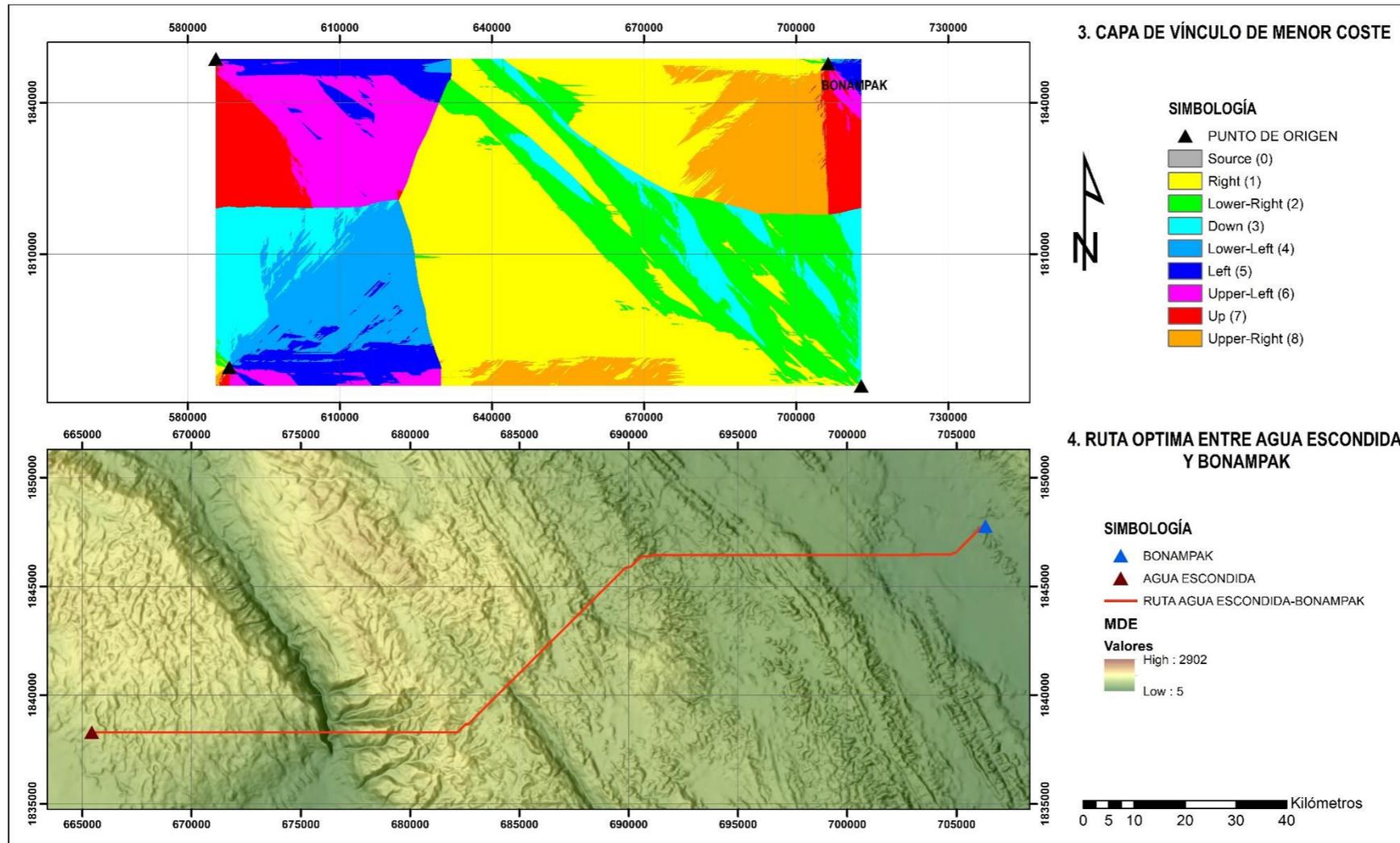
³ Dado a que el análisis de las rutas fue subdividido para completar el esquema de movilidad, en esta sección únicamente se muestra los resultados obtenidos de la ruta Agua Escondida-Bonampak; el resto de operaciones pueden ser consultada en la sección de Anexo 1 (Figura 21-26).

Figura 17. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Bonampak (Sección 1 y 2)



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Bonampak (sección 3 y 4)



Fuente: elaboración propia.

DISCUSIONES FINALES

En la presente tesis se ha sugerido que durante el periodo Clásico Tardío el patrón de asentamiento de las cuencas del río Lacanjá y Jataté estuvo condicionado por la inestabilidad política surgida entre las principales capitales regionales, esto conllevó a que las sociedades aprovecharan las características del terrenos para el emplazamiento geoestratégico de sus asentamiento principales y de sus enclaves, siendo estos últimos ciudades satélites que le permitieron un mayor control de sus zonas de influencia o fronteras políticas.

Asimismo, en un primer momento se propuso que los asentamientos se ubicaron en zonas elevadas que les permitiese obtener el control y mayor acceso a las principales redes de caminos. Lo anterior se sometió a un análisis predictivo basado en el cálculo de rutas óptimas para su corroboración, de modo que en este capítulo se proyectarán los resultados, mismos que serán explicados desde la dinámica política de Toniná durante el Clásico Tardío. También, se argumentará la eficacia de estos modelos para determinar la susceptibilidad de zonas con potencial arqueológico.

LAS DINÁMICAS POLÍTICAS DE TONINÁ DURANTE EL CLÁSICO TARDÍO.

Los estados mayas se han caracterizado por presentar variadas configuraciones políticas, es decir, han existido estados regionales centralizadas de gran escala, así como pequeñas ciudades-estados o reinos descentralizados. Desde la arqueología se han realizado diversas investigaciones que han tratado de determinar la naturaleza dinámica de la estructura política de los mayas del Clásico y cómo esta varió de un periodo a otros (Foias 2003:15). En este apartado se discute la presencia de Toniná como órgano político del Clásico Tardío que ejerció una política expansionista a lo largo de distintas regiones, como lo fue el río Usumacinta y sus afluentes tributarios, entre ellos el Lacanjá y Jataté.

Las estrategias de control territorial en el valle de Ocosingo y la región del Usumacinta dieron inicio durante el Clásico Temprano, durante este periodo la competencia por el control de los recursos era relativamente baja y no fue hasta el Clásico Tardío que se implementaron mecanismos rigurosos de control territorial por parte de las dinastías regionales (Anaya 2011). De la participación de Toniná en las dinámicas políticas de la región del Usumacinta se ha dicho que fue posible gracias a que basó su poder en el establecimiento de alianzas y ciudades satélites

más allá de su zona inmediata, permitiéndole controlar una ciudad o territorio concreto, así como sus recursos (Mumary 2011:175). Las capitales regionales, como Toniná, establecieron sistemas de jerarquías dependientes a través de las cuales regularon las cuestiones políticas económicas de un área, para estas ciudades el factor económico (rutas comerciales) fue una de las principales razones que dio paso a los cambios sociopolíticos, es decir, ambos factores fueron indisociables y fueron las causantes de la formación de alianzas o enfrentamiento (ibidem:178).

La expansión territorial de Toniná hacia la región del Usumacinta se hizo con el propósito de tomar el control de las rutas comerciales para acceder a bienes de prestigio tales como sal, jade, plumas, cerámica, obsidiana, entre otros. Estos bienes fueron transportados a través de largas rutas fluviales o terrestres que iban desde el río Usumacinta, las Tierras Altas, la ruta del Motagua y la ruta del río La Pasión (ibidem:179). Cabe mencionar que las redes de comercio han podido ser reconstruidas gracias a la presencia de obsidiana, puesto que este material es un buen indicador de relaciones comerciales al tener sus yacimientos en zonas bien definidas; su presencia implica el contacto al menos entre dos entidades (Lozada *et al.* 2017:88).

El éxito de las incursiones militares de Toniná en la región del Usumacinta puede ser explicada desde las perspectivas planteadas por Golden y colegas (2008:731), quienes plantean que a lo largo de las rutas comerciales y fuentes de materia primas se generaron alianzas entre las ciudades estado, influyendo en la producción y distribución de los recursos, especialmente la obsidiana. Las alianzas establecidas por Toniná le brindaron sitios satélites en regiones aledañas que, en tiempos de guerra, pudieron ser fundamentales en la realización de expediciones, abastecimiento de recursos y rutas de escape en caso de una posible derrota ante sus oponentes.

Las redes de camino por las que Toniná pudo haberse introducido a la región del Usumacinta se establecieron en relación a los principales afluentes de agua y a las relaciones políticas establecidas entre las ciudades estado de la región (Damarest y Fahsen 2003), asimismo la ausencia de asentamientos gobernados por linajes que ostentaron gran poder en las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté permitió a Toniná imponer su dominio sobre este territorio (Taladoire 2017:162).

La capacidad de la entidad política de Toniná para extender su territorio a otras regiones puede ser explicada desde una perspectiva descentralizada en la que los sitios subordinados no delimitaron las zonas limítrofes de su territorio, sino que fungían como puntos de control que reforzaban la autoridad del señor principal. Anaya (2011) menciona que la organización política

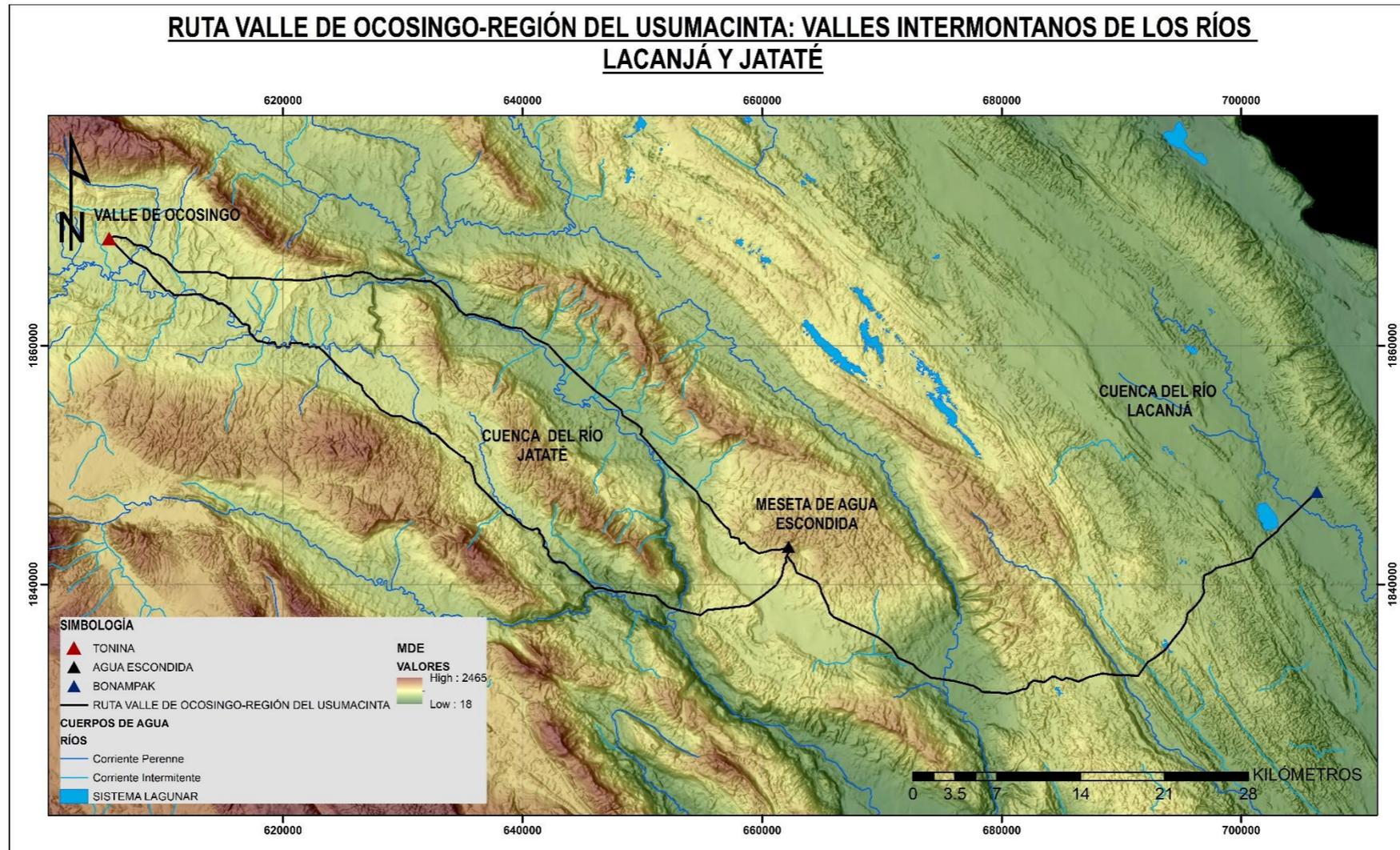
de las ciudades estado mayas durante el periodo Clásico, en vez de estar regidas por una territorialidad espacialmente definida se trató de una territorialidad periférica que estuvo supeditada a los intereses y capacidades de los detentores del poder para ejercer control sobre los recursos asociados al medio físico, mismos que eran necesarios para mantener la estabilidad política de los asentamientos principales.

En este aspecto y considerando la importancia del comercio e intercambio como mecanismos de interacción cultural que abona no sólo en términos materiales sino también por la alta gama de aspectos sociales, económicos, políticos e ideológicos que circularon junto a dichas materialidades (Brawsell 2014; Renfrew y Bahn 2007), la reconstrucción de las redes de camino en la zona transicional del valle de Ocosingo hacia la región del Usumacinta contribuirá a la identificación de asentamientos en el área, por lo que en la presente tesis se ha planteado un análisis predictivo basado en análisis de rutas óptimas. Los resultados de los análisis develaron corredores naturales en los valles intermontanos de las cuencas de los ríos Lacanjá y Jataté. A continuación, se discutirán los mismos.

RUTA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LACANJÁ Y JATATÉ

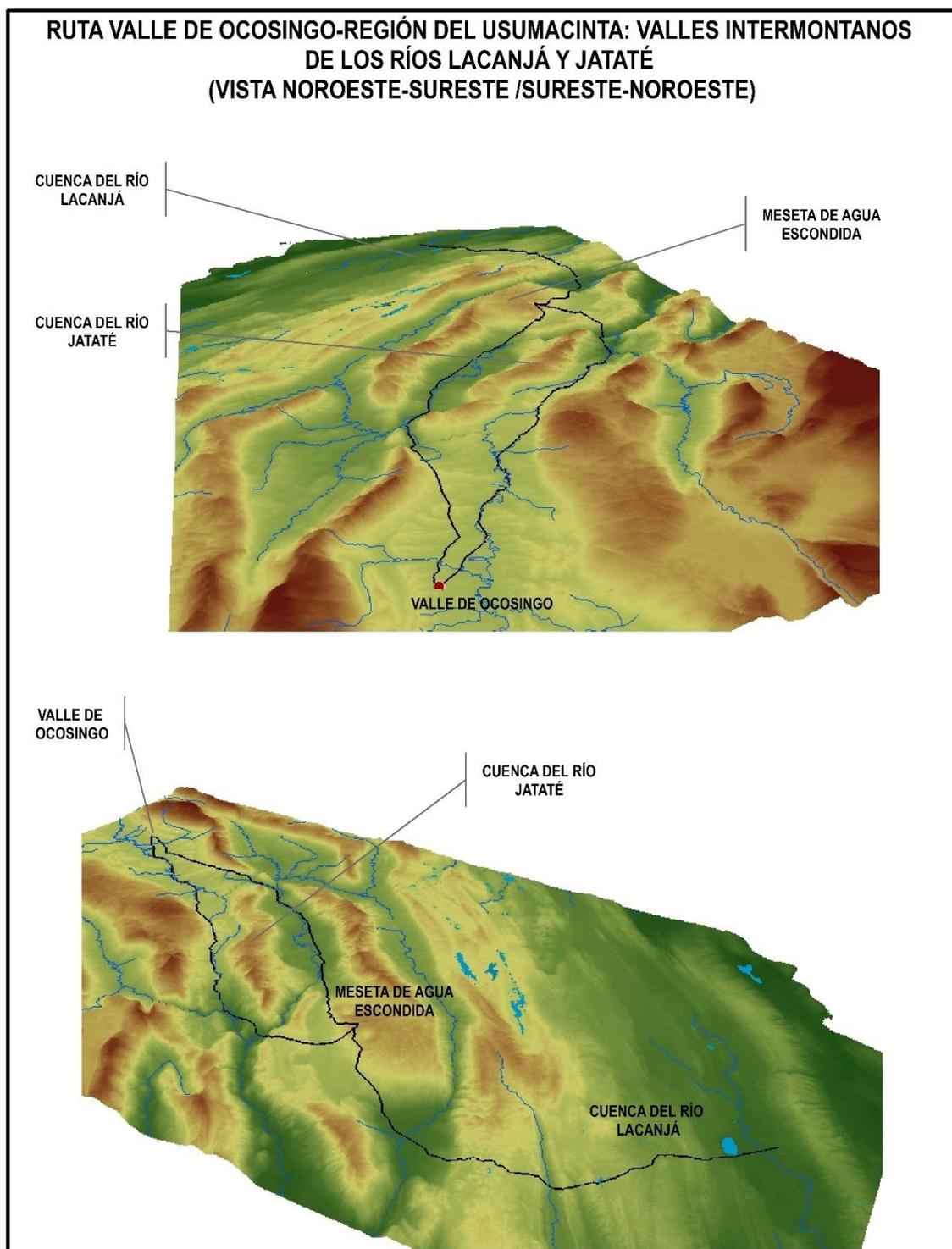
La cuenca inferior del río Jataté (véase Figura 19 y 20) es una zona ubicada el sureste de Toniná y al noreste de Bonampak; sin embargo, a pesar de ser una zona de potencial arqueológico indiscutible, ha sido poco explorada. Algunas de las menciones sobre la arqueología del Jataté las hace Blom, quien menciona la existencia de un sitio de nombre Agua Escondida sobre una meseta. Por su parte, Taladoire (2017) sugiere que, durante su periodo expansionista, Toniná acrecentó su esfera política hacia el valle del Xoc y añade que las características fisiográficas del valle inferior del río Jataté pudieron propiciar el establecimiento de redes de caminos que conectaron con la región del Usumacinta, justo en el territorio controlado por Bonampak.

Figura 19. Ruta Valle de Ocosingo-Región del Usumacinta



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Vista tridimensional de la ruta.



Fuente: elaboración propia.

Es pertinente retomar estos argumentos puesto que el análisis de rutas dio como resultado la presencia de corredores naturales entre el territorio Toniná y Bonampak. Las redes de caminos (véase Figura 18), dispuestas en sentido al río Jataté, habrían permitido que Toniná accediera al Usumacinta sin transgredir las fronteras políticas de sitios como Plan de Ayutla que pudieran frenar su expansionismo militar hacia la región. En este sentido, Agua Escondida podría haber pertenecido a la esfera política de Toniná, en el que este último estableciera un punto de control para sus campañas militares hacia la cuenca inferior del río Lacanjá.

La evidencia arqueológica demuestra que para el año 715 d.C. Toniná reclamó la victoria sobre Bonampak (Taladoire 2014:49) y si bien las inscripciones no detallan la ruta seguida durante sus campañas militares, la probabilidad de que sea la propuesta en esta investigación es alta, pues las condiciones del medio y la ausencia de linajes importantes gobernando la cuenca del río Jataté habrían facilitado el acceso de Toniná al territorio de Bonampak y sitios aledaños.

Desde otra perspectiva, un análisis realizado por Sheseña y colaboradores (2021) demuestra que Toniná pudo haber accedido al territorio de Bonampak a través de el valle del río Naranja, pasando por la zona de influencia de Sak Tz'í'. La existencia de esta ruta puede ser corroborada a partir de los datos epigráfico, los cuales indican que durante los años 715 d.C. y 722 d.C. (idem), Toniná mantuvo el control sobre la cuenca superior del río Lacanjá, lo que le habría permitido acceder a los dominios de Bonampak.

Al final de este periodo Sak Tz'í' logró liberarse del yugo de Toniná, sometiendo a Bonampak e instaurando como gobernante Tab' B'ahlam señor forastero de *Knot-Site* por órdenes de K'ab'chan Te', señor de Sak Tz'í'. Tres años después, en el 725 d.C., Sak Tz'í' acrecentó su influencia abarcando el territorio que anteriormente le perteneció a Yaxchilán, quien se encontraba en guerra con Piedras Negras (Anaya *et al.* 2003:187).

Con los resultados obtenidos en esta investigación se comprobó que los SIG son una herramienta eficiente en las investigaciones de índole arqueológico, puesto que ayudan a la construcción de modelos geopolíticos que permiten establecer hipótesis sobre el desarrollo sociocultural de las sociedades pretéritas. En particular, en la presente tesis su aplicación resultó indispensable en la determinación de posibles áreas con potencial arqueológico y al establecimiento de redes de caminos hipotéticas ubicadas en las fronteras de las principales capitales regionales del Usumacinta y las áreas más altas del valle de Ocosingo.

BIBLIOGRAFÍA

Aceituno Bocanegra Francisco Javier y Antonio Uriarte González

2019 Conectando un territorio: simulación de rutas de movilidad entre cazadores-recolectores y primeros cultivadores. El caso del Cauca medio (Macizo Volcánico, Colombia). *Trabajos de Prehistoria* 76(2):219-235.

Anaya Hernández Armando y César Hernández Estrada

2018 Los SIG y el manejo de los recursos culturales: tres modelos predictivos de potencial arqueológico. En *Aplicaciones prácticas de los Sistemas de Información Geográfica en la arqueología mexicana. Seis estudios de caso*, editado por Anaya Hernández, pp.60-91, Armando. Universidad Autónoma de Campeche, México.

Anaya Hernández Armando, Lorraine Williams Beck y Stanley P. Guenter

2011 Alianzas efímeras y fronteras fluctuantes: La organización política del Alto Usumacinta durante el Clásico Tardío. En *El despliegue del poder entre los mayas: nuevos estudios sobre la organización política*, editado por Ana Luisa Izquierdo y de la Cueva, pp.123-149. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Anaya Hernández Armando, Stanley P. Guenter y Marc U. Zender

2003. Sak Tz'í'. A Classic Maya Center: A Locational Model Base on GIS and Epigraphy. *Latin American Antiquity*, 14(2):179-191.

Anschuetz Kurt F, Richard Wilshusen y Cherie Sheick

2001 An Archaeology of Landscapes: Perspectives and Directions. *Journal of Archaeological Research* 9(2):157-211.

Araneda C. Edgardo

2002 Uso de Sistemas de Información Geográficos y Análisis Espaciales en Arqueología: proyecciones y limitaciones. *Estudios Atacameños* 22:59-76.

Arroyo Luis A.

1999 La Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica en el uso de la tierra. En *Memoria del XI Congreso: vol 1. Aspectos Sociales Económicos y Políticos*, editado por Bertsch Hernández, F.; Rivero Coto, G.; Mojica Betancur, F. y Badilla Arroyo, L., pp.237-248. Colegio de Ingenieros Agrónomos, Costa Rica.

Baena Presysler Javier

2003 La Arqueología peninsular y los SIG: presente y futuro. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet* 5(1). <http://webs.ucm.es/info/arqueoweb/numero-5-1.html#5-1>, accedido 19 de octubre de 2020.

Blom Frans y Oliver La Farge

1986 *Tribus y templos*. Instituto Nacional Indigenista, México.

Blom Frans

1988 *John Geddings Gray Expedición Memorial. Informe preliminar*. Patronato Fray Bartolomé de las Casas, A.C., San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

Brandt R., Groenewoudt B. y K. Kvamme

1992 An Experiment in Archaeological Site Location: Modeling in the Netherlands using GIS Techniques. *World Archaeology* 24(2):268-282.

Braswell, Geoffrey E.,

2014 Producción y comercio. Historia General de Yucatán. La civilización maya yucateca. Quezada, Sergio; Fernando Robles Castellanos y Anthony P. Andrews (coord.), Universidad Autónoma de Yucatán: Mérida, pp. 187-205.

Bullard William R. Jr.

1965 Ruinas ceremoniales mayas en el curso Inferior del río Lacantún, México. *Estudios de Cultura Maya* 5:41-54.

Cano Castellanos Ingreet J.

2019 Las ANP Federales de Chiapas. En Estudios sobre el cumplimiento e impacto de las recomendaciones generales, informes especiales y pronunciamientos de la CNDH (2012-2017) TOMO VI. Áreas naturales protegidas y Derechos Humanos, editado por Comisión Nacional de Derechos Humanos y Universidad Autónoma de México. UNAM-CNDH, México. <https://www.cndh.org.mx/documento/estudio-sobre-el-cumplimiento-e-impacto-de-las-recomendaciones-generales-informes-0>, accedido 25 de julio de 2021.

Carabias Julia, Javier de la Maza y Rosaura Cadena (editores)

2015 Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. Natura y Ecosistemas Mexicanos, 2015, México.

Chapa Brunet María T., Antonio Uriarte González, Juan M. Vicent García, Victorino Mayoral Herrera y Juan Pereira Sieso

2003 Propuesta metodológica para una prospección arqueológica sistemática: el caso del Guadiana Menor (Jaén, España). *Trabajos de Prehistoria* 60(1):11-34.

Criado Boado Felipe

1996 La Arqueología del Paisaje como programa de gestión integral del Patrimonio Arqueológico. *PH, Boletín Andaluz del Patrimonio Histórico* (14):15-19. <https://doi.org/10.33349/1996.14.288>, accedido el 19 de octubre de 2020.

1999 Del terreno al espacio: planteamientos y perspectivas para la Arqueología del Paisaje. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Cruz Lara Laura E., Consuelo Lorenzo, Lorena Soto, Eduardo Naranjo y Neptalí Ramírez Marcial

2004 Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20(1):63-81.

Demarest Arthur y Federico Fahsen

2003 Nuevos datos e interpretaciones de los reinos occidentales del Clásico Tardío: Hacia una visión sintética de la historia Pasión/Usumacinta. En XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002; 160-176, J. P. Laporte, B. Arroyo y H. Escobedo (eds). Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

De la Maza Javier

2015 Caracterización de la subcuenca del río Lacantún. En *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*, editado por Carabias, Julia; de la Maza, Javier y Cadena, Rosaura, pp. 79-86. Natura y Ecosistemas Mexicanos, 2015, México.

De Vos Jan

2003 Viajes al Desierto de la Soledad: Un retrato hablado de la Selva Lacandona. Miguel Ángel Porrúa, Distrito Federal, México.

De Vos Jan y Marie-Odile Marion

2015 Colonización de la Selva Lacandona. En *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*, editado por Carabias, Julia; de la Maza, Javier y Cadena, Rosaura, pp.35-43. Natura y Ecosistemas Mexicanos, 2015, México.

Del Bosque González Isabel, Carlos Fernández Freire, Lourdes Forero-Martín Morente y Esther Pérez Asensio

2012 Los Sistemas de Información Geográfica y la investigación en Ciencias Humanas y Sociales. Confederación Española de Centros de Estudios Locales, España.

Ebert David

2004 Applications of Archaeological GIS. *Canadian Journal of Archaeology/Journal Canadien D' Archéologie* 28(2):319-341.

Environmental System Research Institute (ESRI)

2016 ¿Qué son los sistemas de coordenadas proyectadas?
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-projected-coordinate-systems.htm>, accedido 04 de febrero de 2021.

2016 Qué son los sistemas de coordenadas geográficas.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-geographic-coordinate-systems.htm>, accedido 04 de febrero de 2021.

2018 Sistemas de medición: valores y lo que representan.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/spatial-analyst/performing-analysis/values-and-what-they-represent.htm#GUID-912ED1DB-A825-49C8-93A8-980EDA392301>, accedido 26 de marzo de 2021.

Escobedo, Héctor L. y Stephen D. Houston

2002 Arqueología e historia en Piedras Negras, Guatemala: síntesis de las temporadas de campo. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001*, editado por J.P Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo, pp.135-144. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
Fernández Cacho Silvia

2009 Bases conceptuales y metodológicas de los modelos predictivos en Arqueología. En *MAPA, Modelo Andaluz de predicción arqueológica*, editado por Junta de Andalucía, pp.8-32. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, España.

Fernández Cacho Silvia y José M. Rodrigo Cámara

2009 Modelo predictivo y gestión del patrimonio arqueológico en Andalucía. En *MAPA, Modelo Andaluz de predicción arqueológica*, editado por Junta de Andalucía, pp.259-278. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, España.

Fernández Fernández Jesús

2010 Modelo predictivos y SIG. Algunos ejemplos de su aplicación en Arqueología: los asentamientos fortificados del Valle del Trubia (Asturias, España). *Mapping* 140:76-82.

Fuentes Aguilar Luis y Consuelo Soto Mora

1992 Colonización y deterioro de la Selva Lacandona. *Revista Geográfica* 116:67-84.

García E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

1998 “Climas (clasificación de Köeppen, modificado por García)” Escala 1:1 000 000. México.

Foias Antonia

2003 Perspectivas teóricas en las dinámicas del estado Clásico maya: resultados preliminares del Proyecto ECO-arqueológico Motul de San José, 1998-2003. *Mayab* 16:15-32.

García Bárcena Joaquín, Roberto García Moll, Daniel Juárez Cossío, Diana Santamaria y Ricardo Velázquez Valdez

1986 Tres sitios arqueológicos en Chiapas, El Palma, Agua Escondida y El Cafetal. Cuaderno de Trabajo. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

García Juárez Sara I.

2015 *La Historia de Piedras Negras a través de sus inscripciones jeroglíficas: auge y ocaso del linaje de Las Tortugas*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México. <http://132.248.9.195/ptd2016/enero/0739364/Index.html>, accedido 13 de octubre de 2020.

García Moll Roberto

2003 *La Arquitectura de Yaxchilán*. CONACULTA-INAH, México.

2007 Yaxchilán, Chiapas. Arqueología: Diálogos con el pasado. Instituto de Antropología e Historia-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.

García Moll Roberto y Daniel Juárez Cossio

1986 *Yaxchilán. Antología de su descubrimiento y estudios*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

García Moreno Alejandro

2010 Patrones de asentamiento y ocupación del territorio en el Cantábrico Oriental al final del Pleistoceno. Una aproximación mediante SIG. Tesis doctoral, Departamento de Ciencias Históricas, Universidad de Cantabria, Santander.

García Sanjuán Leonardo

2004 La prospección arqueológica de superficie y los SIG. En *Actas del I Encuentro Internacional de Informática Aplicada a la Investigación y la Gestión Arqueológica: 5-7 de mayo, 2003*, editado por Martín de la Cruz, J.C. y Lucena Martín, A.M., pp.185-210. Universidad de Córdoba, Córdoba.

García Sanjuán Leonardo, David W. Wheatley, Patricia Murrieta Flores y Joaquín Márquez Pérez
2009 Los SIG y el análisis espacial en arqueología. Aplicaciones en la prehistoria reciente del sur de España. Universidad de Sevilla, España.

Gobierno del Estado de Chiapas

2014 Programa regional de desarrollo 2013-2018. Región XII Selva Lacandona. Chiapas, México.

Golden Charles y Andrew Scherer

2006 Border Problems: Recent Archaeological Research along the Usumacinta River. *The PARI Journal* 7(2):1-16.

Golden Charles, Andrew K Scherer. y Rosaura Vásquez (editores)

2006 Proyecto Regional Arqueológico Sierra del Lacandón. Informe preliminar No. 4. Informe presentado a la dirección general del patrimonio cultural y natural de Guatemala. Guatemala.

Golden Charles, Andrew K. Scherer, A. René Muñoz y Rosaura Vásquez

2008 Piedras Negras and Yaxchilán: Divergente Political Trajectories in Adjacent Maya Polities. *Latin American Antiquity* 19(3):249-274.

Golden Charles, Andrew Scherer, Rosaura Vázquez, Ana Lucía Arroyave, Fabiola Quiroa, Betsy Marzahn-Ramos, René Muñoz, Dámaris Méndez, Claudia Valenzuela, Selket Callejas y Mauro Montejo

2008 Rutas de transporte, relaciones política e intercambio económico entre Piedras Negras y Yaxchilán durante el periodo Clásico. En *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007*, editado por Laporte J.P., Bárbara Arroyo y H. Mejía, pp.725-743. Museo de Arqueología y Etnología Guatemala.

Golden Charles, Andrew K. Scherer, Stephen Houston, Whittaker Schroder, Shanti Monrell-Hart, Socorro del P. Jiménez Álvarez, George Van Kollias, Moisés Yerath Ramiro Talavera, Mallory Matsumoto, Jeffrey Dobereiner y Omar Alcover Firpi

2020 Centering the Classic Maya Kingdom of Sak 'Tz'í?. *Journal of Field Archaeology* 45(2):67-85. <https://doi.org/10.1080/00934690.2019.1684748>, accedido 14 de octubre de 2020.

González Moreno Ángela y Patricia Fournier

2006 Entre el San Pedro Mártir y el Usumacinta: reconstrucción de las redes de interacción de las entidades políticas el Clásico con base en los patrones de distribución de bienes de prestigio en San Claudio, Tabasco. En *Perspectivas de la investigación arqueológica, volumen II, Homenaje a Gustavo Vargas Martínez*, editado por Patricia Fournier y A. Villalobos, pp.213-243. CONACULTA- INAH-ENAH-PROMEP, México.

Gordillo Inés

2014 La noción de paisaje en arqueología. Formas de estudio y aportes al patrimonio. *Jangwa Pana* 13:195-208.

Gutiérrez Puebla Javier, Michael Gould, Juan C. García Palomares, Eduardo Rodríguez Núñez, José Carpio Pinedo, Jaime Díaz Pacheco, Gustavo Romanillo Arroyo, Miguel Vía García y ESRI
2013 Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y al software ArcGis. Universidad Nacional del Nordeste, España.

Houston Stephen, Héctor Escobedo, Mark Child, Charlen Golden y René Muñoz
2000 El inicio de una ciudad maya: una perspectiva desde Piedras Negras, Guatemala. En *Investigadores de la Cultura Maya* Vol.8 (I), pp.9-27. Universidad Autónoma de Campeche, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

2004 Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. INEGI, México.

2005 Guía para la interpretación de cartografía climatológica. INEGI, México.

Jiménez Álvarez Socorro del P., Charles Golden y Andrew Scherer

2013 La cerámica del periodo clásico tardío procedente de la región entre los ríos Chocolja y Busija. En el río Usumacinta medio de Chiapas, México. En *Los investigadores de la cultura maya* Vol. 22(2), pp.181-199. Universidad Autónoma de Campeche, México.

Juárez Cossío, Daniel

2018 Yaxchilán: paisaje, arquitectura y memoria. En *Un patrimonio universal, las pirámides de México cosmovisión, cultura y ciencia*, editado por Sánchez Nava Pedro Fransico, pp. 353-357. INAH, Secretaria de Cultura y Gobierno del Estado de México, Cuernavaca.

Lazcano Barrero Marco A., Ignacio J. March y Miguel A. Vázquez Sánchez

1992 Importancia y situación actual de la Selva Lacandona: perspectivas para su conservación. En *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*, editado por Vázquez Sánchez, M.A., y Ramos M.A, pp.393-437. Ecosfera, México.

Lobato Rodolfo

1988 Terrazas prehispánicas en la Región del Río Usumacinta y su importancia en la agricultura maya. *Estudios de la Cultura Maya* 17:19-58.

López López Daniel y Aurora Tórres Gómez

2017 ¿Cuáles son los componentes del dato geoespacial?
<http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/181>, accedido 04 de febrero de 2021.

López Romero Elías y González de Aleja

2008 Modelos Predictivos para el estudio del Neolítico: aplicación del análisis de regresión simple y análisis discriminante al megalitismo de la cuenca del Server (España-Portugal). En *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, editado por Hernández Pérez, M. Severo y Soler Díaz, J.A., pp.275-280. Museo Arqueológico de Alicante, España.

López Romero Raúl

2005 Cálculo de Rutas Óptimas mediante SIG en el Territorio de la Ciudad Celtibérica de Segeda. Propuesta Metodológica. *SALDIVE* 5:95-111.

Lozada Toledo Josuhé

2017 El arte rupestre y la temporalidad del paisaje en laguna Mensabak y laguna Pethá, Chiapas. Tesis doctoral, Posgrado en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Lozada Toledo Josuhe; Gloria Santiago y Julia Moscoso

2017 Esquemas de producción, circulación y consumo de artefactos líticos y figurillas cerámicas de Bonampak, Chiapas. En *Los investigadores de la cultura maya, el comercio y otros temas*, María del Rosario Carrasco Domínguez, Miriam Judith Gallegos Gómora, Ricardo Armijo Torres y Miriam Edith León Méndez (eds), Universidad Autónoma de Campeche, Campeche: 87-110.

March Mifsut y Marco Castro

2010 La Cuenca del Río Usumacinta: perfil y perspectivas para su conservación y desarrollo sustentable. En *Las cuencas hidrográficas de México*, editado por Cotler Ávalos, H., pp.193-197. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arrote, México.

Martos López Luis Alberto

2005 Plan de Ayutla: un centro político del Alto Usumacinta. *Lakamha'*: Boletín Informativo del Museo de Sitio y Zona Arqueológica de Palenque 3(14):3-8.

2009 The Discovery of Plan de Ayutla, Mexico. *Maya Archaeology* 1:60-75.

Martin Simón y Nikolai Grube

2002 *Crónicas de los reyes y reinas mayas*. La primera historia de las dinastías mayas. Crítica, Barcelona.

Marshall Amanda y Tara Bond.

2004 Forst St. James Forest District Archaeological Predictive Model Revision Project: Final Report. ECOFOR Consulting Lt., Canada.

Mathews Peter Lawrence

1997 *La escultura de Yaxchilán*. Traducido por Saborit Antonio. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Mayer Karl Herbet

2005 La pintura mural maya de Canancax y Canancax-Sib, Chiapas. *La pintura Mural Prehispánica en México: Boletín Informativo* 21(22):48-58.

Mumary Farto

2011 Economía y política, factores de cambio en la sociedad clásica maya. Un acercamiento desde las perspectiva de Calakmul. *Historia Abierta* 2:171-183.

Navarro Castillo Marx

2015 Proyecto Arqueológico Rancho Ojo de Agua en la Periferia de Centro Clásicos Mayas. Informe de la Temporada de Campo 2015 y Solicitud de Permiso para Mayo 2016.

2017 Proyecto Arqueológico Rancho Ojo de Agua en la Periferia de Centro Clásico Mayas. Informe de la Segunda Temporada de Campo 2017.

Negré Pérez Joan

2012 Implementación de redes neuronales artificiales en el diseño de modelos predictivos de expectativa arqueológica. *Mapping* 23(165):4-16.

Núñez Ocampo, Rubén de Jesús

2015 Peregrinaciones mayas hacia las cuecas y montañas sagradas: el caso específico de Metzabok, Chiapas, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Olaya Victor

2014 Sistemas de Información Geográfica. España.

Paillés Mari C.

1978 Informe de la primera temporada de campo en Bonampak, México. Manuscrito en el archivo técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, INAH.

Palacios Enrique J.

1928 En los confines de la Selva Lacandona: Exploraciones en el Estado de Chiapas, mayo-agosto de 1926. Talleres Gráficos de la Nación, México D.F.

Palka Joel W.

1996 Sociopolitical Implications of a New Emblem Glyph and Place Name in Classic Maya Inscriptions. *Latin American Antiquity* 7(3):211-227.

Palka Joel W., Fabiola Sánchez Balderas, Ian Hollingshead, Rebecca Deeb y Nam Kim

2008 Recorrido arqueológico en Mensabak, Chiapas y los mayas postclásicos e históricos en las Tierras Bajas. En *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007*, editado por Laporte, J.P.; Arroyo, B. y Mejía, H, pp.808-835. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Palka Joel y A. Fabiola Sánchez Balderas

2012 Sitios sagrados de los mayas posclásicos e históricos en Mensabak, Selva Lacandona, Chiapas, México. En *Arqueología reciente de Chiapas: contribuciones del encuentro celebrado en el 60° aniversario de la Fundación Arqueológica Nuevo Mundo*, editado por Lynne S. Lowe y Mary E. Pye, pp.1-20. New World Archaeological Foundation, Estados Unidos de Norte América.

Palka Joel W. y Josué Lozada Toledo

2018 El periodo posclásico en Chiapas y sus sitios arqueológicos más representativos. En *Historia de Chiapas. Época Prehispánica*, pp.98-120. Entretejas, México.

Pastor Sebastián, Patricia Murrieta Flores y Leonardo García Sanjuán

2013 Los SIG en la arqueología de habla hispana. Temas, técnicas y perspectivas. *COMECHINGONLA. Revista de Arqueología* 17:9-29.

Pérez Robles Griselda

2006 La Secuencia Cerámica del Periodo Preclásico en Piedras Negras, Petén. Tesis de licenciatura, Escuela de Historia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Miguel Á. Pinkus Rendón

2010 Aproximación a la historia ambiental de las riberas del Usumacinta en Tabasco. En *Paisajes de Río, Ríos de Paisajes. Navegaciones del Usumacinta*, editado por Ruz, Mario Humberto, pp.31-78. UNAM, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, México.

Renfrew, Colin y Bahn, Paul

2007 Arqueología. Teorías, métodos y prácticas. Akal: Madrid.

Rivero Torres Sonia E.

1993 Dos sitios preclásico en la Selva Lacandona, Chiapas. *Arqueología* 9-10: 73-89.

Rodríguez Lloret Jesús y Rosa Olivella

2010 Introducción a los sistemas de información geográfica. Conceptos y operaciones fundamentales. Universidad Oberta de Catalunya, España.

Romero Rodríguez Luis Alberto, Jorge Mario Monterroso Grajeda, David Ricardo del Cid Castillo y Mauro Arnoldo Montejo Díaz

2010 Los Monumentos de Piedras Negras, Historia del Reino de los Señores Tortuga. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Sciana Andrea y Benedetto Villa

2011 GIS Applications in archaeology. *Archeologia e Calcolatori* 22:337-363.

Houston Stephen, Héctor Escobedo, Mark Child, Charles Golden y René Muñoz

2001 Crónica de una muerte anunciada: los años finales de Piedras Negras. En *Reconstruyendo la ciudad maya: el urbanismo en las sociedades antiguas*, editado por Ciudad Ruiz Andrés, María Josefa Iglesias Ponce de León, María del Carmen Martínez Martínez, pp.65-94. Sociedad Española de Estudios Mayas, España.

Sánchez Alaniz Juan I.

1991 Expediente técnico de la zona arqueológica de Bonampak, Chiapas. México: Mecanuscrito en la Subdirección de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas, INAH.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)

2000 Programa de manejo Reserva de la Biósfera Montes Azules. México. Instituto Nacional de Ecología, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

2008 Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008. Compendio de estadísticas ambientales. México.

Sheseña Alejandro y Ángel Sánchez Gamboa

2019 El sitio arqueológico de Santoton, Ocosingo, Chiapas, México. Nuevos Datos. *Contributions to Mesoamerican Studies* 7. Documento electrónico, <https://brucelove.com/research/contribution-007/>, accedido el 14 de noviembre de 2021.

Sheseña Alejandro, Josué Lozada, Alejandro Tovalín y Francisco Cruz

2021 Rutas de Comunicación Prehispánicas y Geopolítica en las Montañas del Norte de Chiapas, México. *Ancient Mesoamerica*: 1-13.

Silva de la Mora Flavio G.

2009 Caminos en las Tierras Bajas Noroccidentales. Sicix Bábih en el Hinterland de Palenque y Chinikihá.

Taladoire Eric

2014 Towards a reevaluation of the Toniná Polity. *Estudios de Cultura Maya* 46:45-60.

2017 El Territorio de Tonina, Chiapas. *Journal de la société des américanistes* 103-2:141-173. DOI: 10.4000/jsa.15200, accedido el 19 de noviembre de 2021.

Tilley Christopher

2004 The Materiality of Stone. Explorations in Landscape Phenomenology: 1. BERG, Oxford.

Tovalín Alejandro, Víctor Ortiz y Fernanda Corrales

2006. Sitio Arqueológico Lacanhá, Municipio de Ocosingo, Chiapas. Primeros resultados de campo. En *Los investigadores de la Cultura Maya* Vol. 14 (1), pp.279-296. Universidad Autónoma de Campeche, México.

Tovalín Ahumada Alejandro

2000 La Estela 2 del sitio arqueológico Dos Caobas, Chiapas, México. En *XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1999*, editado por Laporte, J.P.; Escobedo, H.; Arroyo, B. y de Suasnávar A.C., pp.428-435. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

2019 La organización social de Bonampak a través del patrón de asentamiento. CONECULTA, México.

Tovalín Alejandro, Adolfo Velázquez de León C., Laura Aranda Chávez

2017 Las redes comerciales de Bonampak a diferentes escalas, vistas a través de la cerámica y los materiales de concha. En *Los investigadores de la Cultura Maya. El Comercio y otros temas*, editado por María del Rosario Domínguez Carrasco, Miriam Judith Gallego Gómora, Ricardo Armijo Torres y Miriam Edith León Méndez, pp.71-85. Universidad Autónoma de Campeche, México.

Tovalín Ahumada Alejandro

2007 Aspecto de la arquitectura de la Gran Plaza de Bonampak y diversos alcances en los estudios en el nivel regional del Proyecto Arqueológico Bonampak.

Tovalín Ahumada Alejandro, Víctor Manuel Ortiz Villareal y Adolfo Velázquez de León C.

2004 Región norte del valle del Río Lacanhá, Chiapas. *Bolom. Revista del Centro de investigaciones Frans Blom* 1:55-89.

Trujillo Herrada Armando

2013 La teoría Dempster-shafer en la aplicación de modelos predictivos arqueológicos: El caso de la minería del cobre en Tierra Caliente, Michoacán, México. *Comechingonia, revista de Arqueología* 17:107-127.

2020 De pixeles a paisajes. Un análisis geoespacial de la tradición Teuchitlán. El Colegio Mexiquense, México.

Uriarte González Antonio

2005 Arqueología del Paisaje y Sistemas de Información Geográfica: una aplicación en el estudio de las sociedades protohistóricas de la cuenca del Guadiana Menor (Andalucía oriental). En *Bronce Final y Edad de Hierro en la Península Ibérica*, editado por Cancelo, Carlos; Esparza Arroyo, Ángel y Blanco, Antonio, pp.603-621. Ediciones Universidad de Salamanca, España.

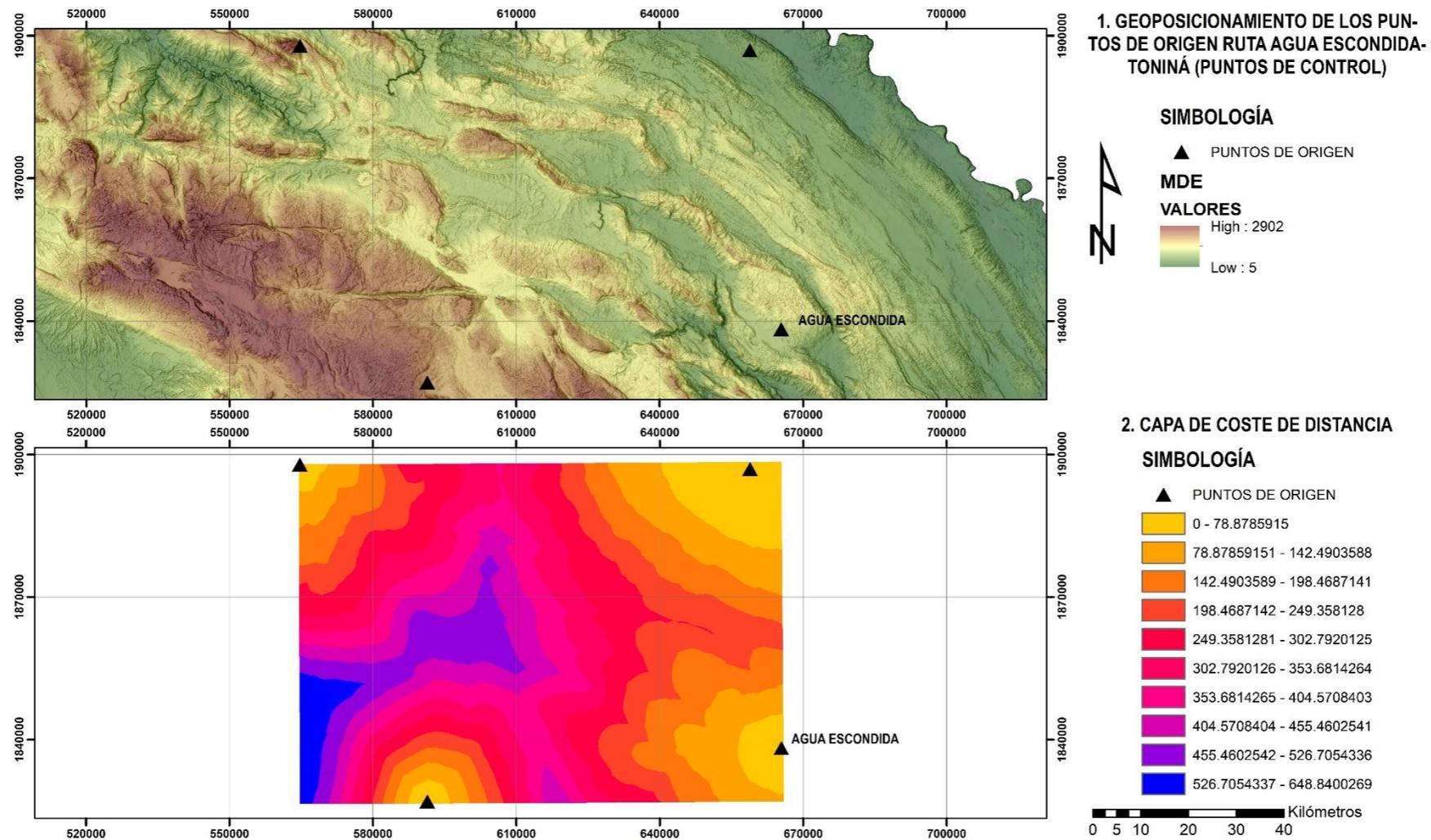
Vegas Villalobos María Elena

2008 La composición dinástica de Yaxchilán durante el reinado de Yaxuun B' ahlam IV. *Estudios de Cultura Maya* 31:17-44.

2017 El gobernante maya. Historia documental de cuatro señores del periodo clásico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, Fidecomiso Felipe Teixidor y Monserrat Alfau de Teixidor, México.

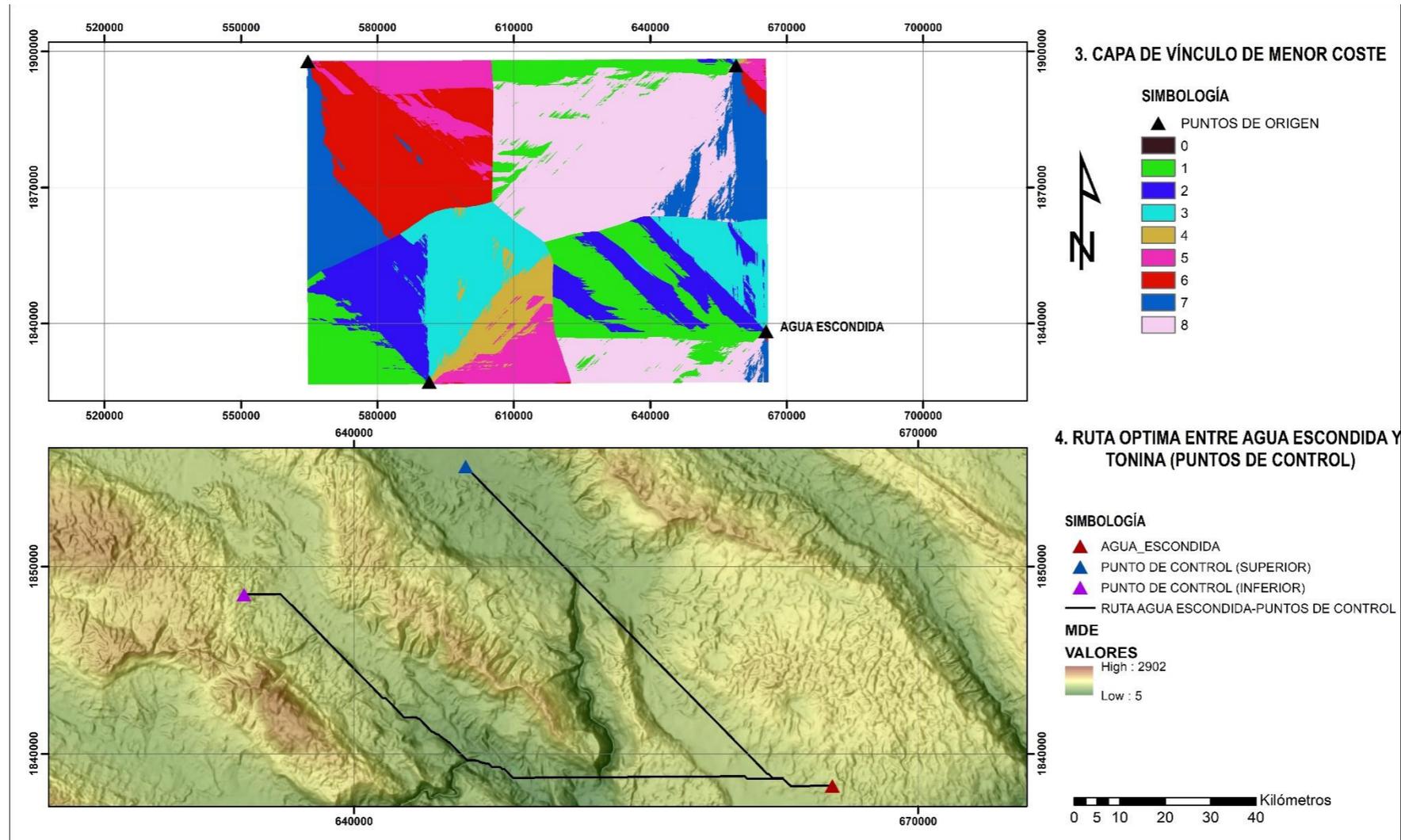
ANEXO 1

Figura 21. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida -Toniná (puntos de control; Sección 1 y 2)



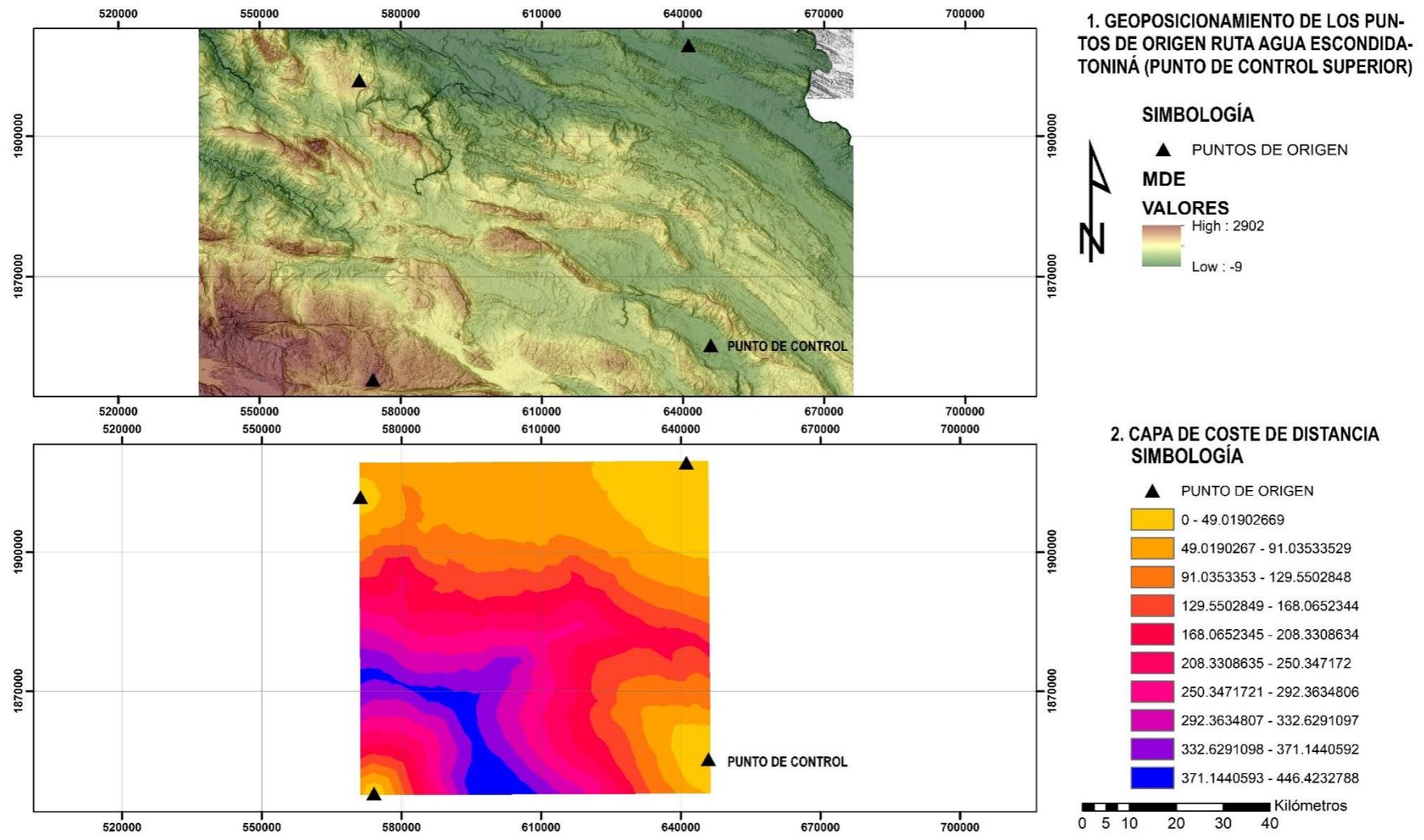
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (puntos de control; Sección 3 y 4)



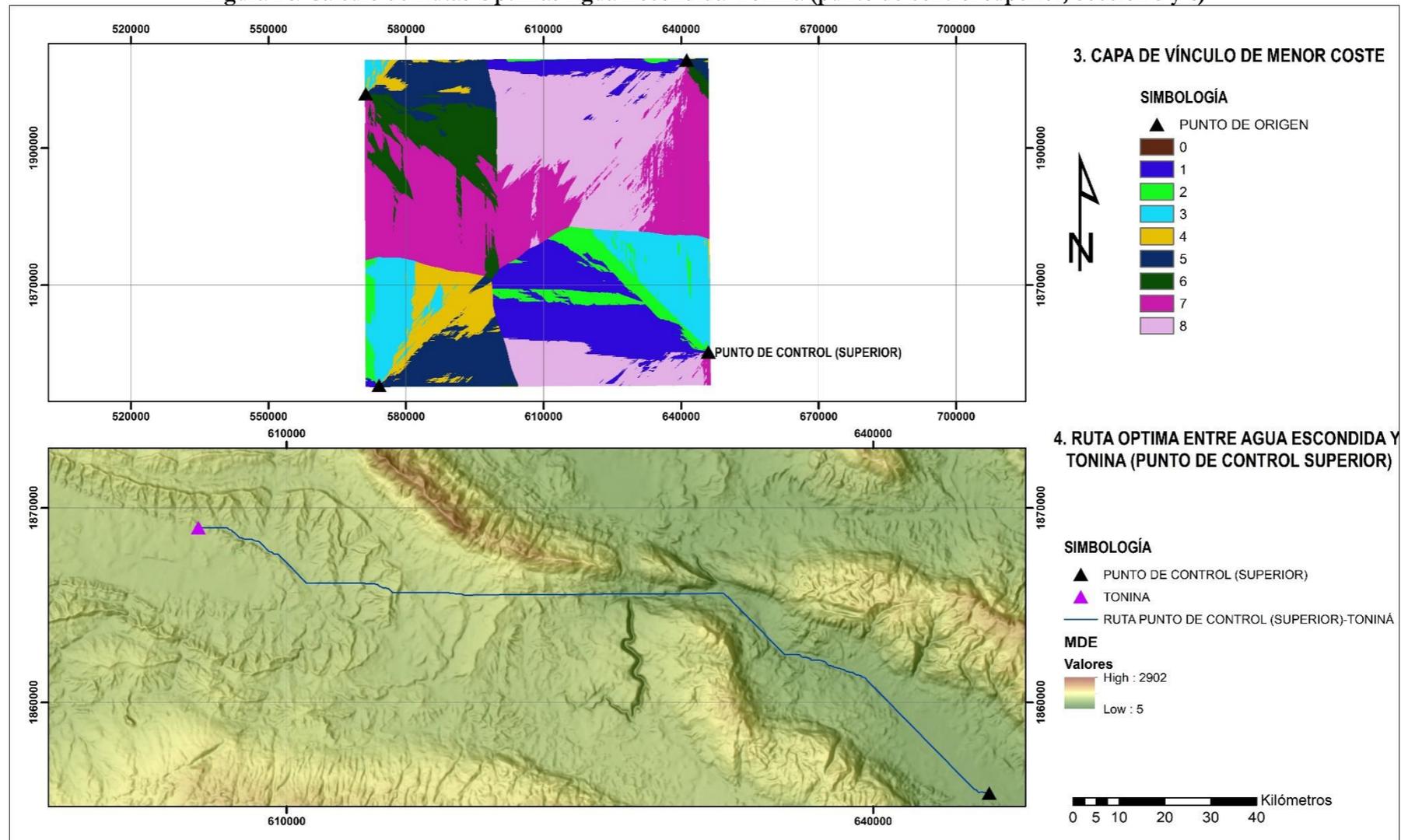
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida- Toniná (punto de control superior; Sección 1 y 2)



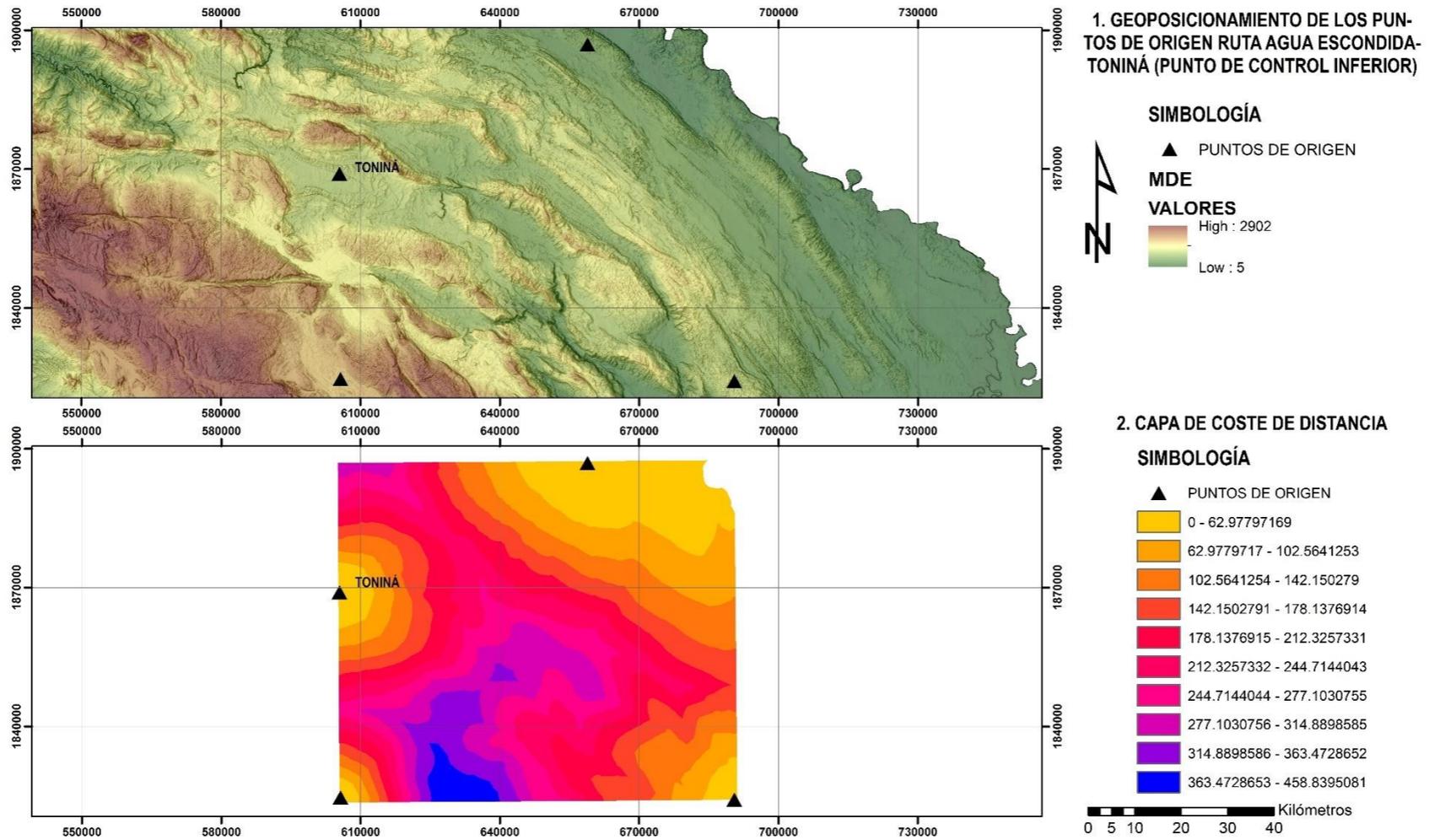
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (punto de control superior; Sección 3 y 4)



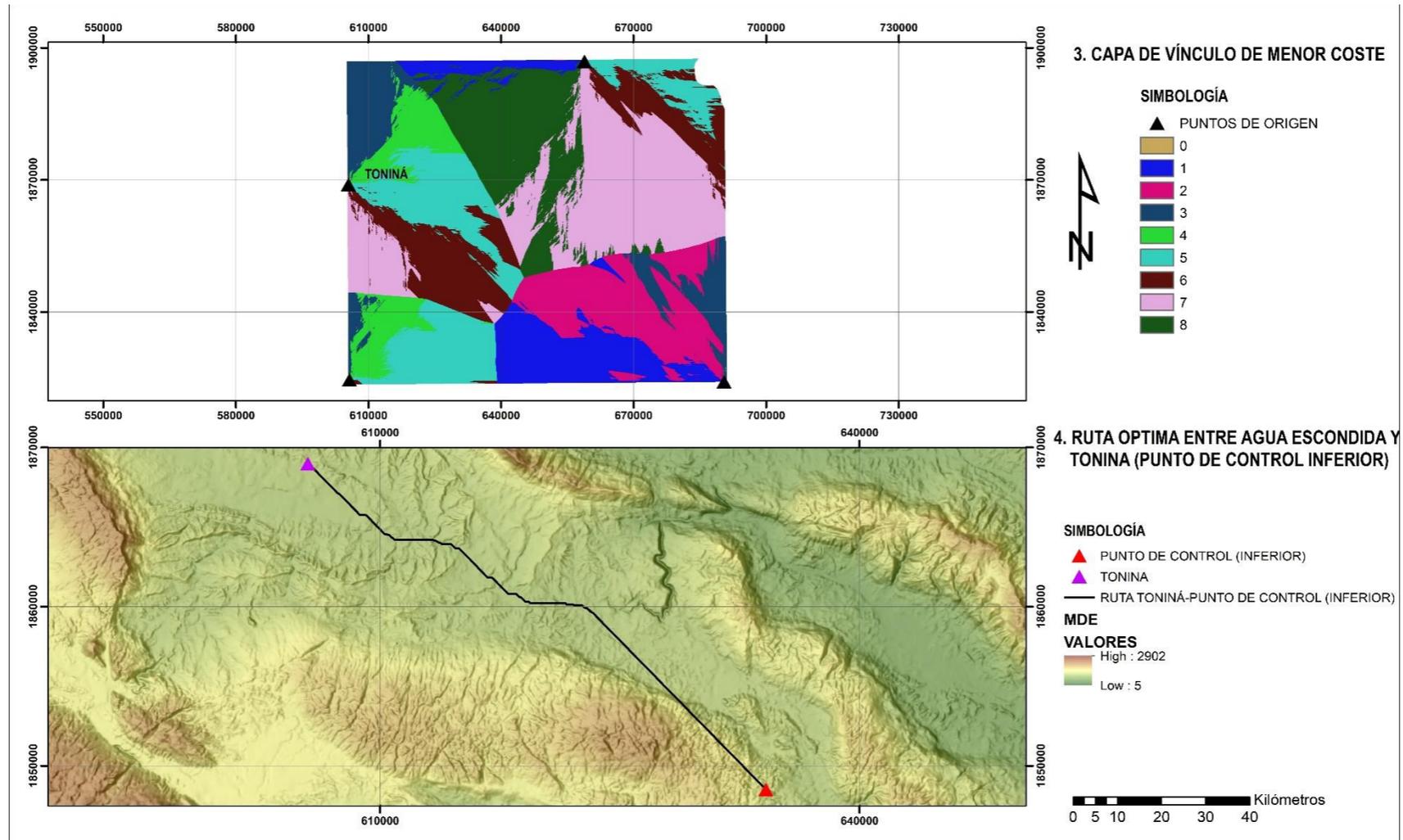
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (punto inferior; Sección 1 y 2)



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Cálculo de Rutas Óptimas Agua Escondida-Toniná (punto de control inferior; Sección 3 y 4)



Fuente: elaboración propia.