

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
IIHAA – ESCUELA DE HISTORIA**

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE CULTURA,
PENSAMIENTO E IDENTIDAD DE LA SOCIEDAD GUATEMALTECA



CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES
MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN
CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO:
PROPUESTA TÉCNICA PARA SU CONTROL
SITIO ARQUEOLÓGICO NAKUM

NUEVA GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN
NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
IIHAA – ESCUELA DE HISTORIA

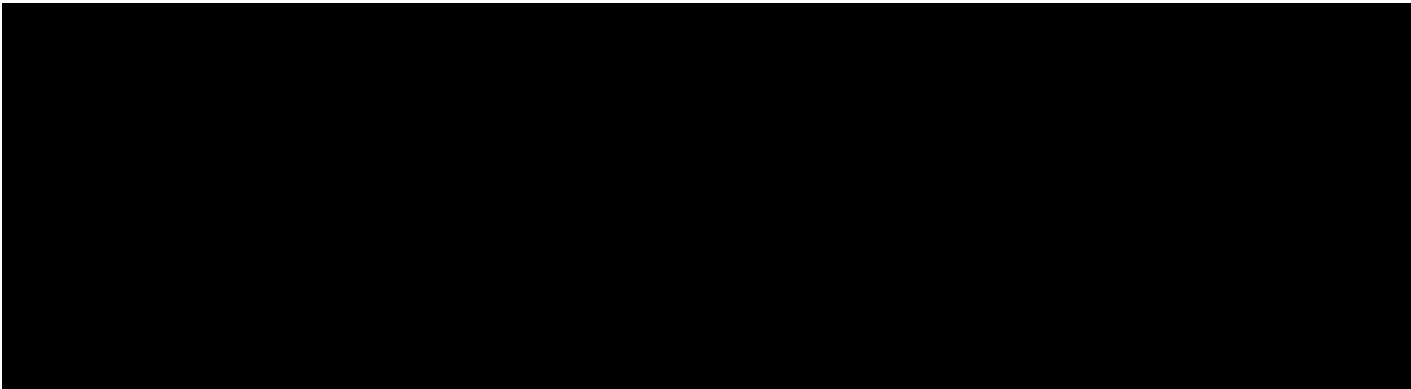
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE CULTURA,
PENSAMIENTO E IDENTIDAD DE LA SOCIEDAD GUATEMALTECA



CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES
MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN
CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO:
PROPUESTA TÉCNICA PARA SU CONTROL
SITIO ARQUEOLÓGICO NAKUM

Nombre	Categoría	Registro personal	Firma
Lic. Daniel Aquino Lara	Coordinador del Proyecto	20020521	
Edy Alejandro Barrios Villar	Auxiliar de Investigación II	20090831	
María Victoria Ríos Gálvez	Auxiliar de Investigación II	20070254	
Carlos Alberto Espigares	Auxiliar de Investigación I	20091177	

NUEVA GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN
NOVIEMBRE DE 2009



El Proyecto de Investigación "*Crecimiento y distribución de organismos vegetales menores en la arquitectura prehispánica y su relación con el deterioro del Patrimonio Cultural edificado: propuesta técnica para su control. Sitio arqueológico Nakum*" se ha hecho realidad gracias al co-financiamiento de la Dirección General de Investigación USAC, por medio de la asignación **2009 DIGI-USAC 4.8.63.3.18**, que tuvo como principal contrapartida el apoyo material y humano de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural a través de la administración del Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranja, en alianza público-privada con la Asociación para el Desarrollo Pop Na, con sede en Flores, Petén. El aval académico se obtuvo del Instituto de Investigaciones Históricas, Antropológicas y Arqueológicas de la Escuela de Historia USAC. También fue fundamental el apoyo técnico-científico del laboratorio USCG-CECON, Herbario del Centro de Estudios Conservacionistas USAC, laboratorio que nos apoyó durante la fase de identificación y registro de los organismos vegetales menores.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	04
RESUMEN	06
INTRODUCCIÓN	08
ANTECEDENTES	11
<i>Investigación y restauración de Nakum</i>	
<i>Identificación y control de los crecimientos vegetales menores</i>	
1. Marco Metodológico	14
1.1 Justificación	14
1.2 Objetivos	16
1.3 Metodología	16
<i>Etapa 1. Investigación documental y diseño de fichas de registro</i>	
<i>Etapa 2. Selección de las muestras y registro arqueológico</i>	
<i>Etapa 3. Registro biológico e identificación de especies</i>	
<i>Etapa 4. Registro de deterioros y aplicación de compuestos</i>	
<i>Etapa 5. Recopilación de información e interpretación de resultados</i>	
2. Marco Teórico	20
2.1 Tierras Bajas Centrales Mayas	20
<i>Geografía Política</i>	
<i>Historia Cultural Prehispánica</i>	
<i>Arquitectura Maya Clásica</i>	
2.2 Sitio Arqueológico Nakum	32
<i>Contexto Geográfico y Medioambiental</i>	
<i>El asentamiento prehispánico</i>	
<i>Secuencia de ocupación</i>	
<i>Tecnología constructiva</i>	
2.3 Organismos vegetales menores	48
<i>Algas</i>	
<i>Cianobacterias</i>	
<i>Briofitas</i>	
<i>Líquenes</i>	
2.4 Conservación del Patrimonio Cultural	58
<i>Criterios Técnicos y Legislación</i>	
<i>Factores de Alteración y Deterioros</i>	
<i>Biodeterioro</i>	
3. Resultados	68
3.1 Análisis Arqueológico	68
<i>Arquitectura expuesta de Nakum</i>	

<i>Áreas de investigación</i>	
<i>Monitoreo ambiental</i>	
3.3 Análisis biológico	85
<i>Campo</i>	
<i>Gabinete</i>	
3.4 Diagnóstico de conservación	96
<i>Caracterización de deterioros</i>	
<i>Pruebas de conservación preventiva</i>	
4. Discusión de resultados	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	126
1. Catálogos Generales 2009	
2. Ficha de Registro Arqueológico	
3. Ficha de Registro Biológico	
4. Ficha de Control de Muestras	
5. Ficha de Diagnóstico de Conservación	
6. Ficha de Aplicación de Pruebas	
7. Ficha de Monitoreo Ambiental	
8. Contenido de Material Digital (CD: Proyecto 2009 DIGI –USAC 4.8.63.3.18).	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 01. Arquitectura expuesta de Nakum, Acrópolis Sur	12
Figura 02. Edificio G Acrópolis Sur de Nakum	14
Figura 03. Templo I de Tikal	16
Figura 04. Tierras Bajas Centrales Mayas	20
Figura 05. Organización política regional Maya	22
Figura 06. Distribución de sitios arqueológicos	33
Figura 07. Idealización sector sur, Nakum	35
Figura 08. Idealización secuencia Ed. E, Nakum	39
Figura 09. Idealización Acrópolis Sur de Nakum	42
Figura 10. Crecimiento de alga verdeazulada, Tikal	49
Figura 11. Ciclo de vida de las briofitas	55
Figura 12. Distribución de áreas seleccionadas, exteriores Sur	79
Figura 13. Distribución de áreas seleccionadas, exteriores Norte	80
Figura 14. Distribución de áreas seleccionadas, interiores	80
Figura 15. Cianobacteria <i>Lyngbya sp.</i>	90
Figura 16. Alga <i>Trentepohlia sp.</i>	91
Figura 17. Liqueen <i>Graphis sp.</i>	92
Figura 18. Liqueen <i>Lepraria sp.</i>	93
Figura 19. Briofita <i>Barbula indica</i> (Hooker)	93
Figura 20. Briofita <i>Hyophila involuta</i> (Hooker) A. Jaeger	94

Figura 21. Briofita Trichostomum sp.	95
Figura 22. Briofita Riccia sp.	95

CUADROS

Cuadro 01. Tipología arquitectónica de Nakum	68
Cuadro 02. Sustratos en áreas seleccionadas	78
Cuadro 03. Orientación de áreas seleccionadas	79
Cuadro 04. Temperatura ambiental 1990 – 2008. Flores, Petén	82
Cuadro 05. Variabilidad calórica en áreas seleccionadas	83
Cuadro 06. Precipitación pluvial 1990 – 2008. Flores, Petén	84
Cuadro 07. Cobertura vegetal, cianobacterias	85
Cuadro 08. Cobertura vegetal, musgos	86
Cuadro 09. Cobertura vegetal, líquenes	86
Cuadro 10. Cobertura vegetal en exterior. Junio-Agosto-Septiembre	88
Cuadro 11. Diagnóstico de conservación, análisis físico	97
Cuadro 12. Diagnóstico de conservación, análisis biológico	98
Cuadro 13. Distribución de pruebas por contexto	99
Cuadro 14. Distribución de pruebas por Tipo	100
Cuadro 15. Distribución general de pruebas	100
Cuadro 16. Distribución de pruebas por sustrato	101
Cuadro 17. Eficacia y eficiencia de pruebas T-1	102
Cuadro 18. Eficacia y eficiencia de pruebas T-2	103
Cuadro 19. Eficacia y eficiencia de pruebas T-3	104
Cuadro 20. Eficacia y eficiencia de pruebas T-4	105
Cuadro 21. Eficacia y eficiencia de pruebas de conservación	109

TABLAS

Tabla 01. Diferencias morfológicas en esporofitos	52
Tabla 02. Diferencias morfológicas en talo	53
Tabla 03. Resultados del monitoreo medio ambiental	81

RESUMEN

En diversos sitios arqueológicos de Petén, se pueden apreciar más de 300 edificios prehispánicos expuestos, número que aumentará a causa de distintos proyectos de intervención, justificados en la búsqueda de alternativas de desarrollo económicas para la región, a través del turismo sostenible, sin embargo, las labores de conservación preventiva no se consideran con el mismo ímpetu. Todos las edificaciones exponen elementos arquitectónicos y urbanos de la antigua civilización Maya, elaborados con los materiales constructivos que se ven afectados por factores físicos, químicos y biológicos, conduciendo a la pérdida irreversible de nuestro patrimonio cultural edificado. El problema de la conservación integral de dichos elementos alcanza niveles complejos, lo que demanda largos periodos de investigación, análisis y evaluación. El presente estudio solamente pretende profundizar en uno de los factores de deterioro de los elementos arquitectónicos, conformado por diversos organismos vegetales menores, que crecen sobre las superficies expuestas de los edificios mayas, acelerando el proceso natural de degradación de la roca caliza y sus derivados.

Aunque en ocasiones anteriores se han realizado esfuerzos dispersos o esporádicos para el “*control*” de los crecimientos vegetales sobre la arquitectura maya de la Reserva de la Biosfera Maya, en ninguna ocasión se han sistematizado los procedimientos y actualmente se ha perdido la mayor parte de la información generada, con excepción del proyecto realizado en el sitio arqueológico Yaxha durante 2008, donde se estableció una metodología multidisciplinaria con el fin de contribuir a la conservación preventiva del Patrimonio Cultural Edificado. Está claro que la conservación de la arquitectura maya tiene una historia tan larga como la restauración, sin embargo, muchos esfuerzos de *mantenimiento técnico* o *conservación preventiva* realizados en sitios como Tikal y Uaxactún no han sido reportados de manera concreta, por lo que se han perdido las distintas metodologías empleadas a lo largo de 50 años, y peor aún, no se conocen los resultados obtenidos de las mismas aplicaciones. Dando seguimiento a los esfuerzos iniciados en el sitio arqueológico Yaxha, en esta ocasión también se involucró a un investigador especializado en botánica, con el fin de identificar científicamente los distintos organismos vegetales menores que crecen sobre la arquitectura maya de Guatemala, información fundamental para comprender el proceso de deterioro del patrimonio cultural edificado y proponer procedimientos de mitigación exitosos.

En tal sentido, se ha seleccionado el sitio arqueológico Nakum como el punto de estudio, puesto que cuenta con 34 edificios mayas de diversas características morfológicas, pero que comparten los mismos materiales y sistemas constructivos. Por otra parte, un factor importante para el planteamiento de la presente investigación es la considerable cantidad de características ecológicas, ambientales, materiales y contextuales que comparte con el sitio arqueológico Yaxha, investigado durante la temporada 2008, lo que nos permitirá realizar un análisis comparativo de resultados específicos y globales del estudio.

Al igual que durante la temporada 2008, se ha conformado un equipo multidisciplinario de investigadores, en la búsqueda de una solución integrada, que incluya las tres áreas del conocimiento relacionadas: arqueología, biología y

conservación del patrimonio. Como sabemos que cada especialidad posee procesos y métodos específicos, se ha realizado un esfuerzo considerable por sistematizar todas las labores de investigación, recopilación de datos, análisis y evaluación, con el fin de conjugar de manera coherente los resultados obtenidos a lo largo del estudio.

Inicialmente, en ámbito arqueológico se ha realizado el inventario de arquitectura maya en Yaxha, al mismo tiempo que se han identificado los sistemas y materiales constructivos de los 34 edificios expuestos hasta la fecha. La clasificación tipológica de las edificaciones prehispánicas, tomando como única categoría de análisis las características morfológicas, ha permitido identificar que el 82.35% de los edificios expuestos corresponde a las construcciones tipo palacio, mientras que el restante 17.65% está representado por los edificios piramidales, estando ausentes basamentos constructivos y plataformas bajas. El análisis estadístico de superficie de las 40 áreas seleccionadas ha permitido identificar cuatro tipos de sustrato material: bloques calizos que cubren el 58.75% de la muestra, estuco que representa el 28.75% de la superficie, mientras que el embono cubre 8.75% y el restante 3.75% está representado por relleno constructivo expuesto. Los dos primeros sustratos se encuentran en contextos interiores y exteriores, mientras que en áreas de embono o relleno constructivo, solamente se registró en contextos exteriores de los edificios expuestos.

Los distintos crecimientos que cubren la arquitectura maya de Nakum se han llamado comúnmente “*microflora*” lo que encierra un sinnúmero de posibilidades, por lo que ha sido necesario conocer acertadamente cada uno de los organismos presentes y su comportamiento fisiológico. Algas, cianobacterias, briófitas y líquenes han sido registrados sobre la arquitectura expuesta de Nakum. En el interior de los edificios se destacó la cobertura de cianobacterias *Lyngbya* sp. y *Pseudanabaena* sp., mientras que en el exterior se reportaron principalmente musgos y líquenes, destacando los crecimientos de *Hyophila involuta* (Hooker) A. Jaeger, *Barbula indica* (Hooker) y *Lepraria* sp. El análisis de cobertura vegetal ha determinado un considerable aumento durante el monitoreo del mes de agosto, asociado al aumento de humedad relativa y precipitación pluvial. Mientras tanto, su ubicación, distribución y alcance, ha demostrado que en Nakum los crecimientos se dan de manera indiscriminada respecto del sustrato y la orientación de las áreas, circunstancia determinada por variables contextuales.

Luego de realizar el diagnóstico de conservación y la caracterización de los deterioros, se ha determinado que los daños son de naturaleza superficial y no estructural, destacando la exfoliación y pulverización, seguidas por grietas, fisuras y desprendimientos, afectando principalmente a los bloques calizos y las capas de estuco. Los factores de alteración son principalmente de carácter físico, aunque se ha registrado el crecimiento de organismos vegetales menores en el 92.5% de las áreas seleccionadas. Siguiendo los criterios internacionales de conservación y gestión del patrimonio cultural, así como los procedimientos propuestos por el Instituto de Antropología e Historia, se han realizado un total de 38 catas de conservación preventiva, como resultado de la aplicación de 4 tipos de pruebas en distintas coberturas vegetales y sustratos materiales, evaluando la reacción inmediata y a mediano plazo.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera Maya constituye uno de los refugios de vida silvestre y conectividad ecológica mejor conservados de nuestro continente, solamente superado por la selva del Amazonas. Aunque es evidente la importancia biológica de esta reserva, existe una riqueza oculta bajo el espeso manto vegetal, que representa la herencia material de aquellos antiguos habitantes de la región, reconocidos mundialmente como La Civilización Maya. Aunque la RBM ocupa un pequeño porcentaje del territorio nacional, hasta la fecha se han registrado más de 2,000 sitios arqueológicos prehispánicos dentro del área protegida, hogar de las antiguas comunidades mayas, que varían en jerarquía y rango socio-político, pero que en su conjunto, formaron un complejo mosaico cultural de gran importancia, caracterizado por sus reconocidos alcances en las ciencias, las artes, la economía, la política y la religión.

Por medio de diversos programas de manejo, se han alcanzado importantes logros en la lucha por la conservación del patrimonio natural de la Reserva de la Biosfera Maya, sin embargo, el patrimonio cultural no ha corrido con la misma suerte. Partiendo de la premisa básica de nuestro quehacer cotidiano, consideramos que los procesos de conservación del Patrimonio Cultural deben tener como principal objetivo la prevención del deterioro y la preservación de los bienes patrimoniales para las generaciones presentes y futuras. Con esta referencia, es primordial comprender que el significado cultural y los valores adscritos de los sitios arqueológicos, fundamentan la búsqueda, formulación e implementación de estrategias de conservación apropiadas, las cuales deben adaptarse a la escala categórica de manejo, que se puede definir desde un pequeño objeto arqueológico hasta el conjunto del Patrimonio Cultural de la Nación.

Aunque una buena cantidad de los elementos culturales prehispánicos se encuentran en el universo del patrimonio intangible, significativas muestras materiales como la arquitectura, perviven como evidencia de aquella grandeza alcanzada hace más de catorce siglos y que hoy en día deben considerarse parte importante de la fuente de orgullo e identidad nacional.

El sitio arqueológico Nakum se ubica en el sureste de la Reserva de la Biosfera Maya y desde que fue descubierto en 1905 constituye uno de los principales ejemplos arquitectónicos del período Clásico Terminal en las tierras bajas centrales, período en el cual fue abandonada esta antigua ciudad. Hasta la fecha se han desarrollado diferentes proyectos de restauración de los edificios de Tikal, Uaxactún, Aguateca, Mirador, Yaxha y otros, algunos hace más de 40 años. Por su parte, Nakum muestra la presencia de edificios restaurados en la última década y varios ejemplos de elementos arquitectónicos que se conservan expuestos de forma natural desde su construcción y utilización en la antigüedad, por lo que se considera una gran oportunidad, para caracterizar los diversos factores de alteración y deterioros, con el fin de implementar programas de conservación preventiva fundamentados en la base teórica de estudios multidisciplinarios.

Estamos conscientes que el simple hecho de restaurar los edificios prehispánicos no constituye un problema en sí, mientras que la falta de atención

permanente y adecuada puede contribuir con la pérdida irreversible de nuestro patrimonio edificado. En este sentido, se considera fundamental buscar, identificar y determinar, alternativas viables de conservación para dichos elementos culturales, que se caractericen por contar con principios operativos sencillos, económicos y principalmente efectivos, que basen su éxito en las labores preventivas.

Es evidente el gran esfuerzo que se ha realizado en el campo de la restauración arquitectónica prehispánica, pero lamentablemente, poco es lo que se ha hecho en el campo de la conservación de los monumentos edificados, principalmente a nivel de elementos constitutivos. Hasta la fecha en nuestro medio, no se ha tratado a profundidad los efectos de deterioro de la roca caliza, ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la arquitectura maya. En vista de la magnitud y distribución de los sitios arqueológicos de la Reserva de Biosfera Maya con arquitectura expuesta, así como a los diversos deterioros que afectan la integridad física de los elementos patrimoniales, se considera fundamental la conformación de un equipo multidisciplinario a lo largo plazo.

La problemática que da origen a la presente investigación, se sustenta en seis cuestionamientos de carácter pragmático: ¿Qué organismos vegetales menores crecen sobre la arquitectura prehispánica expuesta y cuál es su efecto en el proceso de deterioro de los elementos constructivos? ¿Existe alguna correlación entre la presencia y distribución de los organismos vegetales menores y las condiciones micro-ambientales? ¿Cuál es el alcance e incidencia de los deterioros ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre los elementos arquitectónicos? ¿Cuál es la reacción biológica de los organismos vegetales menores ante la aplicación de los procesos de conservación preventiva? ¿Es realmente viable eliminar los organismos vegetales menores e inhibir el recrecimiento en los elementos arquitectónicos prehispánicos por medio del uso de un biocida?, y finalmente, el cuestionamiento principal de la presente propuesta es: ¿cuál es el mejor método operativo para controlar el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la arquitectura prehispánica expuesta?

Inicialmente se presenta una síntesis sobre los antecedentes de investigación en el sitio arqueológico Nakum y los esfuerzos aislados que se han realizado para la identificación taxonómica y control de los crecimientos de organismos vegetales en la arquitectura maya. También se hace referencia a otros proyectos de conservación del patrimonio edificado y a los pocos estudios realizados sobre los organismos vegetales menores y su relación con el biodeterioro de los bienes culturales. Con el fin de dar respuesta a los cuestionamientos iniciales y de encontrar una solución a la problemática planteada, se ha diseñado una metodología sistemática que se presenta en el primer capítulo del presente informe. Se incluye la justificación del estudio y los objetivos planteados al inicio del proyecto. Algo fundamental establecido por la metodología es el desarrollo de tres estudios paralelos y complementarios que representan a los tres campos de estudio relacionados a través de la problemática: arqueología, botánica y conservación del patrimonio cultural.

Partiendo de una base de conocimiento teórico-documental se ha conformado el capítulo 2, que constituye un marco de referencia científico, que nos permitirá analizar los resultados contra una matriz que conjuga los tres campos de estudio. Se discuten los principios históricos y culturales de los antiguos asentamientos de las Tierras Bajas Mayas, acentuando los elementos que conforman el Patrimonio Edificado de Nakum. Se presenta también la clasificación tipológica de dichas edificaciones, tomando como única categoría de análisis las características morfológicas, destacando las construcciones tipo palacio y las edificaciones piramidales. Se incluye una caracterización general de los organismos vegetales menores, de acuerdo a su clasificación taxonómica, haciendo énfasis en sus variables ecológicas. También fue necesario adentrarnos en el ámbito de la conservación del patrimonio cultural, desde la perspectiva técnica y legal, incluyendo diversos criterios internacionales, así como el análisis de los factores de alteración y deterioro.

El capítulo 3 constituye la sección medular del presente informe, se inicia con la caracterización de las áreas seleccionadas para el presente estudio y el análisis del monitoreo medioambiental. Se incluyen los resultados técnicos de las tres áreas del conocimiento involucradas. De acuerdo a la metodología, se han seleccionado 40 áreas de estudio distribuidas en los distintos elementos arquitectónicos expuestos del antiguo asentamiento y se ha elaborado el registro arqueológico correspondiente. El análisis estadístico de superficie de las áreas seleccionadas ha permitido identificar cuatro tipos de sustrato material: bloques calizos, estuco, embono y relleno constructivo. Los dos primeros sustratos se encuentran en contextos interiores y exteriores, mientras que en áreas de embono o relleno constructivo, solamente se registró en contextos exteriores de la arquitectura expuesta.

Seguidamente se incluyen los resultados del estudio biológico realizado en los distintos crecimientos que cubren la arquitectura maya de Nakum, con el fin de conocer acertadamente cada uno de los organismos vegetales presentes y sus características fisiológicas. Durante el presente estudio, sobre la arquitectura expuesta de Nakum se han registrado crecimientos de diversas colonias de musgos, líquenes, algas y cianobacterias, siendo las primeras las más abundantes en contextos exteriores y las últimas las más representadas en contextos interiores, debido a las condiciones medioambientales. El análisis de cobertura vegetal ha determinado una relación directa entre el incremento de la precipitación pluvial y el aumento de la cobertura vegetal, como era de esperarse. Se realizaron tres análisis de cobertura in situ para evaluar el comportamiento de los crecimientos vegetales. El 55.6% de las áreas mostraron un incremento en la cobertura orgánica entre junio y agosto, mientras que el 35.5% de las áreas disminuyó el área afectada. Entre agosto y septiembre, el 84.4% de las áreas disminuyeron su cobertura vegetal a causa de la reducción en los índices de precipitación pluvial. A través de la determinación taxonómica realizada en el herbario del Centro de Estudios Conservacionistas, se logró registrar la presencia de 9 variedades de organismos vegetales menores, entre los que se encuentran 3 especies de musgos, 2 especies de cianobacterias, 2 especies de líquenes, 1 especie de hepática y 1 especie de alga verde.

A continuación se incluyen los resultados del diagnóstico de conservación y la caracterización de los deterioros, a través de los cuales se ha determinado que los crecimientos vegetales sobre la arquitectura restaurada de Nakum ocasiona daños superficiales y no carácter estructural. Entre los deterioros más representados destacan la exfoliación y pulverización, seguidas por grietas, fisuras y desprendimientos, afectando principalmente a los bloques calizos y las capas de estuco. Los factores de alteración son principalmente de carácter físico, aunque se ha registrado el crecimiento de microflora en la mayor parte de las áreas seleccionadas. Siguiendo los criterios internacionales de conservación y gestión del patrimonio cultural, así como los procedimientos propuestos por el Instituto de Antropología e Historia, se han realizado un total de 38 catas de conservación preventiva, como resultado de la aplicación de 4 tipos de pruebas en distintas coberturas vegetales y sustratos materiales, evaluando la reacción inmediata y a mediano plazo.

Finalmente se presenta la discusión de resultados obtenidos en los tres estudios paralelos, así como la integración de los análisis, con el fin de cumplir con los distintos objetivos planteados al inicio de la investigación y dar respuesta a los cuestionamientos que dan pie al presente proyecto.

ANTECEDENTES

Investigación y restauración de Nakum

El sitio arqueológico Nakum se ubica en el sureste de la Reserva de la Biosfera Maya, 17 km al Norte de Yaxha y 32 km al Sureste de Tikal (Hermes y Calderón 2003). El descubrimiento se atribuye al explorador Maurice de Périgny en 1905, se dio a conocer en las primeras décadas del siglo XX, a través de diversas misiones científicas que realizaron el registro preliminar del asentamiento, la arquitectura expuesta y los monumentos (Périgny 1910, 1911, Tozzer 1913, Morley 1937-38).

En 1931 el sitio arqueológico fue declarado Monumento Precolombino de Guatemala y en 1970 se incluye en la “Declaración Monumentos Históricos, Arqueológicos y Artísticos”, a través del Acuerdo Ministerial 1210. El Plan Maestro de Tikal de 1972 fue el primer documento de planificación que visualizó el potencial estratégico del triángulo cultural Yaxha-Nakum-Naranjo, proponiéndolo como futuro Parque Arqueológico. En 1987 a través del Proyecto Nacional Tikal se realizaron recorridos para evaluar el estado de conservación de varios sitios arqueológicos en el área. Estos recorridos contribuyeron en la realización de un plan regional de conservación e intervención de sitios arqueológicos. En 1988 el Proyecto Nacional Tikal, organiza la primera Mesa Redonda de Tikal, con el objetivo de compartir diversas experiencias, comentar procedimientos utilizados y discutir los problemas de los sitios arqueológicos en el noreste del Petén.

En el año de 1989, se crea el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, en donde el Triangulo Cultural se incluye en la zona de uso especial Yaxha-Yaloch. En 1990, a través del Decreto 5-90 fue creada la Reserva de la Biosfera Maya, que incluye el Triangulo Cultural dentro de la Zona de Uso Múltiple (Wurster 2000).

Finalmente en el año 2003 por medio del Decreto Legislativo 55-2003, se declaró el Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo, definiendo el área como zona

núcleo de la RBM e incluyéndola en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (Herrera y Fialko 2006).

A un nivel científico, en la década de 1970, Nicholas Hellmuth realizó un nuevo mapa del antiguo asentamiento y dirigió las primeras excavaciones arqueológicas (Hellmuth 1976, 1992a, 1992b).

A finales de la década de 1980, el sitio arqueológico Nakum se incluye en las labores de investigación, restauración y conservación del Ministerio de Cultura y Deportes, a través del Proyecto Protección de Sitios Arqueológicos en Petén, que con apoyo financiero del KfW (Banco de Desarrollo de Alemania). A partir de 1994 se llevó a cabo un programa intensivo de pozos de sondeo, con el fin de determinar la secuencia de ocupación del sitio, se determinó el patrón de asentamiento en la zona periférica, se realizaron profundas investigaciones arqueológicas en la Acrópolis, se estabilizó y consolidó la mayor parte de la arquitectura expuesta, se restauraron 34 edificios de mampostería y se ha habilitado el epicentro urbano para la visitación turística (Calderón *et. al.* 2008, del Cid 2006, Hermes y Calderón 2003, Herrera y Fialko 2006, González y Tobar 2008, Noriega *et. al.* 2008, Quintana 1999, 2002, Quintana y Wurster 2002).



Figura 01. Arquitectura expuesta de Nakum, Patio 1 de Acrópolis Sur, vista al Noreste (fotografía R. Noriega)

A partir del año 2006, un equipo de la Universidad Jagelónica de Polonia dio inicio a un proyecto de investigaciones arqueológicas que se ha enfocado en el Sector Norte del epicentro urbano y en los edificios con elementos del talud-tablero identificados en el Patio 1 de la Acrópolis (Koszkul *et. al.* 2007, Zralka 2007, Zralka *et. al.* 2007, 2008).

Actualmente se cuenta con un amplio conocimiento de la evolución cultural del sitio arqueológico y un inventario de arquitectura expuesta solamente superado por Tikal, razón que ha permitido desarrollar un proyecto de cooperación entre la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, con el fin de proveer a la Administración del área protegida de un sistema eficiente de gestión

de la arquitectura maya, basado en el conocimiento de los crecimientos vegetales menores, su relación con el deterioro de los elementos constructivos y los procedimientos preventivos de conservación (Aquino *et. al.* 2008, 2009a).

Identificación y control de los crecimientos vegetales menores

La identificación de los crecimientos vegetales menores como un factor de alteración en los elementos culturales tiene una larga historia, sin embargo los estudios sistemáticos para la eliminación o control de los mismos son más recientes. En el sitio arqueológico Palenque se llevó a cabo la primera investigación al respecto, limitándose a las colonias de algas epilíticas (Torres 1993). Por otra parte, en las cuevas de Naj Tunich se ha realizado una detallada caracterización de los daños ocasionados por factores físicos, químicos y biológicos, tomando en cuenta los crecimientos sobre la roca caliza (Lacayo 2002)

A raíz que durante la última década se ha incrementado considerablemente el deterioro de los bloques calizos que conforman las fachadas de todos los edificios intervenidos en Tikal, principalmente en los sectores Sur y Oeste, se han realizado algunos avances en la caracterización de daños causados por los crecimientos vegetales menores, determinándolos como uno de los tres principales factores de deterioro de los materiales calizos (Muñoz 1997, Larios y Orrego 1997, Larios 2003, Breuil-Martínez y Aquino 2004, Gómez 2004).

Hasta la fecha no se ha tratado a profundidad los efectos de deterioro de la roca caliza, ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la arquitectura maya, aunque se tienen considerables anotaciones y esfuerzos aislados por controlar y eliminar dichos crecimientos (Aquino 2005, 2006, Aquino y Segura 2008, Aquino *et al.* 2007, Torres 1993, Quintana y Wurster 2001, Wurster 2000, Muñoz 2003). En tanto que investigaciones puntuales en esta materia efectuadas en el país pueden mencionarse las realizadas en los monumentos de Quirigua en la segunda mitad de la década de 1970 (Halle 1979), así como los realizados en 1996 en el Templo I de Tikal (Muñoz 2003) y más recientemente el estudio aplicado en la Estructura 5D-33 de la Acrópolis Norte de Tikal (Castañeda *et al.* 2009), así como el proyecto de investigación multidisciplinario efectuado en Yaxha, Petén, a través del co-financiamiento de la Dirección General de Investigación (DIGI-USAC) y la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural (Aquino *et al.* 2008, 2009a, 2009b).

Por su parte, los avances sobre el estudio del biodeterioro en los monumentos arquitectónicos del área maya han tenido mayores avances en sitios de México como los llevados a cabo en Uxmal, Tulum y Kabah y en la conocida como ruta Puuc en sitios como Sayil, Kabah y Labna (Videla *et al.* 2000, 2003; Ortega-Morales *et al.* 2000) como también en Edzna (Gaylarde *et al.* 2006), así mismo en sitios como Palenque, Yaxchilan y Bonampak (Novelo *et al.* 2007, Grimaldi 2007). Finalmente, un estudio sistemático integral fue realizado en la escalinata jeroglífica de Copán, de manera conjunta por el Getty Conservation Institute y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (GETTY-IHAH 2006).

2. MARCO TEÓRICO

4.1. Tierras Bajas Mayas Centrales

Según Thompson (1975:74), éstas conforman una región baja de suelo calizo que no alcanza más de 215 m SNM, aunque, estudios más recientes han determinado que geológicamente, el territorio se caracteriza por una serie elevaciones irregulares en sentido Este Oeste, compuestas por el fondo marino Mesozoico y sedimentos continentales: pizarra Triásica y caliza Cretácica y Jurásica, que van de los 100 a los 300 metros SNM (Ford 1981:33), alcanzando los 1100 metros SNM en la cordillera del Sureste de Petén, conocida como las montañas Mayas, que constituyen una importante fuente de materiales ígneos y metamórficos, entre los que destaca el granito, utilizado para elaborar instrumentos de molienda (Laporte y Mejía 2005:10).

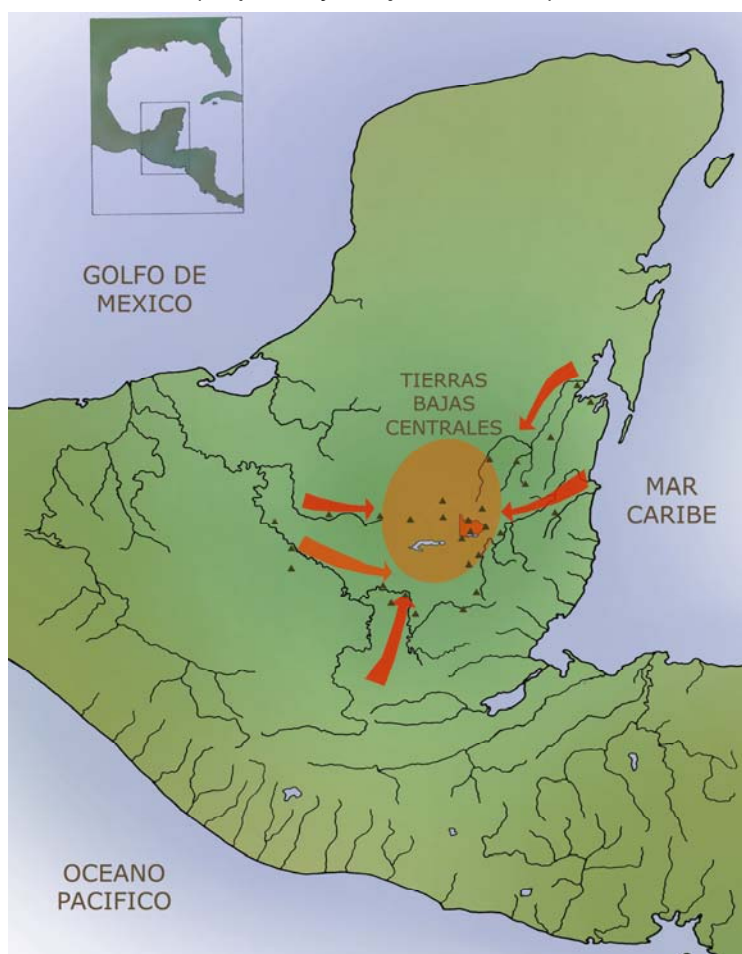


Figura 4. Mapa de las Tierras Bajas Centrales, rutas de comunicación, intercambio y comercio (tomada de Del Cid 2006)

Una de las principales características las Tierras Bajas Centrales es la presencia de una franja de depresiones en sentido Este-Oeste que coinciden con los 17° de latitud Norte, en donde se encuentran unos 14 lagos, que dividen El Petén en las zonas Norte y Sur (Simmons *et al.* 1959, D. Rice y Puleston 1981:122, D. Rice 1993:15).

Hidrológicamente, la selva da paso a territorios periódicamente inundables, conocidos localmente como *bajos*, mientras que el resto de la zona

Norte está caracterizada por un buen drenaje subterráneo, siendo el río San Pedro Mártir el único medio de drenado perenne aunque se encuentra una considerable cantidad de arroyos menores y nacimientos de agua. La zona Sur presenta un drenaje de superficie más visible, incluyendo los ríos Machaquilá, Mopán, Pasión, Subín y Usumacinta, que seguramente funcionaron como corredores de comunicación cultural (Thompson 1975:74, Andrews 1977:9, Rice y Puleston 1981:122, Hammond 1981:157).

El clima cálido húmedo es predominante en el área, alcanzando los 40°C, con un invierno benigno y una humedad relativa del 78% (CONAP-DGPCyN 2003:7). La época lluviosa corresponde al periodo entre agosto y enero, registrando un promedio de 160 días anuales y alrededor de 2000 mm de precipitación pluvial (INSIVUMEH 1988), sin embargo no existe una gran cantidad de ríos, debido al sistema de drenaje subterráneo que está bien desarrollado en una capa de roca caliza por naturaleza soluble (CONAP 1999:7).

El bosque tropical ha contribuido a la ilusión de un medio ambiente homogéneo (Rice y Puleston 1981:122), alrededor de 40 años atrás, se consideraba que todo el territorio estaba cubierto por una *espesa selva pluviosa* (Thompson 1975:74), aunque actualmente se ha determinado que el área corresponde al Bioma Selva Tropical Húmeda, con vegetación predominante de hoja ancha poco intervenida, amenazada por depredadores, cazadores y traficantes, así como por el rápido desplazamiento de la frontera agrícola (CONAP 1999).

El área cuenta con una considerable cantidad de colinas entre zonas periódicamente inundables, que permiten dividir el terreno en tres zonas: *serranía, bajos y cauces de ríos o arroyos*, que determinan las tres comunidades vegetales registradas, *Bosque Alto, Bosque Bajo y Humedales* respectivamente (Ford 1981). Los sistemas de humedal (zonas húmedas internas) que se encuentran en el área son los ríos y arroyos permanentes y estacionales, lagunas, lagunetas y aguadas, pantanos permanentes y estacionales, con una vegetación muy diversa (CONAP-DGPCyN 2003:8).

Geografía Política

El estudio sobre la organización territorial de las Tierras Bajas ha presentado un desarrollo dinámico a lo largo de las últimas décadas, orientado a considerar todas las nuevas evidencias conseguidas por los proyectos de investigación, con el afán de acercarnos más a la realidad sociopolítica de los mayas clásicos. Es comúnmente aceptado que la organización social maya alcanzara un nivel alto de desarrollo durante el periodo Clásico, entre los años 550 y 800 dC (Marcus 1993:156).

Las entidades políticas mayas del periodo Clásico se han considerado como una unidad irreducible, que se encuentra ligada estrechamente al patrón de asentamiento (Adams y Smith 1981:339). Dichas entidades se definen en base a su tamaño y esfera de influencia, siendo identificadas como: *estados regionales* (Marcus 1973:92, Adams y Jones 1981:308), *pequeños estados* (Mathews 1985), *peer polities* (Renfrew y Cherry 1986), *centros políticos* (Fialko 1997:254), *entidades políticas* (Estrada 2002:107). A través de los registros arqueológicos y epigráficos ha sido posible evidenciar muchos aspectos de la organización regional de las Tierras Bajas Centrales durante el Clásico, permitiendo reconocer las fronteras entre las unidades políticas (A. Chase y D.

Chase 1989, 1992b:310), evidentes entre sitios como Piedras Negras y Yaxchilán (Golden et al. 2002, 2005), Copán y Quiriguá (Canuto y Bell 2003) y otros.

La organización política maya presenta una estructura jerárquica centralizada, que se refleja en el arreglo espacial o geográfico, (Willey 1981:407, Webster 1992:153), y que además es evidente en los textos jeroglíficos (Marcus 1973, 1992, Proskouriakoff 1994). Se ha considerado que la tendencia de distribución centralizada de los asentamientos mayas dentro del ordenamiento regional jerárquico, responde a variables como defensa, control político, intercambio, mercado (Drennan 1988) e inclusive, a un complejo sistema de peregrinaje, que facilitaría el intercambio de mercancía e ideas (Freidel 1981:379).

Desde las primeras investigaciones, se ha hecho referencia a un *elemento central*, que rige, controla y coordina los procesos sociopolíticos y económicos de una entidad determinada (Marcus 1973:911). Debido a diferencias en la modalidad de análisis de los investigadores, dicho componente ha sido identificado de diversas maneras: *centro ceremonial* (Thompson 1942, 1975:75, Barthel 1968, Andrews 1977:11), *ciudad-capital* (Marcus 1973:912), *ciudadestado*, *centro urbano mayor* (Fialko 1997a:250), ciudad (Manzanilla y Barba 1994:100) y algunas otras. Los estados rectores según Marcus (1993:162) estuvieron formados por una gran población, controlaron la mano de obra de la región y contaban con fronteras territoriales. Se ha considerado que las áreas urbanas mayas concentraban actividades ceremoniales, políticas, militares y económicas dirigidas por las elites (Adams y Smith 1981:341), constituyendo los núdulos dentro de la organización regional maya clásica (Rice y Puleston 1981:143, Willey 1981:391).

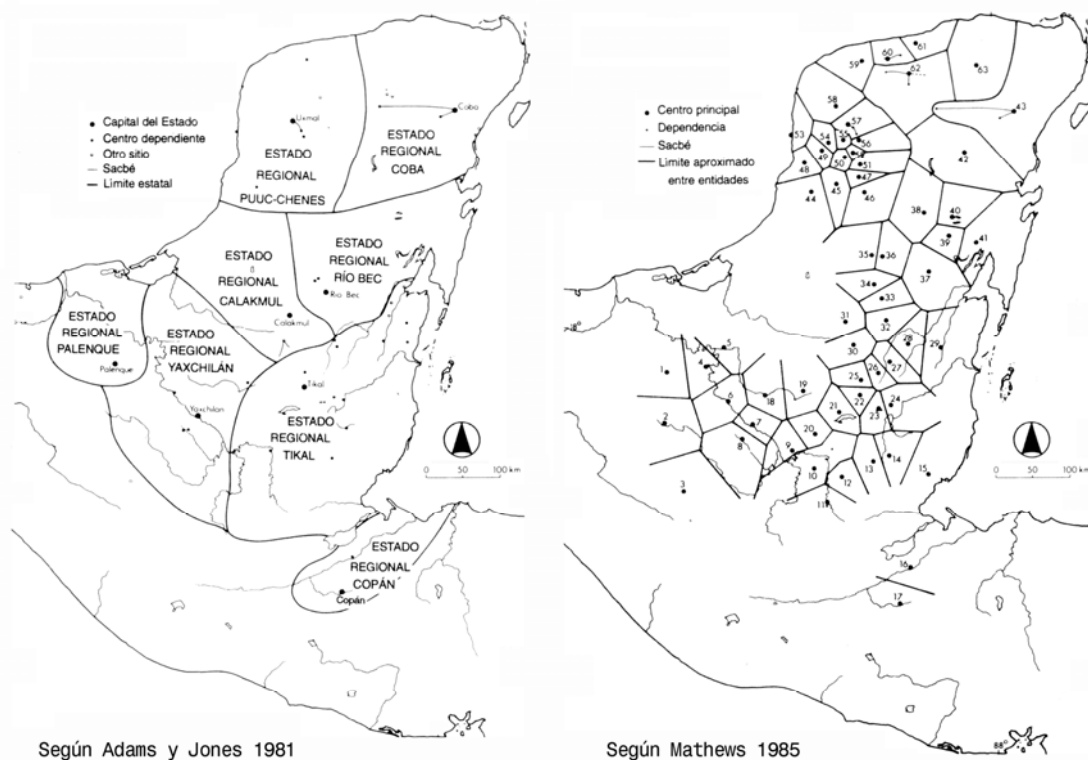


Figura 5. Organización política regional Maya. (a) Estados regionales. (b) Estados autónomos. (Martin y Grube 2000:18)

Dentro de la estructura regional jerárquica, la importancia de los sitios ha sido cuantificada en base al estudio de los Glifos Emblema (Marcus 1973, 1976, Mathews 1985), número de estelas (Morley 1938), número de plazas (Adams y Jones 1981), arquitectura monumental de edificios públicos (Morley 1938), volumen constructivo o densidad del asentamiento (Andrews 1977, Fialko 1995, 1997a), siendo Tikal superior al resto de sitios en la región (Marcus 1993:163).

Los centros primarios de la organización regional maya se encuentran separados por entre 20 y 30 km unos de otros y presentan ciertos arreglos de plaza y distribución de pirámides, plataformas, palacios y edificios con funciones especiales (Ashmore 1981, Willey 1981:402, Culbert 1991b:325). La identificación de los sitios que funcionaron como capitales regionales no disminuye la importancia de los sitios secundarios, que estuvieron más relacionados con las áreas de manufactura y mantenían el control de la tierra cultivable (Marcus 1993:163, Leventhal 1981:206, Lou 1998:35).

Los sitios secundarios varían de los primarios básicamente en el tamaño (Andrews 1977:22) y se encuentran ubicados en los alrededores de las capitales. Por medio de estudios del patrón de asentamiento regional, los Centros Urbanos Menores han sido identificados en la periferia de Copán (Webster 1992:141), Quiriguá (Ashmore 1988:157), Tikal (Haviland y Moholy-Nagy 1992:52), Ceibal (Tourtellot, Sabloff y Carmean 1992:84), Naranjo (Fialko 1997a:254), Holmul (Estrada-Belli 2002:109, *et al.* 2003:59) y otros, a una distancia de 5 km aproximadamente.

En la parte inferior de la estructura regional clásica, se encuentran los asentamientos periféricos, conformados por montículos bajos dispuestos alrededor de patios, en su mayoría identificados como unidades habitacionales, ocupadas por miembros de los estratos más bajos de la sociedad (Marcus 1973:911, Adams y Smith 1981:341, Fialko 1997a:251).

Como parte de la dinámica sociopolítica de las Tierras Bajas Centrales, las relaciones regionales en los niveles sociales superiores fueron de gran importancia, puesto que permitieron a las elites locales representar afiliación con grupos más poderosos (Hirth 1992:22), siendo las alianzas por medio de matrimonios reales uno de los mecanismos utilizados para vincular los centros secundarios con los primarios (Marcus 1973:914, 1993:139). Una compleja red de relaciones regionales que conecta a Dos Pilas, Tikal, Naranjo y El Perú, se ha registrado durante el final del siglo VII y antecede a los procesos de revitalización del Noreste de Petén, incluyendo un Glifo Emblema compartido – Tikal-Dos Pilas–, movimientos de gobernantes, conmemoraciones conjuntas de eventos, alianzas matrimoniales y campañas militares simultáneas (Culbert 1991a:137, 1991b:324).

Las distintas entidades políticas mayas no siempre mantenían buenas relaciones diplomáticas, puesto que se ha registrado una considerable cantidad de evidencia que indica la constante batalla por lograr o mantener el poder regional (Fahsen *et al.* 2003, Fahsen, Demarest y Luin 2003). Según Culbert (1991a:144), la guerra constituye un indicador de la expansión político-militar de las dinastías mayas, conformando uno de los principales conceptos que respaldan la hipótesis de la existencia de estados regionales mayas.

Evidencia Epigráfica

Es posible identificar las entidades políticas del periodo Clásico a través de los textos jeroglíficos, por medio del *glifo emblema*, descubierto por Henrich Berlin (1958), elemento que fue utilizado con el fin de demostrar el poderío y demarcar el territorio políticamente controlado (Proskouriakoff 1994:56). Los Glifos Emblema pueden representar toda la Entidad Política y su capital (Culbert 1991:141), así como a la dinastía gobernante (Marcus 1993:140).

En las Tierras Bajas Centrales se reconocen por lo menos 50 glifos emblema, que identifican entidades políticas de diversa magnitud, que ocuparon la región hacia el periodo Clásico (Martín y Grube 2000:17), aunque no todos fueron autónomos como propusiera Mathews (1985), sino que formaban parte de la compleja organización política jerárquica, en la cual existieran esferas de poder que participaran en la dinámica regional por mantener el control sobre los recursos (Marcus 1993:157).

A través del glifo emblema se ha establecido la jerarquía de los asentamientos, así como las relaciones regionales que vincularon los sitios durante el periodo Clásico, sugiriendo la distribución espacial y la duración de contactos formales entre diferentes sitios (Proskouriakoff 1994:56).

La organización jerárquica incluye cinco niveles administrativos: capital, centro urbano secundario, centro terciario, villa y aldea, (Marcus 1973:915, Andrews 1977:20). Dentro de la esfera de dominio de cada capital se encuentran varios Centros Urbanos Secundarios, que se distribuyen en el paisaje de acuerdo a las rutas de intercambio establecidas (Marcus 1973:913).

Los contactos inter-regionales se han registrado entre centros del mismo estatus, lo cual indica vínculos de igualdad, aunque también existe el registro de relaciones en orden vertical entre entidades de diferente nivel, que de acuerdo al análisis epigráfico, evidencia una estructura regional jerárquica (Proskouriakoff 1994:45). Las relaciones asimétricas registradas entre distintos sitios responde al orden jerárquico de las entidades, donde los centros mayores pocas veces nombran a centros de menor orden, mientras centros menores incluyen el glifo emblema de entidades mayores como una herramienta de filiación política (Marcus 1993:145). Evidencia epigráfica respalda la existencia de una extensa red de Señores subsidiarios –*Saja*–, principalmente en el área del Usumacinta (Golden *et al.* 2003, Parmington 2003), lo cual indica que el poder podía ser delegado por el gobernante de una entidad política –*Ajaw*–, constituyendo una clara forma de legitimización (Chase y Chase 1992:309)

Evidencia Arqueológica

A través de estudios regionales de patrón de asentamiento en las Tierras Bajas Centrales se ha establecido que la organización política regional del Clásico presenta cuatro rangos de asentamientos: *capitales, centros urbanos menores, asentamientos suburbanos y aldeas* (Ford 1981, Fialko 1997a:254), equivalentes a los niveles jerárquicos identificados por medio del análisis epigráfico (Proskouriakoff 1994, Marcus 1973).

Según Culbert (1991a:131), los datos arqueológicos indican que el poder político de Tikal alcanzaba a dominar sitios tan distantes como Río Azul, durante el Clásico Temprano, controlando un territorio que seguramente contaba con varios sitios mayores, intermedios y menores, conformando en su conjunto una sola entidad política. La dinámica de organización regional cambia hacia el Clásico Tardío, cuando las unidades políticas mayas cuentan

con una escala menor, una capital rodeada por un territorio periférico de 25 km de radio (Culbert 1991b:325).

El patrón jerárquico de asentamientos se ve reflejado entre otras variables por el tamaño de los sitios (Willey 1981:399), puesto que dentro de una entidad política determinada, la comunidad más grande incluye la residencia del gobernante más poderoso, siendo el resto de asentamientos más pequeños y subordinadas del primero (Adams y Smith 1981:339). A pesar de la organización jerárquica, algunos Centros Urbanos Secundarios como Uaxactún presentan prerrogativas elitistas como tumbas, templos y monumentos, aunque desempeñan un papel administrativo dentro del sistema de control de Tikal (Culbert 1991a:137).

Aunque se ha considerado que Tikal podría controlar un territorio de 3000 km² y una población que excedía el medio millón de habitantes durante el periodo Tepeu 2 (Culbert 1991a:137), uno de los principales elementos arqueológicos para el análisis de la estructura regional maya ha sido la densidad poblacional, que se encuentra directamente influenciada por factores ambientales como la temperatura, precipitación, hidrología, topografía y tipo de suelo (Sanders 1981:351).

La evidencia de los grandes sitios de las Tierras Bajas Centrales indican una densidad de población que sobrepasa las 500 personas por km² durante el Clásico Tardío (Willey 1981:399), mientras que algunos sitios urbanos menores no alcanzan las 200 personas por km², lo cual corresponde a la integración jerárquica del patrón regional maya (Ford 1981:8). Sin embargo, algunos Centros Urbanos Mayores como Tikal alcanzaron a sostener alrededor de 7000 personas, dentro de los límites de la ciudad conformados por áreas de bajos y los terraplenes (Puleston 1983:24, Fialko 2004a:37).

Historia Cultural Prehispánica

La secuencia cultural maya se ha definido gracias a complejos estudios de interpretación de evidencia material recuperada por los diversos proyectos arqueológicos. El aspecto temporal utilizado en ésta ocasión, ha sido establecido dentro de la secuencia cronológica de la cerámica de Uaxactún, precisada por Robert Smith (1955:106) hace medio siglo, y que a pesar de ser antigua, aun se considera generalmente válida y ha servido de base en una gran cantidad de trabajos realizados en las Tierras Bajas Centrales, en sitios como Tikal (Culbert 1973), Ceibal (Sabloff 1975), Altar de Sacrificios (Adams 1971) y cuenca Yaxha-Sacnab (Hermes 2000).

Para explicar el desarrollo cultural del Preclásico se han empleado distintos modelos, basados principalmente en aspectos ecológicos y económicos. El modelo ecologista se basa en el crecimiento de la población y en la competencia, lo que permitió que la sociedad adquiriera las características de Estado mediante su adaptación a ecosistemas locales y su relación con otras sociedades con un desarrollo sociopolítico más complejo como consecuencia se considera que la escasez de recursos naturales en los delgados suelos de Petén y Yucatán condujo a una temprana consolidación y organización sociopolítica; mientras que la rápida expansión poblacional causó conflictos en torno a la tierra arable y otros recursos desde el 500 AC, generando organizaciones administrativas destinadas a preservar el poder y las categorías sociales (Laporte y Fialko 1998).

Preclásico Medio (1000 – 400 aC): Los inicios de la población en la región en donde se ubica Nakum se remontan al período Preclásico Medio, cuya parte inicial cual ha sido asociada con el complejo cerámico Eb (entre 800 y 600 a.c.), si bien ha sido vinculado con Tikal se considera más bien como un complejo cerámico y cultural de carácter regional, atribuible a la zona noreste de Petén (Rice 1976, Laporte y Fialko 1998, Culbert 1999, Hermes y Calderón 2003). Sin embargo, el origen y procedencia de los primeros habitantes de la región ha sido imposible de establecer ya que al mismo tiempo coexisten otros dos complejos cerámicos, (Xe en la región del río La Pasión y Swazey en Belice) con los que presentan algunas similitudes, pero al mismo tiempo las desigualdades son evidentes, lo que ha llevado a pensar que los grupos humanos procedían de altiplano de Guatemala y México, o bien de la costa del Golfo de México y de la costa de Belice (Harrison 1999:47).

Esta combinación puede indicar que lo más prudente sea dejar abierta la posibilidad de que las tradiciones y los pueblos cerámicos del corazón de las tierras bajas mayas puedan haber llegado de más de un punto de origen geográfico, quienes habrían penetrado en el área por más de una vía (Willey 1977). Lo que sí es evidente es que las comunidades y las poblaciones ingresaron por zonas fluviales (Laporte y Fialko 1998), seguramente como lo fue el caso de Nakum, cuyos habitantes habrían llegado utilizando el río Holmul, importante vía que comunicaba al centro de Petén con el Mar Caribe.

Otros asentamientos importantes establecidos en este período son: Ceibal y Altar de Sacrificios en la región del río la Pasión, Tikal, Uaxactun, Río Azul, el Mirador y el área alrededor de las lagunas Yaxha y Sacnab, en la región central del Petén, mientras que en la región de Belice se pueden mencionar los sitios de Cuello, Nohmul, San Esteban, El Pozito, Santa Rita, Barton Ramie y Colhá, entre otros.

La segunda parte del Preclásico Medio ve un incremento poblacional sustancial en todas las Tierras Bajas Mayas, lo cual se ve reflejado en una organización social y económica cada vez más compleja, así como con la construcción notoria de arquitectura ceremonial o cívica y un volumen de intercambio mayor con otras regiones distantes, etc. Laporte y Fialko (1998) apuntan que *este período representa el lapso de ocupación de la mayor parte de las Tierras Bajas. Partiendo de comunidades de hábitat fluvial y de organización tribal igualitaria, la evolución en un ambiente abierto pudo darse por segmentación, el proceso normal de crecimiento y evolución tribal. Esto indica que, por la poca competencia en los nuevos territorios, los segmentos tribales tienden a volverse autónomos y se mantienen unidos por una solidaridad mecánica; es decir, que se favorece la fisión en vez de la fusión. Como resultado colateral, se aprecia un énfasis en la uniformidad cerámica, a medida que el aumento demográfico obligó a asentamientos en nuevas áreas ecológicas.*

De esa cuenta muchos sitios comienzan a dar los primeros signos de su transformación en ciudades o centros urbanos en donde el tamaño y volumen de ciertos edificios implica un esfuerzo de trabajo corporativo, incorporando en sus edificaciones rasgos arquitectónicos y ornamentación artística dignas de consideración, que presagiaba las posteriores realizaciones del período Clásico (Willey 1977:165) siendo los más significativos los ejemplos conocidos El Mirador, Altar de Sacrificios, Río Azul y Yaxha, en Petén, así como Barton Ramie y Nohoch Ek, en Belice y por supuesto Tikal, en donde manifestaciones

arquitectónicas complejas hacen su aparición como el primer ejemplar conocido de un Complejo de Conmemoración Astronómica, calzadas de cohesión interna, pirámides radiales, entre otros (Laporte y Fialko 1998). Mientras tanto, a una escala regional restringida al área entre Tikal, Yaxha, Nakum y Naranjo se han identificado los sitios de Uolantun, Chalpate, Corozal, Pizote y Escuadra-Plataformas, La Jugada, La Pochitoca, Cara Fea, Aislado, Aserradero, Tranquilina, El Estelar y La Tractorada (Fialko 2000)

Preclásico Tardío (400 a.c. – 250 d.c.): Demuestra un continuo aumento poblacional en todas las regiones de Petén, con el consiguiente incremento de sitios y elaboración arquitectónica. La extensa y uniforme distribución de cerámica Chicanel sugiere intensos contactos interregionales y una tradición cultural compartida (Laporte y Fialko 1998) en donde dos centros mayores evidencian una competencia por la hegemonía política, siendo estos Tikal y Mirador, sin embargo, otros asentamientos presentan un fuerte crecimiento y desarrollo, como por ejemplo Uaxactun, Nakbe, Tintal, Río Azul y Yaxha en el área central de las Tierras Bajas, así como Lamanai, Cerros en Belice y Altar de Sacrificios y Ceibal en el río La Pasión.

En tanto que en la región próxima a Nakum además de La Tractorada, La Pochitoca, Cara Fea, Aislado, Chalpate, Corozal y Uolantun, hay que agregar los sitios de La Miseria, Escarabajo, Zapote Viejo, Canti, Cedro Viejo, Tintalito, Venado, Chutazos, Frutero, Descanso, entre otros (Fialko 2000).

La parte final de este período es marcada por el declive de algunos sitios importantes como El Mirador y sus vecinos, Ceibal, entre otros, lo cual tuvo como efecto colateral el surgimiento de Tikal como máxima potencia de la región expandiendo sus dominios a lugares más distantes de su entorno inmediato.

Clásico Temprano (250 – 550 dC): Este período es marcado por un evento de mucha importancia, conocido como “La Entrada” el cual se refiere a la presencia principalmente en Tikal de un personaje venido de Teotihuacan, la potencia del centro de México de esa época, la cual tuvo lugar el 31 de enero del año 378 dC., evento que coincidió con la muerte del famoso gobernante de Tikal conocido como Garra de Jaguar I o *Chak Tok Ich'aak I* y la conquista sobre Uaxactún (Martin y Grube 2000:28-32, Martin 2003:11-17).

Estos tres acontecimientos marcaron en buena medida el desarrollo de las ciudades mayas de las tierras bajas ya que a partir de entonces Tikal se consolida como la máxima potencia regional expandiendo sus dominios al parecer por la vía militar reforzada por la influencia Teotihuacana que se deja ver claramente en los monumentos de la parte inicial de este período.

Sin embargo, a un nivel más amplio la parte inicial del Clásico Temprano presenta una problemática compleja dado que varios sitios parecen haber sido abandonados como Ceibal y Altar de Sacrificios en la región del río Pasión (Adams 1971, Sabloff 1975, Willey et al. 1975) en tanto que el Mirador ve aminorado su poder (Hansen 1992), entre otros sucesos.

En el área próxima a Nakum sobresalen los asentamientos de La Pochitoca, Poza Maya y El Bajon los cuales cuentan con una importante ocupación durante este período (Fialko 2005), mientras que en Yaxha la influencia Teotihuacana se deja ver claramente en la Estela 11 en donde fue representado un Tlaloc en total actitud guerrera y que se considera la

representación más grande de iconografía teotihuacana fuera del Altiplano Mexicano (Hellmuth 1993, Aquino y Segura 2008).

La parte final de este período experimenta un deterioro en el poder de Tikal que se hace evidente en la escasa erección de monumentos lo cual refleja un decaimiento del poder de su élite gobernante (Martin 2003).

Clásico Tardío: Se trata del período de mayor auge, desarrollo y poblamiento de las Tierras Bajas Mayas que paradójicamente se trata también de un período complejo, colmado de episodios de guerras, conquistas, invasiones y derrotas, que mantuvieron un constante desequilibrio socio-político representado en innumerables textos jeroglíficos (Martin y Grube 2000).

Tikal no fue la única ciudad dominante ya que Calakmul pasó a tomar un protagonismo importante en la política de la época, seguramente con el fin de tomar el control de la vasta región de las tierras bajas mayas del sur. En ese contexto, Calakmul buscó y signó alianzas con ciudades de menores tamaños pero con importantes funciones en las rutas estratégicas de comercio y de comunicación. Esto dio como resultado la división en dos bandos creando un paisaje político en donde una sofisticada y amplia cultura compartida florecía en medio de divisiones perpetuas y conflictos que se ven reflejados en numerosas relaciones de patrón-cliente, o bien por vínculos familiares en los cuales los centros mayores competían con otros en enemistades que podrían durar por varios siglos (Martin y Grube 2000).

La región noreste de Petén fue dominada durante buena parte de este período por Naranjo, ubicado en el extremo este de la cuenca media del río Holmul (Fialko 2005) importante vía de comunicación que drena las aguas de las serranías del área de Tikal hacia el Mar Caribe. Esta ciudad estuvo bajo el dominio de Calakmul a partir del año 631 d.c. (Martin y Grube 2000:72) hasta que fuera derrotado por Tikal en el año 744 d.c. (*ibídem*: 720), lapso en el que Nakum se vio inmerso en una encrucijada ya que debió ser la frontera del dominio de Tikal hacia el este y un puerto de gran importancia para la obtención de bienes que eran tan importantes en todos estos años de crisis.

Esta posición estratégica hizo de Nakum el centro rector de la cuenca media del río Holmul, aunque su territorio intrínseco no parece haber superado el radio de los 7 km. Los asentamientos ubicados en la periferia oeste de Nakum varían entre rangos sub-urbanos a rurales, con la excepción del sitio Laberinto que fue su centro de frontera al oeste, Cinco de los centros sub-urbanos se ubican en sectores escarpados, y son definitivamente defensivos. Cuatro de ellos se alinean en dirección oeste, siendo estos El Carmen, Fortaleza, Dos Estelas y Sin Aliento, y solamente El Tigre se ubica en la periferia norte (Fialko 2005).

Según V. Fialko (2005:250) *el sitio de Poza Maya pudo ser un centro de frontera originalmente adscrito a Yaxha. El hecho de que la mayor parte de sus palacios fueron totalmente recubiertos (un par de ellos con evidencia de haber sido quemados), para luego ser convertidos en plataformas ceremoniales, parece indicativo de haber sido objeto de agresión por parte de Nakum, que le habrá cambiado su función urbana, lo que también sucedió con La Pochitoca. La competencia entre Nakum y Yaxha por el territorio relacionado con el bajo La Justa, obviamente implicó la apropiación de más recursos naturales y áreas de cultivo. En tanto que los asentamientos que se ubican en el entorno del bajo La Pita, ya corresponden a la territorialidad del estado de Naranjo, lo cual deja*

ver claramente como el territorio próximo a estos sitios debió ser objeto de constantes conflictos dada la posición política de los gobernantes de cada una de las ciudades.

Clásico Terminal: Se trata de un confuso período en el que se muestran panoramas distintos que dieron como resultado final el despoblamiento de las Tierras Bajas Mayas, sin embargo, este colapso no sucedió súbitamente, y con seguridad las causas fueron diversas y variadas implicando el hecho que el abandono de las ciudades no fue ni simultáneo ni uniforme (Chase y Chase 2004, Demarest, Rice y Rice 2004).

El hecho más notorio lo constituye el abandono de las ciudades, villas, aldeas, etc., que también se hace notorio en el cada vez menor número de estelas y monumentos que fueron erigidos durante dicho período lo cual refleja como las élites gobernantes fueron perdiendo su poder lentamente.

Al mismo tiempo, mientras la mayoría de ciudades fueron colapsando, otros asentamientos se vieron beneficiados por este ir y venir de personas, y por la caída de las ciudades más poderosas. Ejemplos de amplias actividades constructivas pueden verse en Nakum, Jimbal, Ixlu, Xultun, Xunantunich (Zralka *et. Al.* 2007), Yaxha (Hermes 2001), Ceibal (Sabloff 1973), Altar de Sacrificios (Adams 1971), Punta de Chimino (Demarest y Escobedo 1996) y la región del Sureste del Petén (Laporte y Mejía 2002).

En tanto que en las proximidades de Nakum, en sitios como El Tigre, El Carmen y Laberinto también se desarrollan dinámicamente en el Clásico Terminal (Fialko 2005, Zralka 2005, Zralka *et al.* 2007).

De cualquier manera, todos los esfuerzos por revitalizar la organización política, económica e ideológica en los centros importantes de las Tierras Bajas Mayas no pudieron restablecer los logros alcanzados durante el período precedente (Barrios 2006) dando como resultado final el abandono de todas las ciudades antes mencionadas.

Postclásico: En muchos sitios de importancia durante el período Clásico han sido reportadas evidencias de reducidas áreas habitadas en el transcurso de los siglos posteriores, que en muchos casos se ven limitadas a puñados de tiestos, sin que se hayan registrado actividades constructivas importantes. La aparente discontinuidad han llevado a sugerir que se trataría de reocupaciones tardías de grupos itinerantes provenientes de la región de los lagos del Petén central (Hermes y Calderón 2003, Zralka *et. al.* 2007).

La ocupación más importante durante este período se sitúa en las márgenes e islas de la cadena de lagos y lagunas que se ubican en el centro del departamento del Petén, incluyendo la laguna Yaxha en donde fueron intensamente ocupadas las islas de Topoxte, Cante, Paxte y Jacalte (Hermes 2001), pero también destacan los asentamientos de Macanche, Muralla de León, Sacpeten, Ixlu, Quexil, Petenche, Flores y Tayasal (Rice y Rice 2004, Schwarz 2003, Gámez 2005, Chase 1983, Forsyth 1996, Barrios 2009).

Arquitectura Maya Clásica

Por arquitectura se entiende que es el arte de proyectar y construir edificios que busca abarcar la unión y yuxtaposición de varios edificios para conformar espacios urbanos más complejos (Muñoz 2003), y es que en la arquitectura maya pública los espacios operacionales eran las plazas y los

patios, los cuales estaban generalmente rodeados de edificios de distintos tipos, razón por la que los arquitectos mayas diseñaban sus edificios para albergar en sus alrededores movimientos y representaciones para que las plazas, patios y espacios libres funcionaran como anfiteatros en los que se desarrollaban dramas y rituales de carácter público (Schele y Mathews 1998).

En la consideración actual de la arqueología no se tiene en cuenta el edificio o monumento por sí mismo como objeto de descripción, sino que la importancia reside en que fue receptáculo de las actividades humanas, por tanto, las estructuras arquitectónicas no son sólo monumentos, sino categorías especiales de documentos (genéricamente abstractos) en los que pueden indagarse nuevos datos que ofrezcan una imagen del modo de vida de los antepasados constructores. Por ello, es necesario el conocimiento de todos aquellos elementos que forman parte de su arquitectura, desde los edificios mismos, hasta las técnicas de construcción o los materiales empleados (Águila 2005).

Dado el valor simbólico de la mayoría de las construcciones que eran edificadas en los centros de las ciudades y sus supuestas connotaciones cosmológicas, la urbe entera era algo así como el gran teatro del mundo, porque los ritos y festivales que allí tenían lugar reproducían los mitos cosmogónicos que relatan la creación y el funcionamiento, el significado y las implicaciones para los humanos, de los astros y los ámbitos del universo, el cielo y el inframundo, el día y la noche, el sol y la luna, el océano y la tierra, las nubes y las tormentas, con sus rayos y sus truenos (Rivera Dorado 2001), lo cual llevó a los constructores y arquitectos mayas a mantener ciertos paralelismos simbólicos en su arquitectura y en la escenografía de sus ciudades, que dejaron patente mediante iconografías, volúmenes y orientaciones, enriqueciendo necesidades políticas, religiosas (Muñoz 2003), culturales, sociales y económicas.

Una de las características de la arquitectura maya de la zona central es la monumentalidad de sus edificaciones, a partir de las cuales se ha identificado el estilo arquitectónico conocido como Petén Central (Gendrop 1983). Este estilo, aunque tuvo variaciones a través del tiempo, se caracteriza por la construcción de grandes templos de base piramidal escalonada con escalinatas centrales, una sola puerta de acceso a su interior y espectaculares cresterías, así como la construcción de un gran número de palacios y conjuntos de templos que a veces conforman monumentales acrópolis, sin embargo, esta particularidad no es exclusiva del período Clásico Tardío ya que fue durante el Preclásico Tardío cuando se construyeron los primeros edificios de grandes dimensiones (Harrison 1999).

El diseño de los edificios mayas busca aprovechar las condiciones de iluminación solar con el fin de conseguir efectos visuales destinados a remarcar las características estéticas de los edificios, así como la sofisticación de las formas y de los sistemas constructivos (Gendrop 1983, Muñoz 2003).

Por lo tanto durante el Clásico Tardío la arquitectura de Tikal y la zona adyacente divergió notablemente de la norma usual en las Tierras Bajas, y un estilo de templos emergió siendo distintivo en la región que la rodea (Harrison 1986). La presencia de altas cresterías es usualmente un identificador de la función de un templo, aunque su uso no está restringido a ellos. Sin embargo, hay una metamorfosis gradual a través del tiempo en la forma de los templos; en las etapas tempranas de desarrollo de los edificios que se conocen como

templos son anchos y bajos en proporción, mientras que durante el Clásico Tardío los templos se vuelven muy altos y angostos en proporción, con una sola puerta frontal. El efecto creado por la elevada ubicación del templo hace parecer que esa única puerta se encuentra en los cielos para el espectador que aprecie estos edificios desde la plaza o plataforma que los sustenta (Harrison 1999).

Los mayas introdujeron estos elementos para paliar la compresión del perfil vertical de las casas más antiguas creando entonces series de líneas y sombras que cuentan con significados iconográficos. Estos dos recursos, las líneas interrumpidas tanto en la horizontal como en la vertical fueron concebidos durante el período Preclásico conservándose a través del tiempo, mejorándose y embelleciéndose, y definiendo un elemento del estilo arquitectónico (*Idem*).

Los mayas modificaron enormemente el paisaje entorno a sus metrópolis, creando terrazas de nivelación ya sea para construir plazas, calzadas, aguadas, zonas de cultivos o edificios. En estos últimos eran construidas terrazas superpuestas hasta alcanzar la altura y el nivel deseados, en tanto que los recintos interiores fueron construidos con techos de mampostería y utilizando el sistema de falsa bóveda conocida como arco maya, el cual es una alusión al arquetipo de la casa típica maya con techos de palma.

En cuanto a la decoración de los edificios hay que indicar que si bien durante el Preclásico y el Clásico Temprano enormes mascarones decoraban las distintas terrazas del cuerpo piramidal, durante el Clásico Tardío los ornamentos se encuentran casi exclusivamente en la parte superior de los edificios, ya sea en cornisas, frisos o cresterías. En resumen se puede decir que la solidez de la arquitectura maya, junto a un abrumador sentido de permanencia es la mayor característica de su estilo.

Entre los tipos de edificaciones más importantes identificados en Nakum podemos mencionar:

Templos: Estos edificios están compuestos por tres o cuatro elementos característicos. Los templos pueden estar asentados sobre plazas o bien sobre su propio basamento de sustentación, sobre el que se construía un basamento piramidal escalonado, sobre este era construido el templo o edificio y encima del techo de este, en la parte posterior, la crestería. El acceso a la parte superior era por medio de una escalinata central en la fachada principal.

Palacios: Son construcciones alargadas que eran construidas sobre sus propios basamentos, que en ocasiones son de forma piramidal. Se trata tal vez de las construcciones pétreas más abundantes (Muñoz 2003) y en los que se han identificado una gran variedad de funciones distintas (Harrison 1986), que en muchas oportunidades se relacionan con actividades habitacionales, administrativas o rituales.

Este tipo de edificios cuenta con cuartos interiores de reducidas dimensiones y aunque existe una enorme diversidad en sus diseños y características propias en todos los casos constan de una o varias series de cámaras alargadas, intercomunicadas, que se abren al exterior por medio de puertas, lo que da al conjunto una forma alargada, a veces en demasía

Juegos de Pelota: La cancha de juego de pelota es una edificación que se encuentra en toda Mesoamérica, pero en el área maya tuvo especial importancia. Durante el Período Clásico sus extremos eran abiertos estando compuesta por dos banquetas unidas a dos planos, uno vertical o inclinado y otro horizontal o en talud. Las banquetas se apoyan en muros verticales o inclinados en talud y entre ellas un espacio abierto para que se desarrollase el juego. En la parte superior de los muros se aprecian a veces construcciones tipo palacio, o pequeños templos. Generalmente la orientación de dichas banquetas era de norte a sur.

Temascal o baño de vapor: Se trata de pequeñas edificaciones de forma casi cuadrangular con un solo acceso central en su fachada este y con una banqueta que ocupa casi la totalidad de la superficie interior. El baño de vapor mesoamericano, es posible que tenga también el significado de punto central, en el que se comunican el inframundo y el mundo superior. Una de las características de este tipo de edificios lo constituye su planta simétrica que estaba acondicionada con drenajes para la evacuación del agua utilizada (Looper 2007).

Calzadas: Conocidas también como *sacbe* (camino blanco), se trata de caminos construidos que solían tener un trazo recto y se construían con muros laterales o parapetos, que servían para contener los materiales de relleno, sobre los cuales se aplicaba una capa de piso de estuco de cal.

2.2 Sitio Arqueológico Nakum

El sitio arqueológico Nakum se encuentra en los límites del Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo en jurisdicción del municipio de Flores, la antigua ciudad fue construida en la ribera norte del río Holmul, en el Noreste del departamento del Petén, ubicado en las coordenadas geográficas 17° 10' 27" lat. N y 89° 24' 23" long. W. Su nombre significa *La Casa de las Ollas* y las evidencias arqueológicas han demostrado que la ocupación y desarrollo de la antigua ciudad fue amplia y extensa, dando inicio desde la parte final del Preclásico Medio (ca. 400 aC.) hasta el Clásico Terminal (ca. 1000 dC.), momento cuando un mayor número y volumen de actividades constructivas tuvieron lugar en dicho asentamiento (Hermes y Calderón 2003, Zralka *et. al.* 2007).

El núcleo del asentamiento está conformado por un poco más de 140 edificaciones de diferente rango, distribuidas alrededor de amplios espacios abiertos, así como en conjuntos arquitectónicos muy complejos, destacándose entre ellos el conjunto conocido como *Acrópolis*, sede de la élite local y en donde fueron construidos al menos 35 edificios monumentales distribuidos en 16 patios, producto de varios siglos de construcción ininterrumpida.

Contexto Geográfico y medioambiente

La ciudad fue construida en la ribera norte del río Holmul, antigua vía de comunicación utilizada para acceder al Mar Caribe desde el centro de Petén. En la región destaca la presencia de dos extensas zonas inundables, conocidas como *bajo Santa Fe* y *bajo La Justa*, que en época lluviosa forman pantanos de hasta un metro de profundidad y dificultan la comunicación. Sin

embargo, se considera que en la antigüedad Nakum sostuvo importantes relaciones de carácter comercial, político y cultural con las ciudades de Tikal (32 km al Oeste), Yaxha (12 km al Sur) y posiblemente Naranjo (19 km al Sureste), contactos evidentes a lo largo del desarrollo cultural de Nakum, en los materiales arqueológicos, datos epigráficos e iconográficos, así como en la morfología arquitectónica (Quintana y Wurster 2001, Herrera y Fialko 2006, Méndez *et. al.* 2006, Zralka 2007, Calderón *et. al.* 2008).

Basados en el sistema de clasificación de Thorthwaite, Nakum presenta un clima cálido, con invierno benigno, húmedo, sin estación seca bien definida y cuya vegetación predominante es bosque. La temperatura máxima promedio de 39.72°C y una mínima promedio 10.92 C, la temperatura promedio anual es de 25.32°C (Estación Tikal), la humedad relativa máxima es de alrededor del 100%, la humedad relativa mínima 16%, con un promedio anual del 78%. La precipitación promedio anual es de 1,800.5 mm, distribuidos en aproximadamente 180 días al año (CONAP 2001).



Figura 6. Distribución de sitios arqueológicos mayas del período clásico en las Tierras Bajas Centrales (ilustración B. González)

El triángulo cultural Yaxha, Nakum, Naranjo muestra características del bosque tropical húmedo, con presencia de zonas de bosque alto y medio en serranía, así como extensas zonas de bosques bajos inundables, con impresionantes lagunas, grandes pantanos y distintas cuencas hidrológicas (Herrera y Fialko 2006). El Parque Nacional cubre una superficie de 37,160 hectáreas y forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (MICUDE 2005). El territorio se caracteriza por una serie de elevaciones irregulares en sentido este oeste compuestas por fondo marino Mesozoico y sedimentos continentales: pizarra Triásica y caliza Cretácica y Jurasica, que van de los 100 a 300 metros SNM. (Ford 1981:33).

Los suelos alrededor del sitio arqueológico pertenecen a la Serie Yaxha, formados con material madre de roca caliza suave, caracterizados por el relieve irregular, drenaje bueno, color negro y textura arcilla muy fina suelos muy delgados con 25 centímetros de profundidad, pH alcalino de 7.65, labranza difícil (Santos 2005). Estos suelos descansan sobre una roca caliza desarrollada por sedimentos aluviales o marinos profundos que ocupan las formaciones denominadas "Karst ahogado" (CONAP 2001).

El asentamiento prehispánico de Nakum

La monumentalidad de edificios y basamentos de mampostería, así como la alta concentración de construcciones y la considerable amplitud de los espacios públicos, constituyen elementos fundamentales que los antiguos mayas utilizaron para transmitir la magnitud e importancia del asentamiento, en el panorama socio-político a nivel regional. El asentamiento prehispánico de Nakum se desarrolló en torno al cauce del río Holmul, una de las más importantes rutas de comercio y comunicación del período Clásico Maya (250-1000 dC.), que involucra otros sitios arqueológicos como Witzna, Chanchich, Holmul, Kanajau, El Carmen, entre otros (Fialko 2005).

El epicentro urbano de Nakum puede dividirse en dos sectores: Norte y Sur, los cuales están unidos por medio de la calzada Périgny, mientras que en la periferia habitacional, se han registrado 36 grupos arquitectónicos hasta la fecha (Hermes *et. al.* 2005, Quintana y Wurster 2001, Zralka *et. al.* 2008).

Sector Sur: Es el más próximo al río Holmul y está conformado por la Acrópolis y tres plazas con edificios monumentales. Debido a su alta densidad constructiva, se ha realizado el mayor número de investigaciones en este sector (Calderón *et. al.* 2008, Hermes y Calderón 2003, Hermes *et. al.* 2001, Noriega 1999, Noriega y Hermes 2000, Noriega y Quintana 2002, 2003, Méndez *et. al.* 2006, Quintana 2002, Zralka 2007, Zralka *et al.* 2008).

El conjunto arquitectónico más destacado se conoce como *Acrópolis*, conformado por una enorme plataforma artificial elevada que alcanza 150 m de este a oeste y 170 m de norte a sur, que debió ser lugar de residencia de la elite gobernante de la ciudad. La conformación final del complejo fue conseguida por medio de la superposición de varias etapas constructivas, llegando a contar con más de 30 edificios distribuidos en 12 patios, que cubren una superficie de 25,500 m². En el centro de este conjunto se ubica la Acrópolis Interior, construcción que presenta 40 m por lado y 26 m sobre el nivel de la Plaza Central, es considerado el grupo más voluminoso y elevado de todo el asentamiento (Quintana y Wurster 2001, Noriega y Quintana 2003). La riqueza

arquitectónica y la complejidad de la distribución espacial de las edificaciones de la Acrópolis es el resultado de más de mil años ininterrumpidos de ocupación y renovaciones constructivas (Calderón *et. al.* 2008)

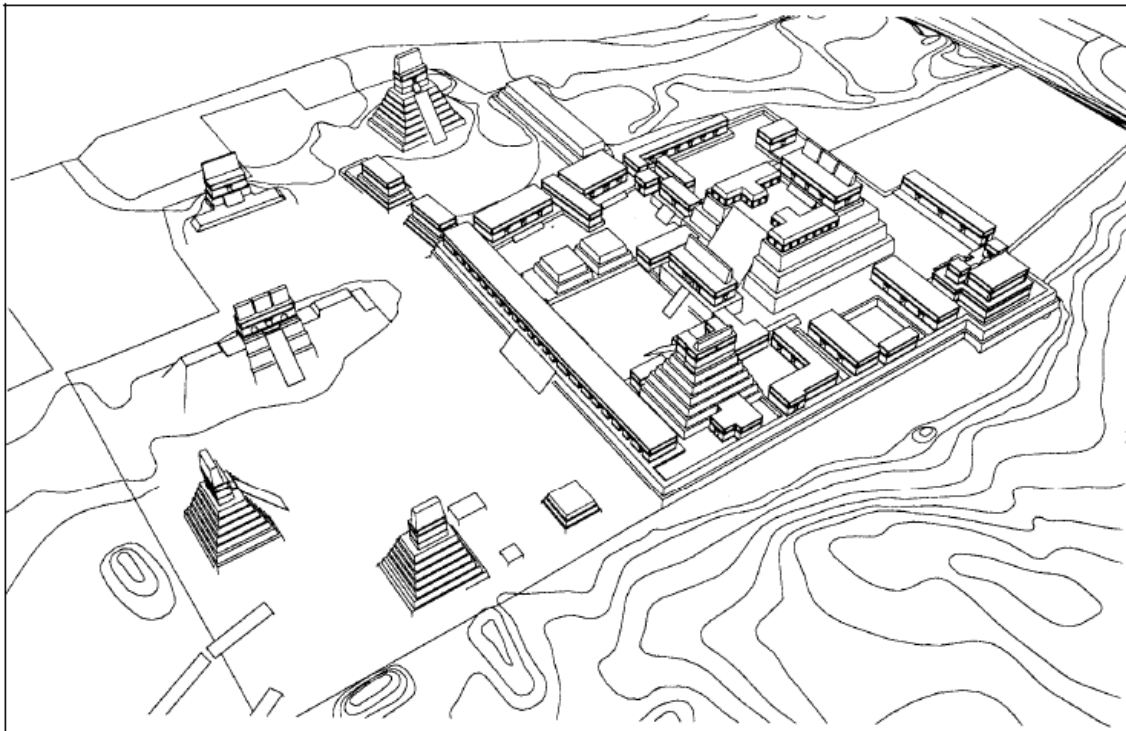


Figura 7. Idealización del sector sur, sitio arqueológico Nakum (Tomada de Noriega y Quintana 2003)

La mayor parte de estos edificios son de tipo palaciego, con acceso en una sola fachada, sobresaliendo entre ellos el Edificio D, con una longitud de 122 m y 38 recintos abovedados, incluyendo el acceso al conjunto desde la Plaza Central. Se ha identificado que los edificios de la Acrópolis Sur contaron con funciones habitacionales, ceremoniales, administrativas e inclusive funerarias (Calderón *et.al.* 2008, Noriega y Quintana 2003, Zralka 2007, Zralka *et. al.* 2007).

Por su parte, Plaza Central se caracteriza por contar con un amplio espacio abierto rodeado por los Edificios A, B y C, identificados con el estilo arquitectónico Petén Central (Gendrop 1983). Este conjunto ha sido reconocido como un Complejo de Conmemoración Astronómica, similar a los ejemplos registrados en Uaxactún, Tikal, Yaxha y Naranjo, entre otros (Laporte y Fialko 1995, Gámez 2005). Además, en este espacio público se erigieron 10 altares lisos y 13 estelas, dos de ellas con elementos epigráficos e iconográficos. En el extremo Noroeste de la Plaza Central se encuentra el *Juego de Pelota 1*, construido sobre un basamento de sustentación de 3,510 m² (Calderón y Fialko 2009, Méndez *et. al.* 2006).

A un costado se encuentra la *Plaza Este*, que cuenta con un amplio espacio público y el edificio V, de base piramidal con un templo en su parte superior. Asociada a la Acrópolis Sur se encuentra la *Plaza Sureste*, la cual está rodeada de construcciones alargadas tipo palacio (dos al norte y uno al sur), y el Edificio U en el lado oriental, constituido por un gran templo piramidal, frente al cual se erigió una estela esculpida (Grube 2000).

Calzada Périgny: Es una edificación de gran importancia ya que conecta los dos sectores más importantes del epicentro urbano de la ciudad, acentuando el eje norte-sur del asentamiento. Alcanza alrededor de 250 m de largo, cerca de 30 m de ancho y presenta un azimut de 337° respecto del Norte magnético. Da inicio en el extremo noroeste de la Plaza Central, en el Sector Sur y culmina en el extremo sur de la gran Plaza Norte, uniendo los dos espacios más amplios de toda la ciudad (Noriega y Hermes 2000, Noriega y Quintana 2003, Quintana y Wurster 2001).

Sector Norte: En el Sector Norte se encuentra la Plaza Norte, la más amplia de todo el asentamiento, alrededor de la cual se han definido tres conjuntos arquitectónicos conocidos como Grupos Norte, Este y Oeste además de aquellos edificios que limitan el lado oriental de la Plaza Norte. Los datos arqueológicos ubican la primera ocupación de este sector en el grupo Este, fechada para el período Preclásico Medio, sin embargo, la conformación final se alcanzó a través de importantes remodelaciones durante el Clásico Terminal (Hermes y Calderón 2003, Zralka *et. al.* 2008). La *Plaza Norte* tiene una forma irregular. Su principal acceso es desde la Calzada Périgny, donde fue construido el pequeño edificio en el lado oeste de la plataforma, seguramente para controlar el acceso hacia este sector.

El extremo este de la plaza está definido por varias edificaciones alargadas, entre las que sobresale el Edificio X, ubicado en el eje normativo de la plaza, conformado por un templo de base piramidal, con escalinata de acceso en su fachada oeste y coronado con un edificio de tres recintos, frente a esta pirámide se encuentra una estela y un altar. Al centro de la Plaza Norte y en el mismo eje este-oeste del Edificio X se encuentra el Edificio 96, se trata de una plataforma pequeña que debió sostener un edificio de materiales perecederos (Koszkul *et. al.* 2007, Zralka 2007).

El *Grupo Este*, conocido anteriormente como Grupo Merwin, está construido sobre un basamento elevado, que soporta ocho edificaciones pequeñas dispuestas en torno a un patio (Hellmuth 1975, 1992, Quintana y Wurster 2001). Dicho basamento mide cerca de 80 m en sentido este-oeste y 40 m en sentido norte-sur (3,200 m²). De acuerdo con Hermes y Calderón (2003), en este sector se han encontrado las evidencias constructivas más antiguas de todo el asentamiento, relacionadas a las facetas tempranas de los complejos *Ah Pam* de la laguna Yaxha (Hermes 2001) y *Eb* de Tikal (Culbert 1999). Por su parte, el *Grupo Oeste*, fue construido sobre un basamento que soporta al menos 3 estructuras pequeñas alrededor de un patio pequeño.

El *Grupo Norte* constituye el más importante conjunto arquitectónico de este sector, construido sobre un basamento que mide 75 m en sentido norte-sur, y 68 m en sentido este-oeste, sobre el que fueron construidos dos edificios opuestos uno del otro. El Edificio 99 ocupa el lado norte del grupo y se compone de una amplia plataforma sobre la cual fue construida una estructura cuya planta demostró tener formas complejas, con muros de mampostería y techo de materiales perecederos. Mientras tanto, el Edificio W ocupa el extremo sur del conjunto y está constituido por un palacio abovedado de planta rectangular que debió contar con siete recintos en cada una de sus fachadas (Koszkul 2007).

Periferia: En los alrededores del área central han sido localizados 36 grupos arquitectónicos de diferentes y variadas dimensiones, complejidad y número de edificios por conjunto (Hermes *et. al.* 2005, Hermes *et. al.* 2006b, Zralka *et. al.* 2008). Entre los más sobresalientes, por su ubicación tan próxima a los conjuntos más importantes, se encuentra el Grupo 55 que fue construido sobre el basamento de la Plaza Norte, pocos metros al oeste del Grupo Norte. Mientras que en las proximidades del sector Sur sobresalen los Grupos 15, 16, 17 y 18, ubicados entre el conjunto mayor y el río Holmul, los cuales podrían haber cumplido con funciones de servicios para la élite dinástica que residía en la Acrópolis Sur o bien para albergar actividades comerciales (Méndez *et. al.* 2006:281).

La disposición de los conjuntos arquitectónicos y el trazo de la ciudad de Nakum poseen ciertas similitudes con la distribución urbanística de Quirigua, ciudad del Clásico Tardío que llegó a dominar y controlar la ruta del río Motagua al sureste de Guatemala (Sharer 1978),. Ambas ciudades están ubicadas sobre la margen sur de importantes vías de comunicación, con las cuales fueron conectadas por medio de obras de ingeniería hidráulica con el fin de facilitar el acceso a ellas desde la ciudad, en el caso de Nakum a través de un enorme embalse, y en Quirigua por un largo canal navegable, que en ambos casos se aproximan al sector más importante de sus respectivas Acrópolis desde el lado este. Las dos ciudades fueron construidas siguiendo un eje norte-sur, con sus Acrópolis en el sur al norte de las cuales fueron construidas amplias plazas con pirámides monumentales y canchas de juego de pelota (Aquino *et al.* 2009b).

Las dos ciudades jugaron roles comerciales de mucha importancia ya que tanto por el río Motagua como por el río Holmul una gran cantidad de productos y personas debieron recorrerlos para abastecer y distribuir tanto a las elites locales de cada ciudad, así como a sus vecinos, por lo que es posible que ambos asentamientos siguieran un patrón conveniente para su funcionamiento como puertos fluviales (Aquino *et al.* 2009b).

Secuencia de ocupación

Preclásico Medio: Las evidencias más antiguas de ocupación en Nakum han sido registradas en los rellenos de la Plaza Norte y en el Grupo Este, fechadas para el Preclásico Medio (entre 900 y 550 a.C.) y consistentes en material cerámico Pre-Mamón. Los primeros esfuerzos constructivos se registran para este período en el sector que luego ocuparía la Acrópolis cuya primera versión tiene tres cuerpos escalonados de aproximadamente 20 m por lado y 12.75 m de alto, probablemente tuvo escalinatas en más de uno de sus costados y mascarones decorativos en los cuerpos, además pocos metros al norte bajo el Edificio G, existe una plataforma de gran tamaño con 2.20 m de altura y al menos 40 m de largo y con escalinata de 15 m de largo; por su parte en el Patio 39 del área periférica destaca el uso de pisos de estuco para la nivelación de superficies horizontales; sin embargo, son escasas las evidencias arquitectónicas recabadas para este período (Hermes y Calderón 2003).

Preclásico Tardío (550 a.c.-250 d.c.): Se recuperaron evidencias de la construcción de una escalinata en el Grupo Este, fechada para la fase temprana de este período. Mientras que en el Patio 1 de la Acrópolis Sur se construyeron tres plataformas de grandes dimensiones, identificadas como las

primeras versiones del Edificio D y del Edificio G, así como otro edificio poco conocido en el centro del patio. Al sur se erigió un conjunto de Patrón Tríadico con un basamento escalonado de tres cuerpos con aproximadamente 20 m por lado y que constituye la primera versión de la Acrópolis Interior. Dicha plataforma estuvo decorada en ambos costados de la escalinata con grandes mascarones que representan serpientes bicéfalas emergiendo de la boca de un cocodrilo con rasgos serpentinos (Calderón *et. al.* 2008), siguiendo un patrón identificado en sitios como Tikal, Uaxactun, Cival, San Bartolo, Mirador, Nakbe, Yaxha, entre otros. El incremento en las actividades constructivas y las representaciones iconográficas reflejan una mayor complejidad social aunada al crecimiento demográfico de la época. También corresponden a sistemas ideológicos regionales compartidos, ya que a este patrón arquitectónico se le han atribuido funciones cosmogónicas-rituales, interpretando la disposición de sus edificios como la representación de las tres piedras del hogar celestial, origen del cosmos, así como con la descendencia en el linaje y la dinastía (Freidel *et. al.* 1999, Valdés *et. al.* 2008).

Durante la parte final de este período, el Grupo Este y la Plaza Norte también fueron remodeladas por nuevos rellenos constructivos, destacándose la utilización de una rampa estucada para dar acceso a la plataforma del Grupo Este en su fachada oeste (Hermes y Calderón 2003), tratándose de un elemento poco usual, puesto que las escalinatas fueron preferidas para cumplir con esa función.

Durante la transición entre el Preclásico Tardío y el Clásico Temprano (Protoclásico) los volúmenes constructivos aumentan sin que se conozcan edificios datados para esta etapa, no obstante, el nivel del Patio 1 de la Acrópolis incrementó su volumen y dimensiones al construirse una plataforma de tres cuerpos escalonados de 5.30 m de altura y 100 m de largo este-oeste, relleno que cubrió todos los edificios construidos en los períodos precedentes (Calderón *et. al.* 2008, Hermes y Calderón 2003, Hermes *et. al.* 2006a).

Clásico Temprano (250-550 dC.): Aunque las evidencias son escasas, en el Patio 1 de la Acrópolis Sur se registra la construcción de nuevas plataformas en los cuatro costados, que formaron un patio hundido de 46 por 49 m. Estos nuevos edificios fueron remodelados en varias ocasiones durante este período, conformándose como versiones previas de los Edificios D, E, G, 14 y 15 cuyas esquinas interiores estarían unidas entre sí. Las versiones más significativas de estos edificios evidencian la influencia foránea, reconocida por la presencia de elementos identificados como talud-tablero, presente en los cuerpos de sus basamentos (Hermes y Calderón 2003, Hermes *et. al.* 2006a, Koszkuł *et. al.* 2007). Estos edificios comparten características tanto en diseño como en volumen constructivo y proporción, considerados el ejemplo que presenta mayores similitudes con los edificios de Teotihuacan en el área maya, (Hermes *et. al.* 2006a). Este tipo de evidencia se ha documentado en distintos sitios del Área Maya: La Sufricaya, Río Azul, Altun Ha, Tres Islas, El Perú, Bejucal, El Zapote, Copán, Becán, Dzibilchaltun, Kaminaljuyu y principalmente en Tikal y Uaxactun, donde la “*entrada*” de *Siyaj K’ak’* en el año 378 dC. marca un punto de inflexión en las relaciones regionales y se ve surgir a Tikal como la máxima potencia de la época, desde donde el uso de elementos foráneos se difundió a localidades cada vez más distantes (Barrios 2006, Hermes *et. al.* 2006a, Martin y Grube 2000).

Si bien el tipo de relación que existió entre el Área Maya y Teotihuacan es aun objeto de debate, las evidencias arquitectónicas, escultóricas, pictóricas, funerarias y rituales en algunos casos, indican que se trató más bien de una apropiación simbólica y estilística asociada únicamente a las esferas más altas de la sociedad, por la ausencia de artefactos distribuidos en otros niveles sociales (Iglesias 2003, Barrios 2006), demostrando con ello que la élite gobernante de Nakum pudo haber estado bajo la influencia de Tikal.

Clásico Tardío (550-800 dC): A nivel mesoamericano, la parte inicial de este período se caracteriza por la reorganización socio-política debido a la caída de Teotihuacan en el centro de México y al surgimiento de Tikal y Calakmul como nuevas potencias regionales que forman redes con el fin de dominar la zona. De esta cuenta que la gran mayoría de ciudades se integran en alguno de los dos bandos, dando como resultado una intensa serie de guerras y conflictos que se ven reflejadas en una escasa actividad constructiva, así como por la ausencia de monumentos esculpidos (Harrison 1999, Martin y Grube 2000).

Mientras tanto en Nakum, durante la transición del Clásico Temprano al Clásico Tardío, las actividades constructivas no muestran este fenómeno. Se desarrollan las primeras versiones de los Edificios N, 60 y 61, incluyendo la construcción de un basamento en talud, sobre el que fueron construidos edificios con recintos de mampostería de piedra y frisos decorados, que luego de una serie de remodelaciones se convirtió en un templo de dos niveles de recintos, con un diseño particular (Noriega y Hermes 2000).



Figura 8. Idealización secuencia constructiva edificio E, Acrópolis Sur de Nakum (Ilustración B. González)

En el Patio 1 de la Acrópolis Sur, el Edificio E de ser un palacio con dos recintos se convierte en un templo con basamento piramidal de 20 m de altura,

con 7 cuerpos escalonados y recintos adosados al primer y segundo nivel del basamento, sobre el cual fue construido un recinto coronado por una crestería. El Edificio D también incluye por primera vez amplios recintos abovedados distribuidos en dos crujías en las fachadas norte y sur del mismo, las cuales fueron divididas por muros transversales internos, que redujeron el tamaño de las cámaras aumentando su número de 6 a 18 cámaras contando cada una con accesos propios. Las primeras versiones abovedadas de los Edificios E y D *se caracterizan por tener paredes interiores con acabado rústico, superficie sinuosa, bóvedas con una especie de cuello o pequeño espacio reducido debajo de la piedra de caballete y sofitos poco definidos. Algunos ejemplos similares de este estilo arquitectónico son los Edificios 21-Sub.1 de la Poza Maya y 5D-87-Sub de Tikal* (Hermes y Calderón 2003:310), así como en la Estructura A-XVIII de Uaxactun (Smith 1937).

A lo largo de este período se incrementó el número de cámaras del Edificio D, en los sectores Este y Oeste. Además se construyeron nuevas versiones del Edificio G en el lado sur y las primeras de los Edificios 14 y 15 en el extremo este del Patio 1. Las remodelaciones en estos edificios y las nuevas construcciones con recintos abovedados incluyen el típico arco maya a partir de la segunda mitad del Clásico Tardío (Hermes y Calderón 2003).

También la Acrópolis Interior es sometida a distintas remodelaciones, de donde sobresalen las ampliaciones realizadas en su basamento, en donde los muros verticales y en talud con cornisas formando entrecalles en la sección inferior son construidos a la usanza de los basamentos de Tikal, permitiendo un cambio de plano en su perfil; la escalinata de acceso se amplía en la fachada norte, estos elementos arquitectónicos fueron edificados por la superposición de bloques de piedra puestos de punta, permitiendo un mayor agarre de los muros con el relleno constructivo (Calderón *et. al.* 2008).

El esplendor constructivo durante la segunda mitad del Clásico Tardío incluye también la construcción del Edificio F y probablemente el Edificio I, al oeste del Patio 1, así como una escalinata en el extremo noroeste de la Acrópolis, que daría acceso a quienes llegaran desde el embalse del río Holmul (Hermes y Calderón 2003). En el lado este de la Acrópolis se erigen las primeras versiones de los Edificios T, 25 y R, todos ellos edificios palaciegos hechos con fina mampostería, resaltando de ellos el Edificio R por contar con bóvedas escalonadas en cada uno de sus recintos, un estilo similar a los encontrados en Uaxactún en la Estructura E-10 construido en el Clásico Temprano (Rosal y Valdés 2005) y la Estructura 5C-13 o Palacio de las Ventanas de Tikal (Coe 1988).

Al inicio de este período solamente se conocen las primeras versiones constructivas de los Edificios A, 1 y 2 en el extremo este de la Plaza Central, los cuales tienen su fachada principal viendo hacia el este, no obstante, durante la parte final del Clásico Tardío las nuevas remodelaciones cambian la orientación de estos edificios hacia el oeste, viendo a la Plaza Central, en donde posiblemente se construyó el Edificio B. Además se construyen los Edificios U y V en el lado este de las Plazas Sureste y Este respectivamente (Hermes y Calderón 2003).

Al mismo tiempo fue construida la primera versión del Juego de Pelota, la calzada Perigny y aunque la mayoría de edificios del Sector Norte no han sido explorados, se sugiere que un alto porcentaje habrían sido construidos durante el Clásico Tardío (Hermes y Calderón 2003, Koszkuł *et. al.* 2007).

Para este período, la mayor parte de edificios utilizaron grandes bloques calizos en las secciones inferiores de los muros y piedras tipo fachaleta en las áreas más altas, sistema constructivo que se caracteriza por la ausencia de amarre entre el paramento y el relleno constructivo (Noriega y Quintana 2003).

La morfología arquitectónica registrada durante este período en Nakum puede definirse como estilo Petén Central, que se caracteriza por la construcción de grandes templos de base piramidal escalonada con escalinatas centrales, una sola puerta de acceso a su interior y espectaculares cresterías, así como la construcción de un gran número de palacios y conjuntos de templos que a veces conforman monumentales acrópolis. Un estilo cuyo punto de origen parece ser Tikal y que se extiende desde los límites de la cuenca del río La Pasión al sur, hasta el inicio de las llanuras del norte de Yucatán (Gendrop 1983, Muñoz 2003).

Es importante considerar que luego de la victoria de Tikal sobre Calakmul en el año 695 d.c y sobre Naranjo en 744 d.c. (Harrison 1999, Martin y Grube 2000), Tikal recupera su papel como la máxima potencia de las Tierras Bajas Mayas lo que se ve reflejado en una impresionante actividad constructiva asociada a un enriquecimiento económico gracias a su extenso dominio en las regiones circundantes, por lo que los intentos de imitar las innovaciones arquitectónicas en las ciudades vecinas parece ser un patrón lógico.

Clásico Terminal (800-1000 d.c.): Durante este confuso período, aunque la gran mayoría de ciudades del Petén experimentan escasa actividad constructiva en unos casos y abandono total en otros (Demarest *et. al.* 2004) en Nakum la mayor parte de los edificios construidos con anterioridad son sometidos a nuevas remodelaciones, mientras que otra gran cantidad de edificios son construidos en todos los sectores de la ciudad (Hermes y Calderón 2003, Zralka *et. al.* 2007).

En el Sector Norte se conocen sendas remodelaciones y nuevas construcciones en los edificios 99 y 96, así como en la plataforma del Grupo Este y en la Plaza Norte en donde se documentan empedrados y pisos de estuco datados para este período (Zralka *et. al.* 2007).

Por su parte, la Plaza Central también experimenta cambios sustanciales en su conformación al ser construida la última versión del Edificio C, del Juego de Pelota, así como las primeras versiones de los Edificios 52, 53, 12A y 12, que incluyen una plataforma de planta circular. El Edificio A también es sometido a remodelaciones en su basamento piramidal, la escalinata y el templo, en donde fueron abiertos nuevos vanos entre las cámaras este y oeste, en los extremos norte y sur del muro intermedio, los que fueron tallados directamente en la pared hasta alcanzar la forma de un arco de medio punto, aunque fue una acción decorativa, ya que éstos arcos no cumplen con una función estructural (Noriega 1999), sin embargo, son de gran importancia ya que le confieren al edificio características únicas.

Hay que mencionar que frente al Edificio C fue erigida la Estela C que cuenta con un texto glífico con la fecha 9.19.5.0.0 2 Ajaw 13 Yaxk'in (815 dC.) y el glifo emblema de Nakum, lo que demuestra una cierta independencia política de Tikal, quien en los siglos precedentes no habría permitido a la elite de Nakum la dedicación de sus propios monumentos (Hermes y Calderón 2003, Grube 2000).

Aunque se desconoce con certeza el inicio de la construcción del Edificio V de la Plaza Este, lo cierto es que durante este período toma su forma final, así como las plataformas adosadas (Edificios 45 y 46) al norte y sur del mismo (*idem*).

Según Hermes y Calderón (2003:317), la Acrópolis y sus edificios son remodelados nuevamente, además de que fueron construidos nuevos edificios que definieron los 12 patios que ahora se conocen de la siguiente manera: ...*la construcción del Edificio S dividió por primera vez los Patios 9 y 10. Lo mismo sucedió con los Edificios 26 (temascal) y 27, que delimitan los Patios 8 y 9. El Edificio 24 dividió los Patios 7 y 8, y el Edificio P los Patios 5 y 7. Ésta última construcción funcionó como límite sur del Patio 7 y este del Patio 5, donde también se construyó el Edificio O en el extremo oeste del límite sur. También fueron construidos los edificios que limitan el Patio 7 al este (Edificio Q) y al oeste el palacio de dos pisos sobre el muro este de la Acrópolis Central (Edificio Z). Los Patios 2, 3, 4 y 11, situados en el lado oeste de la Acrópolis, también fueron delimitados en este momento. Entre ellos el Edificio S cuenta con un mascarón en la esquina noreste del friso, similar a los reportados de los centros del norte en Yucatan (Zralca et. Al. 2007).*



Figura 9. Idealización Acrópolis Sur de Nakum (Ilustración T. Tobar)

Entre estos edificios sobresalen el Edificio 26, temascal cuya función es plenamente conocida, este edificio tiene una planta cuadrangular con un acceso bastante pequeño en su fachada oeste y cuya sección superior semeja a la bóveda escalonada del Edificio R, el interior está formado por un único recinto con una banca en forma de “U”. Por su parte, el Edificio H corresponde con los edificios conocidos como laberintos, que en este caso cuenta con 7 cámaras, distintos accesos, pasillos y patios, que limitan el acceso hacia la Acrópolis Interior, donde sería la sede o residencia de la familia gobernante (Méndez et. al. 2006, Calderón et. Al. 2008).

Durante este período la Acrópolis Interior también alcanza su conformación final ya que en la parte superior del basamento fue construido el Edificio Y que cuenta con dos niveles de recintos abovedados, que incluyen bancas en su interior, mientras que los Edificios 63 y 63^a (con un interior de tipo “tándem”) en el lado oeste, el Edificio 64 por el norte (que cuenta con pilares en su fachada norte) y el Edificio 65 en el lado este cierran el Patio 6 (Calderón *et. al.* 2008).

Adosado a los cuerpos inferiores del mismo basamento fue construido el Edificio Z, un palacio de dos niveles, con siete cámaras en el primer nivel y cinco en el segundo con escalinata de madera posiblemente. Su construcción es similar a la de las Estructuras 5D-50 y 5D-130 de la Acrópolis Central de Tikal (Harrison 1970) y en la Estructura B-15 de Naranja (Fialko 2006).

El Edificio N es modificado nuevamente al agregarse volúmenes tanto a norte como al sur de la escalinata ampliando la plataforma superior, quedando la sección superior remetida al construirse un elemento sólido o “dado” al centro de la misma. Este elemento es similar al encontrado en el Edificio G y al acceso de la cámara sur del primer nivel del Edificio E, posiblemente utilizado para dirigir actividades públicas. También se agrega un nuevo recinto con tres accesos en la fachada Este, además, *se abre una nueva puerta en la parte norte del muro este por la que se ingresa a los Cuartos 3 y 6, es posible que en este momento se abra la ventana ovalada en el muro norte del Cuarto 6* (Noriega y Hermes 2000), que al igual que en el Edificio A son tallados en los muros hasta obtener las formas requeridas. Finalmente se amplían los muros exteriores del primer nivel de los Edificios 60 y 61 (Zralka *et. Al.* 2007).

En el Patio 1 todos los edificios alcanzan sus características finales: el Edificio D incrementa su longitud tanto al este como al oeste al construirse nuevas series de cámaras hasta alcanzar un total de 38 de ellas que suman 122 m de largo por 12 m de ancho (Hermes y Calderón 2003). Por su parte al Edificio E se le agregan dos cámaras en la parte superior del basamento piramidal, una en el lado norte y la otra en el lado sur, creando un templo superior con planta simulando un patrón tríadico; además, en la mitad sur del primer cuerpo las dos cámaras existentes fueron cubiertas y remplazadas por un solo recinto alargado, en tanto que la fachada de la plataforma que sostiene a este cuarto es modificada al ser construido un muro vertical en la parte inferior, mientras que la sección superior está compuesta por un talud seguido por un tablero enmarcado y una cornisa volada, un estilo característico de los centros de Xochicalco y El Tajín en el centro de México y Veracruz respectivamente, así como en Tikal y Yaxha durante el Clásico Tardío (Zralka *et. al.* 2007).

El Edificio G se constituye como uno de los palacios más majestuosos de la ciudad, conformado por dos niveles con cuatro recintos cada uno, los cuales fueron construidos sobre un basamento de tres cuerpos escalonados y una escalinata de acceso bastante amplia en su fachada norte. En ambos lados de la escalinata, a la altura del primer cuerpo del basamento fueron agregadas dos representaciones de prisioneros en posición ventral, con las manos atadas atrás de la espala, cuentan con tocados elaborados y cartuchos glíficos bastante similares con ejemplos contemporáneos del norte de Yucatán. Al realizarse nuevas remodelaciones al edificio estos elementos quedaron cubiertos por las alfardas construidas en los costados de la escalinata, además de agregarse escalones jeroglíficos (Zralka 2007).

Durante este período es notable como las potencias del Clásico Tardío experimentan cambios dramáticos que culminan con el abandono de la mayoría de sitios, incluyendo a Tikal y Naranjo, Nakum sin embargo, registra un apogeo y crecimiento que habría tenido lugar al liberarse del yugo de cualquiera de estas ciudades que dominaron el escenario durante los siglos precedentes, un caso que sucede con otros sitios secundarios como Jimbal, Ixlu, Xultun y Xunantunich, entre otros (Zralka *et. al.* 2007).

Posclásico Temprano (1000 – 1250 dC.): Aunque no se han registrado actividades constructivas para este período, evidencias de ocupación se han reportado en diversos sectores de la Acrópolis (Noriega y Hermes 2000, Hermes y Calderón 2003, Zralka *et. Al.* 2007, Calderón *et. Al.* 2008), tratándose de una reocupación menor de grupos itinerantes que aprovecharon los espacios interiores de los edificios abandonados para satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

Tecnología constructiva

El epicentro urbano de Nakum está conformado por más de 140 edificaciones, las cuales cumplían funciones domésticas, administrativas, ceremoniales y comerciales. El Sector Sur se caracteriza por presentar la mayor concentración de edificios, los cuales fueron acondicionados en una serie de terrazas y plataformas artificiales de mampostería. Los antiguos habitantes de Nakum también aprovecharon la topografía natural del lugar y con grandes esfuerzos para adaptarla a sus necesidades, desarrollaron uno de los conjuntos arquitectónicos más complejos que se conocen en las Tierras Bajas Mayas.

Parte fundamental de cualquier obra arquitectónica la constituye el tipo de materiales utilizados y su uso apropiado, dado que la tecnología maya estuvo limitada por la ausencia de metales y animales de carga, sin embargo, esta limitante no impidió que construyeran complejos y variados edificios, así como obras de ingeniería monumentales, sino que por el contrario, luego de siglos de experiencia les permitió desarrollar una arquitectura con características propias acondicionadas a la explotación del medio circundante.

Los mayas tenían un amplio y preciso conocimiento de su entorno y de los recursos que en él se encontraban, lo cual les permitió aprovechar al máximo los componentes naturales de los que estaban rodeados. Las Tierras Bajas Mayas se caracterizan por contar con suelos sedimentarios en donde los recursos vegetales son ricos, abundantes y variados, característicos del bosque subtropical húmedo de donde los habitantes de Nakum extrajeron materiales e implementos para complementar aquellos que extraían de la tierra.

Aunque las técnicas de construcción y el uso que se dio a los materiales variaron a lo largo de la extensa historia de los mayas, los materiales que utilizaron para sus construcciones fueron básicamente los mismos, siendo los más importantes los siguientes:

En Nakum y en las Tierras Bajas en general, *la piedra caliza* fue uno de los elementos fundamentales para la construcción de edificios, ya que se trata del material más abundante y perdurable. A pesar de ser de naturaleza suave, con excesiva porosidad, de baja resistencia y muy dúctil (Larios y Orrego 1997), la piedra caliza se constituyó como el material más sólido para la construcción de los edificios, permitiendo la creación de monumentales obras

arquitectónicas como los grandes templos de la ciudad. Todos los edificios de mampostería de Nakum fueron construidos con piedra caliza debido a que el subsuelo en la región, por su naturaleza sedimentaria está formado, casi sin excepción por este material.

Ya sea como sillares o bloques para los muros, o bien en su forma rústica natural para los rellenos, la caliza proporcionó la base para la construcción. Sin embargo, otros tipos de piedra también fueron utilizados. Entre éstas, la más importante es el pedernal o silex, que fue utilizado a manera de cuñas para nivelar los sillares de los paramentos en los espacios entre las cisas o juntas. También fue usado para la elaboración de herramientas para la extracción y talla de los sillares, o bien para esculpir o tallar los elementos decorativos de los edificios o monumentos ya que se trata del material de mayor dureza entre los suelos sedimentarios.

A partir del procesamiento de la piedra caliza, los antiguos mayas fueron capaces de fabricar *la cal*, el producto que se obtiene de la quema de la piedra caliza en un proceso que permite transformar un producto natural, en otro que, tras una nueva reacción química, puede volver nuevamente al material original (Muñoz 2003). Al ser mezclada con agua y tierra caliza (*sascab*) o arcilla se obtiene una mezcla que sirve como aglutinante entre los distintos materiales de construcción pero que fue más utilizada para unir la sillería de los muros.

Además de funcionar como aglutinante en los aparejos de los muros y núcleos, la cal también fue utilizada para la aplicación de pisos y cubiertas protectoras sobre las superficies horizontales como techos y andenes, pero también se usó en forma de estucos para el recubrimiento de muros, bancas, e incluso para cubrir y proteger edificios enteros, sin embargo, el uso más notable del estuco es en los elementos decorativos de los edificios, en donde los escultores especialistas llevaron a cabo magistrales obras de arte cuando menos desde el Preclásico Tardío (Hansen *et. al.* 1995, Larios y Orrego 1997, Muñoz 2003).

Otro tipo de aglutinante utilizado en las antiguas construcciones mayas es la *arcilla*, material fue utilizado seguramente mezclado con agua y cal. Su uso es más común en los rellenos de los enormes núcleos de las edificaciones de mampostería, pero también en las construcciones comunes en donde, mezclada además con plantas era y es aun hoy día, usado para recubrir los muros que tienen un soporte de empalizadas.

En Nakum las fuentes de arcilla más inmediata son los enormes bajos o terrenos inundables que rodean toda la ciudad, siendo el bajo La Justa el más próximo al epicentro. Además la arcilla debió ser muy utilizada para el almacenamiento y traslado del agua, tanto para la construcción como para el consumo y alimentación de los constructores.

El *agua* es un material indispensable para la construcción en todos sus procesos ya que cumple con la función de hidratar los aglutinantes con las piedras, pisos, estucos, dinteles, etc. Sin agua los materiales simplemente no se adhieren. La cantidad necesaria para la construcción de los grandes templos es enorme por lo que diversas fuentes debieron ser utilizadas al mismo tiempo ya que su uso está implícitamente ligado a todas las actividades involucradas en su construcción. Además hay que agregar que el consumo humano para la elaboración de estas obras es también de consideración ya que por la dureza del trabajo y las altas temperaturas, las personas involucradas como albañiles, escultores, cargadores, etc. consumirían una gran cantidad del vital líquido.

Tierra caliza o sascab: es una arena blanquecina natural resultante de la meteorización de algunas capas de la piedra caliza mezclada con arcillas y que aflora en ciertas partes del terreno. Su uso está ligado a la producción de mezcla para los aglutinantes, o bien para la aplicación de pisos de edificaciones o calzadas por medio del apisonamiento permitiendo la creación de pavimentos compactos (Muñoz 2003).

Aunque es escasa su presencia en los edificios de mampostería, *la madera* fue la base para las viviendas comunes gracias a sus múltiples cualidades aptas para la arquitectura como su ligereza y flexibilidad. En los edificios mamposteados su uso directo fue aplicado en dinteles de puertas y ventanas, así como en travesaños, además de otras aplicaciones pero que, dada su naturaleza perecedera no han sobrevivido a nuestros días (*idem*).

Las maderas más duras utilizadas en las construcciones de mampostería son el chicozapote y del palo de tinto o de Campeche, los cuales son los únicos ejemplos que han sobrevivido al inclemente pasar del tiempo debido a su dureza y alta densidad. Los ejemplos más sobresalientes que han sobrevivido en los edificios de Nakum son los tirantes o morillos que atan los muros de las bóvedas y vigas de dinteles sobre las puertas en algunas cámaras de los Edificios E, D y N.

La madera también debió ser utilizada como un elemento auxiliar en las construcciones como por ejemplo para la construcción de andamiajes, escaleras, rampas, así como para varas, palos y mangos de las herramientas líticas (*idem*), entre muchos otros posibles usos. Además es importante resaltar que la madera es un elemento importante como combustible para la quema y preparación de la cal así como para la preparación de los alimentos para el personal de las construcciones, por lo que la necesidad de leña debió ser excesiva. Otra función importante de la madera es su utilidad para el traslado de los bloques de piedra, ya que al colocarse debajo de los pesados bloques funcionan como rodos, o bien para elaborar camillas para cargarlos, o bien como poleas y palancas.

El adecuado uso de los diversos materiales de construcción, la adaptación de las condiciones topográficas, la constante experimentación constructiva y el cúmulo de información obtenida a lo largo de los siglos, permitió a los antiguos planificadores mayas, desarrollar un particular, práctico y versátil estilo arquitectónico, que nos permite identificar los principios tecnológicos aplicados a la construcción, muestra de la especialización y la complejidad social de la época.

Muros de carga y cubierta vegetal: Fue el más utilizado ya que con este sistema se construían las residencias de la gran mayoría de la población, siendo el más primario y sencillo en la arquitectura maya. Consiste en muros formados por empalizadas, a veces puestas sobre una base de hileras de piedras, y sobre los cuales eran contruidos techos con vigas de palos rollizos entre los que se entrelazaban las hojas de palma que cerraban el techo creando en el interior una forma triangular (*idem*). Los muros podrían estar recubiertos con bajareque, una mezcla de arcilla, agua, cal y raíces y hojas de plantas. Su carácter perecedero dificulta su estudio, sin embargo, las casas modernas comparten muchas de sus características y elementos que han sido muy bien estudiadas por lo que pueden ser fácilmente interpretadas (Wauchope 1938).

Muros de carga y bóveda falsa: Conocida también como bóveda maya o de aproximación, es el sistema más utilizado en las construcciones pétreas. Con ellos se limitan las cámaras interiores de los edificios utilizando muros de mampostería de doble cara o paramento, sobre los que se construyó la bóveda, usualmente creando un sofito en la unión del muro con la primera hilada en saledizo de las bóvedas. Estas se apoyan de forma independiente sobre los muros, lográndose una estabilidad gracias a la independencia estructural que presentan, permitiendo que, en algunos casos, se conserve uno de los muros aunque su opuesto haya desaparecido (Muñoz y Vidal 2004:738).

Las construcciones de Nakum son particulares en la región del noroeste del Peten. La mayoría de los edificios presenta los mismos sistemas de bloques de piedra talladas como un mero revestimiento—tipo formaleta— sin anclaje en el núcleo de los muros (Quintana y Wurster 2001:89, Méndez *et. Al.* 2006:375).

Contrafuertes: Se trata de una pared saliente que como refuerzo se coloca sobre los paramentos de un muro y tienen por objeto el de robustecer y estabilizar una construcción ante posibles cargas superiores, o bien para reparar fallas durante el uso de una estructura (Larios y Orrego 1997:13).

Sistemas adintelados: Este era utilizado en casos excepcionales como en puertas y ventanas, siendo los más complejos los encontrados en los amplios vanos de los accesos de las cámaras interiores de los grandes templos. Los dinteles en los palacios eran de una sola piedra de grandes dimensiones, o también de maderas muy dura como el chicozapote o el palo de tinto o Campeche. Su uso es restringido ya que conllevan una mayor calidad de los elementos constructivos utilizados y el consiguiente encarecimiento de la construcción (Muñoz y Vidal 2004:741), además de concentrar las cargas sobre los muros que los soportan.

Encajuelado o sistema celular: Es uno de los adelantos tecnológicos más importantes al que llegaron los mayas, permitiéndoles conseguir monumentales alardes constructivos (*idem*). Gracias a la superposición de elementos se da forma a la parte primordial de las estructuras, el núcleo (Larios y Orrego 1997:13), que está compuesto por la continua superposición de cajones más reducidos delimitados por muros de sillería, rústica o no, dentro de los cuales se colocaban materiales de relleno muy compactados (de piedra rústica con argamasa de arcilla generalmente), permitiendo crear la solidez interna necesaria para que los cuerpos de los edificios piramidales se convirtieran en plataformas estables.

En ocasiones el núcleo era conformado por edificios anteriores que eran clausurados para realizar remodelaciones, sin embargo, estos edificios antiguos no eran destruidos sino que eran utilizados para servir de base a las nuevas versiones, a partir esas subestructuras el trazo de las cajuelas seguía formas y dimensiones distintas, de acuerdo a los requerimientos y dimensiones de los nuevos edificios. Así por ejemplo los niveles superiores no seguían la misma traza que sus precedentes (Muñoz y Vidal 2004:741).

Al terminar cada nivel la parte superior era estucada con pisos que debían tener desniveles apropiados para la evacuación de las aguas pluviales y soportaban los encajuelados de los niveles superiores. Los muros exteriores eran construidos con sillería de mejor calidad y con un sistema de colocación de piedras de punta o llaves que se incrustaban en el relleno permitiendo atar el revestimiento exterior a la masa interna del edificio (*Idem*).

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1 Justificación

En un buen número de casos, los trabajos de investigación arqueológica conllevan a la inminente restauración de los edificios, como una acción de tipo extraordinario, que forma parte de la metodología de la conservación, en la mayoría de casos inevitable y justificada por la necesidad de preservar los vestigios arquitectónicos (Larios 1997, Quintana 1997, Wurster 2000, Muñoz 1997), aunque también dichas intervenciones se justifican para crear destinos turísticos que permitan el desarrollo local (González 1997, Flores 1997, Keit Sei 2006, 2007). En todo caso, para un adecuado análisis circunstancial es necesario considerar una serie de variables técnicas, operativas y presupuestarias:

- Los elementos constructivos utilizados por los antiguos mayas son parte de la herencia material que debemos conservar, al igual que los monumentos esculpidos o las finas piezas de cerámica, por lo que es consecuente tratarlas con el mismo nivel de respeto y responsabilidad.
- En su mayor parte, los edificios prehispánicos están contruidos con piedra caliza, que debido a su composición química presentan altos niveles de deterioro frente al intemperismo, principalmente cuando se ven expuestas a bruscos cambios climáticos.

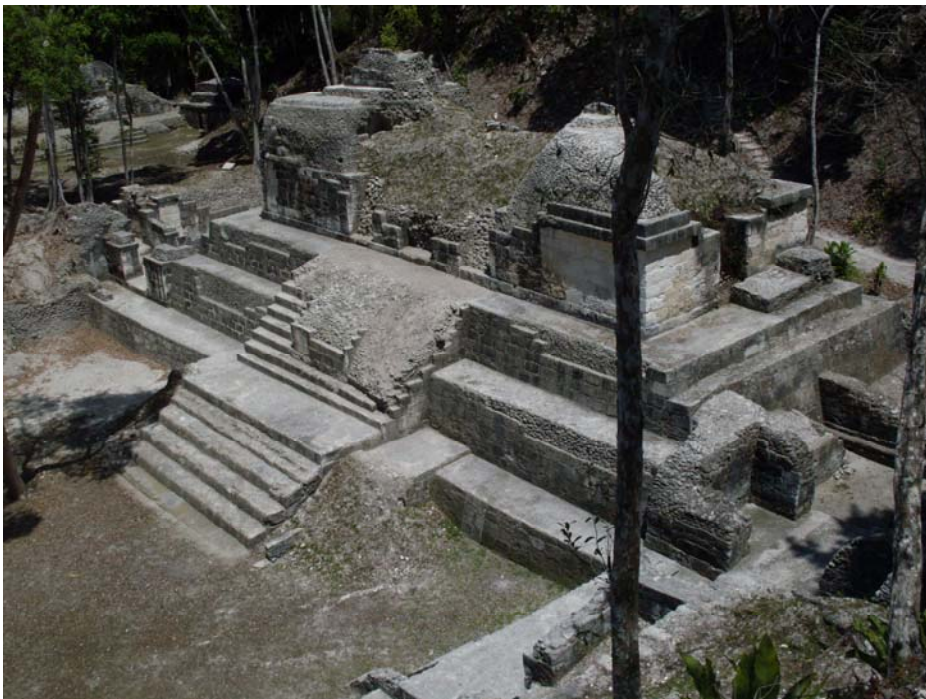


Figura 2. Edificio G Acrópolis Sur de Nakum (foto E. Barrios).

- Un edificio prehispánico, al igual que todos los materiales arqueológicos, pierden el equilibrio que han alcanzado a lo largo de varios siglos desde su abandono, acelerando el proceso de deterioro a partir del momento de la excavación, por lo que es fundamental prestar la atención necesaria a través de un adecuado Programa de Conservación.
- El turismo es una alternativa económica para el desarrollo de nuestra nación, sin embargo no debe ser la principal justificación para la sobre exposición de edificios prehispánicos.
- Aunque es fundamental realizar los procesos de restauración y conservación de los elementos arquitectónicos excavados, una alternativa técnica acertada es dejar expuestas solamente aquellas áreas consecuentes a la capacidad de respuesta de las unidades técnico-administrativas a cargo de cada sitio arqueológico.

La historia de la restauración arqueológica en Guatemala tiene más de 50 años, siendo Tikal uno de los ejemplos más complejos. Por diversas razones entre las que destaca el turismo, dicho sitio arqueológico cuenta con un alto número de edificios restaurados, en muchas ocasiones de manera completa. Hasta la fecha se han desarrollado diferentes proyectos de restauración de los edificios de Tikal, algunos hace más de 40 años (Larios 1997, 2003), mientras que en Nakum, recién ha finalizado la restauración de 34 edificios (Noriega 1999, Noriega y Hermes 2000, Noriega y Quintana 2003, Méndez *et al.* 2006, Noriega *et al.* 2008), por lo que se considera como una gran oportunidad, en este caso, prevenir que estos últimos sufran los daños que se han reportado en Tikal, para lo cual es fundamental desarrollar las investigaciones que conformarán la base teórica y permitirán establecer los procesos adecuados de conservación preventiva del Patrimonio Cultural Edificado de Nakum.

El sitio arqueológico Nakum se ubica en el sureste de la Reserva de la Biosfera Maya y desde que fue descubierto en 1905 (Périgny 1910) constituye uno de los principales ejemplos de las ciudades prehispánicas de las tierras bajas centrales, abandonadas hace más de 1000 años. Con el paso del tiempo, la regeneración natural permitió a la selva recuperar aquel espacio modificado por la fuerza del hombre y los bellos edificios se vieron cubiertos por una flora diversa, que incluye ejemplos de grandes árboles de maderas preciosas, arbustos y palmas, así como una gran variedad de organismos vegetales menores, caracterizados por su capacidad para cubrir prácticamente cualquier superficie.

Regresando momentáneamente a Tikal, a pesar del mantenimiento que han recibido dichos elementos, durante la última década se ha incrementado considerablemente el deterioro de los bloques calizos que conforman las fachadas de todos los edificios intervenidos, principalmente en los sectores Sur y Oeste (Muñoz 1997, Larios 2003, Larios y Orrego 1997, Breuil-Martínez y Aquino 2004, Gómez 2004).



Figura 4. Arquitectura prehispánica maya, Templo I Tikal (foto D. Aquino).

De acuerdo con los resultados obtenidos en distintos proyectos de investigación, el deterioro de la piedra caliza se debe a tres factores principalmente:

- Características propias del material, que permite la absorción del agua de lluvia, mientras que sufre desecación de la parte externa a causa de la insolación.
- El intemperismo, principalmente por ubicarse en un medio ambiente agresivo, que presenta bruscos cambios de temperatura y humedad.
- El crecimiento de organismos vegetales en la superficie, que permite la penetración de los rizoides de los musgos y microflora, a parte de impedir un proceso ambiental homogéneo en toda la superficie (temperatura y humedad).

En este sentido, se considera que los dos primeros factores escapan de nuestras manos, mientras que el tercero puede ser manejado de una forma adecuada, con el fin de conservar los elementos constructivos de los antiguos edificios mayas. En caso contrario, es posible pronosticar que dentro de 15 años, si no es que antes, los edificios de Yaxha presentarán los mismos deterioros que los evidentes en Tikal.

El desarrollo del presente estudio busca incrementar el conocimiento que se ha generado sobre los procesos de deterioro de los materiales constructivos

mayas, con el fin de proveer información fundamental en la producción de una propuesta técnica que permita la conservación de los edificios prehispánicos restaurados, principalmente aquellos ubicados en los parques nacionales o parques arqueológicos, los cuales funcionan como fuentes de desarrollo local.

1.2 Objetivos

➤ Objetivo General

Generar una propuesta técnica operativa, que permita la conservación de los elementos arquitectónicos mayas a través de procesos preventivos, con el fin de contribuir en la interminable lucha por preservar el patrimonio cultural edificado.

➤ Objetivos Específicos

- Registrar la ubicación, distribución y alcance de los organismos vegetales menores, de acuerdo a variables ambientales, materiales y contextuales.
- Identificar las diversas especies de organismos vegetales menores que cubren las superficies expuestas de la arquitectura prehispánica del sitio arqueológico Nakum.
- Caracterizar los deterioros causados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre las superficies expuestas de la arquitectura prehispánica del sitio arqueológico Nakum.
- Evaluar 4 métodos distintos de remoción y prevención del recrecimiento de organismos vegetales menores sobre elementos arquitectónicos en el sitio arqueológico Nakum.
- Determinar el mejor procedimiento técnico para la remoción de los organismos vegetales menores en el corto plazo y la prevención del recrecimiento en el mediano plazo.

1.3 Metodología

El presente estudio pretende realizar la caracterización de los organismos vegetales menores que crecen y se proliferan sobre la superficie de la arquitectura prehispánica expuesta, provocando distintos deterioros a los materiales constructivos, tanto en contextos externos como en el interior de los recintos.

Para tal efecto, se seleccionaron 40 muestras de manera sistemática, con el fin de analizar todo el universo de posibilidades presentes en el sitio arqueológico Nakum, 30 en ambientes exteriores y 10 en contextos interiores. Cada una de las áreas seleccionadas corresponde a 1 m² de superficie arquitectónica, la cual a su vez ha sido subdividida en 100 cuadrantes identificados por medio de un sistema de coordenadas alfanuméricas (p. ej. A1, C8, F2), utilizadas como referencia de ubicación a lo largo de la investigación.

Etapa 1. Investigación documental y diseño de fichas de registro.

Comprende la recolección de información relacionada con la problemática planteada, antecedentes de investigación y resultados obtenidos por otros estudios relacionados, tanto en el ámbito de la conservación de materiales

culturales, como en otros temas afines (p. ej. arquitectura maya, arqueología, restauración prehispánica, geología, medio ambiente, biodeterioro), con el fin de elaborar un marco general de referencia que permita diseñar una matriz de análisis de resultados parciales y finales.

Al mismo tiempo, se deberá validar las fichas que fueron diseñadas y utilizadas durante el proyecto 2008, las cuales serán utilizadas en el levantamiento de información a lo largo de la ejecución del presente proyecto, en las distintas fases de estudio (arqueología, biología, conservación, monitoreo). La principal finalidad de esta actividad es uniformizar y sistematizar la recolección de datos en campo, permitiéndonos realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos. La principal finalidad de esta actividad es uniformizar y sistematizar la recolección de datos en campo, lo que nos permitió realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos. [ver anexos 1 al 7]

Etapa 2. Selección de las muestras y registro arqueológico.

Se realizó un recorrido general del sitio arqueológico, incluyendo los 34 edificios prehispánicos expuestos, con el fin de seleccionar las 40 áreas que formaron parte del presente estudio. Se contemplaron todas las variables de orientación, ubicación, sustrato y elemento arquitectónico, por medio de una selección dirigida que incluye 10 áreas en contextos interiores y 30 en contextos exteriores, con el fin de cubrir el mayor número de variables ambientales: humedad relativa, luminosidad, soleamiento, temperatura máxima, temperatura mínima, etc. [ver anexo 1]

Una vez realizada la selección de las 40 áreas de estudio, se realizó el registro de ubicación geodésica y localización de cada área a investigar, así como el registro gráfico arqueológico de cada superficie, por medio de fotografía digital. El principal objetivo de este ejercicio fue contar con un registro visual de los distintos elementos constructivos y analizar porcentualmente la presencia de cada sustrato en las áreas seleccionadas. [ver anexo 8]

Gracias al apoyo obtenido de la Asociación Pop Na Petén, las labores de monitoreo medio ambiental se realizaron entre los meses de mayo y noviembre, haciendo uso de un hidrotérmo grafo digital y un termómetro laser digital, analizando las variables de humedad relativa, temperatura ambiental y temperatura superficial del sustrato. [ver anexo 8]

Etapa 3. Registro biológico e identificación de especies

Utilizando la retícula alfanumérica, se procedió al registro *in situ* de la cobertura vegetal y variedad de crecimientos orgánicos en las superficies seleccionadas, tomando en cuenta variables como: color, textura, espesor, ubicación, sustrato y estado biológico, con el fin de identificar los distintos tipos de organismos vegetales y sus variables, así como determinar la presencia de patrones de distribución respecto del tipo de sustrato: bloques calizos, embono o estuco. Esta actividad se llevó a cabo en tres ocasiones, con el fin de identificar de manera preliminar la variabilidad de los crecimientos, en relación a las distintas épocas climáticas del año [ver anexo 8]

La recolección de muestras se realizó de manera mecánica, con el auxilio de una lupa, un bisturí y una espátula. Cada una de las muestras de briófitas y

líquenes fue colocada dentro de un sobre de papel poroso y se dejó secar por 24 horas para evitar la descomposición. Todas las muestras recolectadas se registraron en la ficha de campo respectiva con un código correlativo, el cual se aplicará por medio de etiquetas auto-adheribles.

Una vez realizada la colecta de muestras, en el laboratorio se procedió a la determinación taxonómica de los organismos vegetales menores, haciendo uso de un microscopio y las claves de identificación correspondientes. [ver anexo 1 y 8]

Etapa 4. Registro de deterioros y aplicación de compuestos.

Luego de determinar la distribución y alcance de los organismos vegetales menores, así como su relación con los sustratos identificados, se procedió a realizar la caracterización de los deterioros físicos y biológicos, reconocidos en las áreas seleccionadas. La principal finalidad es buscar una relación específica entre los deterioros y el crecimiento de los organismos vegetales menores.

Posteriormente se procedió a realizar la evaluación de los 4 métodos de conservación preventiva seleccionados previamente, los cuales se aplicaron en secciones de 400 cm², es decir, catas de 4 cuadrantes (p.ej. A1-B2, C8-D9), de acuerdo a las distintas muestras seleccionadas. La fase de aplicación incluyó el análisis de reacción a corto plazo de las pruebas realizadas, así como el registro fotográfico de los resultados. [ver anexo 1 y 8]

Etapa 5. Recopilación de información e interpretación de resultados

A lo largo de esta sección de la investigación, se relacionaron de manera científica los datos recopilados por medio del análisis documental y los resultados obtenidos *in situ*, con el fin de evaluar la correspondencia directa o indirecta de los resultados, así como a analizar los componentes circunstanciales que vinculan las tres áreas de estudio (arqueología, biología y conservación). Durante esta etapa se elaboró un análisis gráfico de superposición, con el fin de evaluar la relación existente entre la ubicación y cobertura de los organismos vegetales menores y la presencia de deterioros en los elementos constructivos de cada una de las áreas seleccionadas.

También se llevó a cabo el análisis y evaluación de las reacciones inmediatas y en el mediano plazo de la aplicación de los 4 métodos experimentales, con el fin de determinar la eficacia de cada uno de ellos y confirmar la ausencia de daños colaterales.

Luego de identificar la necesidad de llevar a cabo un diagnóstico general de conservación del Patrimonio Cultural Edificado del sitio arqueológico Nakum, haciendo uso de las fichas diseñadas por el restaurador independiente Rudy Larios, se realizaron las gestiones necesarias para realizar esta actividad que inicialmente no se tenía contemplada. Durante el proceso se realizaron análisis visuales, recolección de información *in situ* y registros gráficos de los deterioros físicos y biológicos presentes en los distintos elementos arquitectónicos de cada uno de los edificios prehispánicos expuestos en el sitio arqueológico Nakum. Siendo consecuentes con la naturaleza del proyecto, esta actividad también fue realizada de manera multidisciplinaria, se contó con la participación de arqueólogos, arquitectos, restauradores, biólogos y conservadores de bienes culturales.

2.3 Organismos vegetales menores

A lo largo de la presente investigación, se ha planteado el concepto de organismos vegetales menores con la intención aglutinar de manera genérica el conjunto de especies botánicas, florales o similares que crecen y cubren las superficies de la arquitectura prehispánica de Nakum, conocidos comúnmente como microflora (Aquino et al. 2008). En la actualidad se desarrollan diversos estudios sobre estos crecimientos, aunque desde hace varios siglos los exploradores de sitios arqueológicos mayas han prestado atención a dicho fenómeno, utilizando nombres como lanas o manchas (Torres 1993).

En este sentido, con el presente proyecto se contribuye a la identificación taxonómica de la microflora, biopelícula, lanas o manchas, que cubren los elementos arquitectónicos mayas (Aquino et al. 2009a). Sin importar el nombre genérico que utilicemos, la implementación de un equipo multidisciplinario y los avances en el estudio botánico nos permite llamarles a los organismos vegetales menores de la manera más adecuada.

Algas

Las algas son un grupo de organismos de estructura simple que producen oxígeno al realizar el proceso de la fotosíntesis, proceso en el cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Aunque la mayoría de las algas son microscópicas como las diatomeas también las hay que son visibles a simple vista como las algas marinas y las no marinas.

Aunque las algas se caracterizan por la capacidad de realizar la fotosíntesis, ciertas especies han evolucionado hacia la pérdida de su capacidad fotosintética, adaptándose a ambientes oscuros o con poca exposición a la luz. En Yaxha se registró el crecimiento de algas epilíticas en la mayor parte de las áreas de estudio seleccionadas, de manera indiscriminada los distintos sustratos (Aquino et al. 2008).

La división más simple podría ser las formas inmóviles y las formas móviles; aunque hay otra utilizada pero que es incorrecta entre animal y vegetal. Los biólogos suelen usar un sistema de clasificación que las distribuye en reinos diferentes. Las investigaciones actuales sugieren que existen, al menos, 16 líneas filogenéticas, grupos de organismos con un antepasado común, o divisiones. Las líneas filogenéticas de las algas se definen según determinadas características, como la composición de la pared celular, los pigmentos fotosintéticos, los productos de reserva, los flagelos de las células móviles, la estructura del núcleo, el cloroplasto, el pirenoide, zona del cloroplasto que participa en la formación de almidón; y la mancha ocular, un orgánulo constituido por una gran concentración de lípidos. Las algas procarióticas, que carecen de membrana nuclear, se clasifican en el reino Móneras. Las formas unicelulares de las algas eucarióticas, que tienen su núcleo rodeado por una membrana, se incluyen en el reino Protistas, al igual que las líneas filogenéticas con formas pluricelulares, aunque según ciertas clasificaciones estas últimas se incluyen en el reino Vegetal.

Algas verdes (*Chlorophyta*)

Las algas verdes pertenecen a la división Chlorophyta son plantas taloides unicelulares, multicelulares o cenocíticas, en su mayor parte sin gran diferenciación de tejidos, nunca con tejidos especializados de conducción; núcleos bien desarrollados, cloroplastos cuando están presentes de color verde, con clorofila tipo a, clorofila b y pigmentos carotenoides amarillos (Conquist 2000).

Se cuentan entre los organismos más antiguos; la primera alga verde aparece en el registro fósil hace más de 2.000 millones de años. Se les considera predecesoras de las plantas verdes terrestres, ya que comparten ciertos caracteres morfológicos con ellas (Brodie y Lewis 2007). Las algas verdes se asemejan a las plantas superiores en que tienen clorofila A y B y almidón como material de reserva. La mayoría son unicelulares (móviles o no móviles), coloniales o pluricelulares.

Existen alrededor de unas 6,500 especies que se agrupan en 12 órdenes basándose en la estructura del talo, el método de reproducción así como la química de la pared celular y de los pigmentos carotenoides (Conquist 2000). Las especies unicelulares móviles se desplazan en el agua gracias a los flagelos lo que les asemeja a los flagelados vegetales y se diferencian en la reproducción sexual. Tanto las móviles como las inmóviles pueden vivir aisladas o reunirse en colonias; a menudo, éstas tienen forma determinada y un número fijo de células, todas ellas iguales, y constituyen una comunidad celular. La mayoría posee paredes celulares con dos capas, una interna de celulosa y otra externa con pectina, sustancia blanca amorfa que producen algunas plantas. Muchos clorofitos unicelulares se agrupan en filamentos y son visibles como musgo de río o verdín de charca.

Las algas verdes habitan distintos tipos de sustratos; terrestres, marinos, aguas dulces y viven en simbiosis con otros organismos. Algunas son capaces de tolerar diversos rangos de pH, temperatura, turbidez, concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono. Algunas se distribuyen en regiones polares (Barsanti y Gaulteiri 2007).

En hábitats marinos las más desarrolladas se componen de sifones plurinucleados y alcanzan una longitud de 10 metros. Las algas verdes se localizan también en el suelo húmedo, adheridas a las plantas terrestres (algunas de éstas son parásitas), e incluso en la nieve y el hielo. Algunas especies terrestres de algas viven en simbiosis con los hongos (líquenes). Las algas verdes se reproducen de forma vegetativa (por fragmentación y división celular), asexual (por esporas y zoosporas), y sexual por conjugación; y en muchas especies se da la alternancia de generaciones.

Las algas verdes tienen una enorme importancia ya que contribuyen al aporte de oxígeno atmosférico. Son fuente de alimento para algunos animales acuáticos, especialmente en aguas dulces. Son importantes en la formación de calizas y algunas están relacionadas con la formación de arrecifes coralíferos. Las algas verdes también contribuyen en el tratamiento de aguas negras, proporcionando a través de la fotosíntesis el oxígeno necesario para que las bacterias efectúen la descomposición de la materia orgánica (Barsanti y Gaulteiri 2007, Conquist 2000).

Diatomeas (*Bacillariophyta*):

Las diatomeas son organismos unicelulares, pero pueden unirse en colonias con forma de tallo o ramificadas. Las células de las diatomeas son completas. Tienen membrana, núcleo, cromatóforos, dos vacúolos que se reparten el jugo celular, etc. En tales células no se acumula almidón, sino gotas de aceite. Lo más notable de estas plantas es la membrana que las envuelve y las protege, constituida por una modificación de la celulosa impregnada de una combinación silícica; esta especie de caparazón, el frústulo, se compone de dos piezas que encajan una en otra por sus bordes, como una caja y su tapadera. En muchas diatomeas existe una línea sinuosa que recorre la valva (rafe) que va de un nódulo extremo a otro, interrumpida por un nódulo central. El sílice les confiere rigidez y origina patrones de estrías, esculpidos de manera complicada, que suelen servir como rasgos para su identificación. El citoplasma contiene el pigmento verde clorofila pero se mezcla con la xantofila (de color amarillento), la carotina y con la fucoxantina ofrecen a las diatomeas su apariencia castaño-dorada con una pigmentación similar, aunque no idéntica, a la de las algas pardas. Su reproducción generalmente es por división celular. Las cubiertas se separan y cada mitad segrega otra un poco más pequeña que encaja con la anterior. Las divisiones celulares sucesivas van produciendo células de menor tamaño, hasta que se alcanza una talla mínima. Periódicamente se originan células de la talla del organismo original por reproducción sexual. Se encuentran principalmente en charcas de agua dulce o en las capas superficiales de los océanos, donde constituyen un componente principal del plancton del que depende la vida marina; y en suelos húmedos. Pueden flotar formando parte del plancton o fijarse a rocas u otras superficies. Los restos fósiles de las conchas de las diatomeas se llama tierra de diatomeas, que se usa como abrasivo y filtrante.

Otras líneas filogenéticas de algas:

Se han definido, al menos, otras 11 líneas filogenéticas de algas. La mayoría son organismos flagelados unicelulares o miembros de colonias. Los dinoflagelados (*Pyrrophyta*) son mayoritariamente marinos. Desempeñan un papel destacado como productores primarios en la red trófica, pero son más conocidos porque originan la marea roja, crecimiento explosivo de ciertas especies que introducen toxinas en el medio. Los cocolitopóridos, miembros de la división *Prymnesiophyta* o *Haptophyta*, tienen unas escamas calcificadas complejas llamadas cocolitos unidas a sus cuerpos celulares. Los cocolitos fosilizados que forman acantilados blancos son importantes en el estudio geológico de los estratos (capas de roca sedimentaria). Otras líneas filogenéticas de algas con miembros fotosintéticos son *Chrysophyta*, *Xanthophyta* (*Tribophyta*), *Eustigmatophyta*, *Raphidophyta*, *Cryptophyta*, *Euglenophyta* y *Prasinophyta*. También se ha registrado otros tipos de algas que se desarrollan solamente en ambientes marinos, como las algas pardas (*phaeophyta*) y las algas rojas (*Rhodophyta*)

Cianobacterias

Las cianobacterias son procariontes fotosintéticos, poseen la habilidad de procesar clorofila *a*, también se les reconoce recientemente por formar ficobilina y ficocianina, ambos tipos de pigmentos fotosintéticos de color rojo o azul. En algunos contextos se les conoce con el nombre de algas verde azules. Las cianobacterias procesan la fotosíntesis oxigénica que consiste en procesar la fotosíntesis en el agua es el donante primario de electrones, por lo tanto libera oxígeno como subproducto (Whitton y Potts 2002).

También son llamadas bacterias verdeazuladas porque carecen de membrana nuclear como las bacterias. Sólo existe un equivalente del núcleo, el centroplasma, que está rodeado sin límite preciso por el cromatoplasma periférico coloreado. Ciertas formas tienen vida independiente, pero la mayoría se agrega en colonias o forma filamentos. Su color varía desde verdeazulado hasta rojo o púrpura dependiendo de la proporción de dos pigmentos fotosintéticos especiales: la ficocianina (azul) y la ficoeritrina (rojo), que ocultan el color verde de la clorofila. Mientras que las plantas superiores presentan dos clases de clorofila *a* y *b*, las

cianobacterias contienen clorofila *a*, pero ésta no se encuentra en los cloroplastos, sino que se distribuye por toda la célula. Se reproducen por esporas o por fragmentación de los filamentos pluricelulares. Las algas verdeazuladas se encuentran en hábitats diversos de todo el mundo. Abundan en la corteza de los árboles, rocas y suelos húmedos donde realizan la fijación de nitrógeno. Recientemente se han registrado crecimientos de algas verdeazuladas en elementos arquitectónicos de la Acrópolis Norte de Tikal (Castañeda *et al.* 2009).



Figura 10. Crecimiento de alga verdeazulada (*Scytonema guyanense*,) Acrópolis Norte de Tikal (Castañeda *et al.* 2009) (Foto D. Aquino).

Algunas coexisten en simbiosis con hongos para formar líquenes. Cuando hace calor, algunas especies forman extensas y, a veces, tóxicas floraciones en la superficie de charcas y en las costas. Las cianobacterias colonizan numerosos ecosistemas terrestres y acuáticos. Generalmente en ambientes acuáticos es donde más se encuentran dando lugar a las floraciones o blooms, condición que

ocurre en cuerpos de agua con altos niveles de nutrientes tales como: fosfatos, nitratos y amoniacos; temperatura entre 15 a 30°C y donde el pH oscila entre 6 y 9. De igual forma se localizan en zonas terrestres donde la desecación y la falta de agua son factores extremos (Whitton y Potts 2002).

. En aguas tropicales poco profundas, las matas de algas llegan a constituir unas formaciones curvadas llamadas estromatolitos, cuyos fósiles se han encontrado en rocas formadas durante el precámbrico, hace más de 3.000 millones de años. Esto sugiere el papel tan importante que desempeñaron estos organismos cambiando la atmósfera primitiva, rica en dióxido de carbono, por la mezcla oxigenada que existe actualmente. Debido a su abundancia en distintos ambientes, son importantes para la circulación de nutrientes, incorporando nitrógeno a la cadena alimentaria participando como productores primarios o descomponedores. Siguen siendo el principal suministro de nitrógeno para las cadenas tróficas de los mares (Whitton y Potts 2002).

Briofitas

La división Bryophyta incluye cerca de 24,000 especies agrupadas en más de 1,000 géneros (Delgadillo 1990). Su clasificación está basada fundamentalmente en características morfológicas y en relaciones filogenéticas. A continuación se presenta un cuadro con las diferencias morfológicas de importancia taxonómica entre hepáticas, antocerotas y musgos.

Briofitas				
	Grupo	Hepatophyta	Antocerophyta	Bryophyta
Diferencias Morfológicas Esporofitos	Esporofitos	Creciendo desde una célula apical. Completamente rodeados por una caliptra y otros órganos protectores (perianto, marsupio, involucro, etc.).	Creciendo desde un meristemo basal. Durante su desarrollo, parcialmente cubierto por un involucro, sin caliptra.	Creciendo desde una célula apical. Durante su desarrollo la parte superior cubierta por una caliptra, sin otros órganos protectores.
	Maduración de las esporas	Sincrónica, antes de la elongación de la seta.	Asincrónica (sin seta).	Sincrónica, posterior a la elongación de la seta.
	Cápsula	De redondeada a cilíndrica, sujeta por una seta incolora y frágil (o sin seta). Se abre de una sola vez, por 1-4 valvas. Sin columela, estomas y peristomas, eláteres presentes.	De forma cilíndrica a larga y filiforme, sin seta. Se abre gradualmente desde el ápice hacia la base por medio de 2 valvas. Con columela, con o sin estomas, sin peristoma, eláteres presentes.	Se abre de una sola vez, usualmente por medio de un opérculo. Con columela y estomas, a menudo con peristoma, eláteres ausentes.

Tabla 1. Diferencias morfológicas entre los esporofitos de los tres grandes grupos de briofitas (Según Delgadillo 1990)

Las briofitas son plantas generalmente pequeñas que incluyen a tres grupos principales: hepáticas, antocerotes y musgos; viven sobre rocas, suelo, troncos o ramas de los árboles; se encuentran de preferencia en lugares muy húmedos o en hábitats acuáticos pues requieren de agua líquida para la fecundación. Sin embargo, las briofitas también pueden tolerar condiciones ambientales extremas que otras plantas no resisten; por esta razón, están ampliamente distribuidas en el mundo, desde los ambientes árticos hasta las zonas tropicales y desde los desiertos hasta los ambientes sumergidos. Aunque toleran la aspersion por agua salada, nunca son marinas (Gradstein *et al.* 2001).

Briofitas				
	Grupo	Hepatophyta	Antoceroophyta	Bryophyta
Diferencias Morfológicas Tallo	Talo	Con hojas en 2-3 filas o sin ellas	Sin hojas	Con hojas arregladas en espiral, raramente en 2-3 filas. Se desarrollan de la epidermis del tallo
	Ramas	Se desarrollan de las células iniciales en las hojas o de células centrales del tallo, raramente de la epidermis del mismo	-	Se desarrollan a partir de la epidermis del tallo
	Células	Con numerosos cloroplastos, sin pirenoides, trígonos usualmente presentes	Con 1-4 cloroplastos grandes, cada uno con o sin pirenoide, sin trígonos	Con numerosos cloroplastos, sin pirenoides y usualmente sin trígonos
	Rizoides	Unicelulares	Unicelulares	Pluricelulares
	Paráfisis	Usualmente ausentes (a veces presentes entre los anteridios)	Ausentes	Usualmente presentes entre los gametangios
	Anteridios	Foliosas: Esféricos, se encuentran en las axilas de las hojas perigonales, en ramas especializadas. Taloideas: en cámaras anteridiales o elevados por anteridioforos	Maduran antes que los arquegonios. Contenidos en cámaras anteridiales	De forma regular o de clava y formados por un pedúnculo y una cubierta estéril que rodea a una cámara donde se encuentran los anterozoides
	Arquegonios	Foliosas: Rodeados por un periquecio o por un perianto. Taloideas: en cámaras arquegoniales o elevados en arquegonióforos	Se forman cerca del punto de crecimiento del gametofito, su pared es parte del cuerpo del gametofito (células idénticas a las vegetativas)	En forma de botella, entremezclados con parafisis, rodeados de un periquecio formando una cubierta protectora
	Protonema	Muy pequeño, taloide, produciendo únicamente 1 gametofito	Muy pequeños, taloides, produciendo solamente 1 gametofito	Filamentosos, usualmente produciendo mas de un gametofito

Tabla 2. Diferencias morfológicas entre los talos de los tres grandes grupos de briofitas (Según Delgadillo 1990)

Las briofitas son similares a otras plantas porque contienen clorofila, carotenos, xantofilas, almidón verdadero, algunas grasas, celulosa y hemicelulosa. Pertenecen al subreino *Embriophyta* –que también incluye a las plantas vasculares– porque forman un embrión que se desarrolla a partir del *cigoto*; este último es el producto de la fusión de dos células sexuales. Además de estas características, las briofitas tienen un ciclo de vida en el que alternan dos generaciones, el *gametofito* y el *esporofito*. Las dos generaciones son fases claramente diferentes en forma, función y dotación cromosómica. La *espora* es la primera célula de la generación del gametofito que, al germinar, produce una estructura multicelular filamentosa, laminar, globosa o de otras formas que se conoce como *protonema*. Este se fija al sustrato por filamentos sin clorofila llamados *rizoides*. El protonema produce brotes en los que se diferencia una célula apical que da lugar a un gametofito más complejo. El gametofito es un talo pequeño, aplanado o folioso, y haploide. Cuando es aplanado consiste de un listón o cinta lobulada en el ápice que se ramifica dicotómicamente y está fijo al sustrato por una serie de rizoides unicelulares. El talo folioso está formado por un eje principal o *tallo* del cual nacen numerosas estructuras laminares fotosintéticas conocidas como *hojas*; el conjunto se encuentra fijo al sustrato por rizoides uni- o pluricelulares. El eje principal, las estructuras laminares y los rizoides, aun cuando desempeñan funciones similares a las de los tallos, hojas y raíces de las plantas superiores, no tienen el mismo origen ya que además de poseer una estructura anatómica muy sencilla, pertenecen a la generación del gametofito y son haploides. Los tallos, hojas y raíces de las plantas vasculares pertenecen a la generación del esporofito, son diploides y anatómicamente más complejos.

El gametofito produce estructuras asexuales de reproducción y órganos sexuales. Las primeras pueden ser yemas o fragmentos del talo; las yemas están formadas por agrupamientos de células que al germinar en un ambiente apropiado producen un protonema y un nuevo gametofito. En ciertas especies, las yemas son gametofitos diminutos con su propia célula apical; al desprenderse de la planta madre producen un gametofito normal sin pasar por la fase de protonema. Cuando los gametofitos se secan, con frecuencia se tornan quebradizos y los fragmentos aislados pueden dar lugar a otros gametofitos si encuentran un ambiente propicio (Delgadillo 1990, Cronquist 2000).

Su ciclo de vida es una alternancia de generaciones con presencia de dos fases: gametofito y esporofito. La generación dominante es el gametofito; que es donde se producen los gametangios: anteridios (estructuras masculinas) y arquegonios (estructuras femeninas). Ambas estructuras reproductoras pueden ubicarse en la misma planta (monoica) o pueden estar separadas (diocas). El esporofito consta de un **pie** que se ancla al gametofito. Una **cápsula** donde se producen las esporas y por último de una **seta** que eleva la cápsula para la dispersión de las esporas (Gradstein *et al.* 2001).

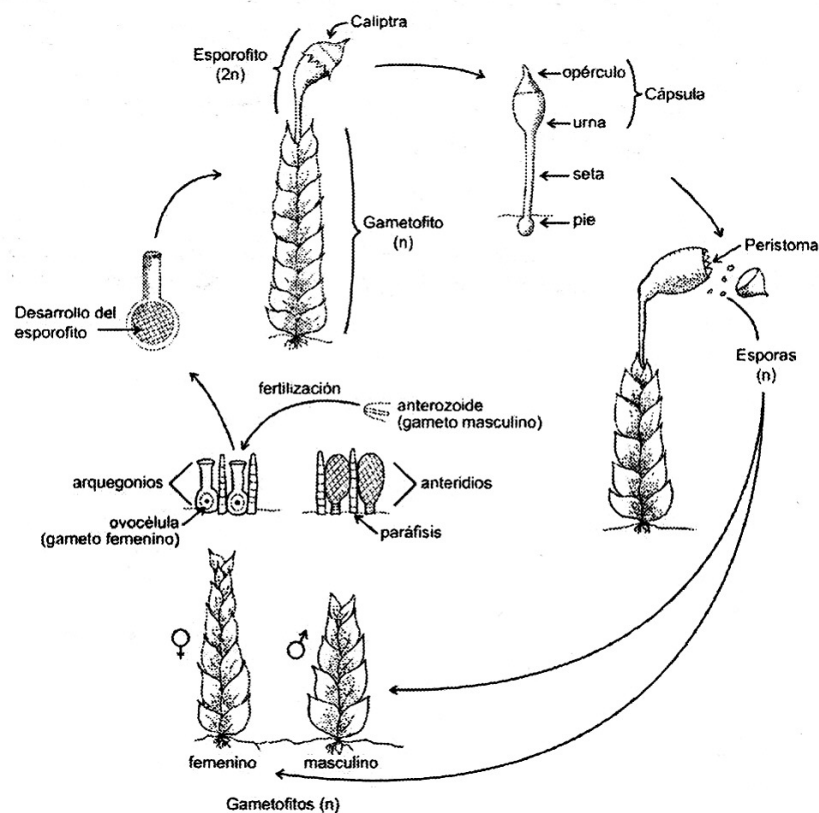


Figura 11. Ciclo de vida de las briofitas (tomada de Salazar *et al.* 2006)

Los órganos de reproducción sexual, *anteridios* y *arquegonios*, se encuentran juntos o separados, apical o lateralmente, sobre el eje principal o sobre las ramas laterales de los gametofitos foliosas; en éstos últimos los órganos sexuales pueden estar rodeados por hojas especializadas que en conjunto constituyen el *perigonio* o *periquecio*. En el caso de los gametofitos taloides, los órganos sexuales pueden encontrarse sumergidos en el cuerpo de la planta. Los anteridios, órganos sexuales masculinos, son estructuras pluricelulares de forma globosa; consisten de un pequeño pedicelo y una cubierta protectora estéril que envuelve a una masa de tejido fértil. Esta última da origen a los *anterozooides* biflagelados característicos de este grupo.

El órgano sexual femenino es el arquegonio. También es una estructura pluricelular y tiene forma de botella; la porción basal ensanchada se conoce como *vientre* y la parte superior estrecha y alargada es el *cuello*. El vientre está formado por una capa de células estériles que rodean a una cavidad ocupada por una célula grande u *oosfera* que es la célula sexual femenina; el cuello está formado por una capa de células estériles que rodean al *canal del cuello* por donde se desplazan los anterozooides hasta llegar a la oosfera. Como se ha dicho, el agua es indispensable para la fecundación. Debido a que los anterozooides nadan

distancias cortas, los gametofitos masculinos deben estar cerca de los femeninos para que ocurra la reproducción sexual.

Al madurar la oosfera, las células que originalmente se encontraban en el canal del cuello del arquegonio se desintegran; su contenido es exudado al agua circundante por ruptura del ápice del arquegonio. La masa de anterozoides, por su parte, es expulsada rápidamente o emerge gradualmente hasta la película de agua que baña al anteridio. Los anterozoides que encuentran el líquido de las células del canal del cuello nadan hacia el sitio de mayor concentración y bajan hasta la oosfera. Solo uno de ellos perfora la pared de la oosfera; su núcleo se une con el de la oosfera y se constituye en el cigoto, esta es la primera célula del esporofito y es diploide. (Cronquist 2000)

Las briofitas tienen roles importantes en el ambiente y en los diferentes microambientes del paisaje entero. Ellas están entre las primeras especies colonizadoras de sustratos desnudos y juegan una parte importante en el desarrollo inicial del suelo. Ryömä y Laaka-Lindberg (2005) comprobaron que las briofitas también juegan un rol importante en la recuperación de la vegetación después de un incendio forestal. Las gruesas capas de briofitas en árboles y suelos pueden reducir la erosión al absorber grandes cantidades de agua de lluvia y servir de reservorios de agua. A pequeña escala, se ha comprobado que las briofitas juegan un rol en la fijación del nitrógeno atmosférico (Gradstein 2001).

Por último, las briofitas pueden ser utilizadas como bioindicadores de contaminación (Poikolainen 2004) y para determinar el grado de regeneración o perturbación de un bosque (Drehwald 2000). Esto último es importante ya que si ocurre un cambio en el bosque las briofitas serían las primeras en sufrir esos cambios.

Líquenes

Muchos ascomicetos y unos pocos basidiomicetos se encuentran comúnmente en asociación simbiótica con una especie de algas verdes o verde-azules. Estas combinaciones de hongos y algas se conocen como líquenes, una parte la forman las hifas de un hongo que no puede producir su alimento (micobionte o micosimbionte) y la otra la forman células de un alga verde o cianobacteria y en algunos casos un alga verde azul (Brodo I.M, *et al.* 2001). *Trebouxia* es un alga encontrada muy a menudo en los líquenes, es bastante similar, vegetativamente, a *Pleurococcus*, y a menudo se ha confundido con este último género. El alga que se encuentra en los líquenes por lo común también se halla sola, pero casi todos los hongos de líquenes están restringidos a estas combinaciones. Por esta razón y debido a que la forma y estructura del talo de los líquenes está gobernada en su mayor parte por el hongo y no por el alga, las reglas de nomenclatura indican que el nombre del líquen es el de su componente fungáceo.

Hasta hace unos cien años, en general se consideraba a los líquenes como un grupo separado, principal, de plantas. Su naturaleza doble como combinación de un alga con un hongo fue señalada en 1968 por De Bary, pero sus puntos de vista no tuvieron una pronta aceptación general. Después de un largo periodo de controversia, la opinión de que un líquen estaba formado por un alga y un hongo

en asociación íntima, fue confirmada en 1920 por las investigaciones del botánico ruso Afanasií Nikolaevich.

Desde la época de Danilov, los líquenes han sido considerados como el ejemplo estándar de verdadera simbiosis, en la cual ambos simbiosistas se benefician con la asociación, el alimento sintetizado por las algas es aprovechado por los hongos, los cuales ofrecen un hábitat húmedo y protegido para las primeras (Hale 1979). Algunos líquenes viven en lugares secos donde un alga sola no podría vivir, pero otros se presentan lado a lado con componentes algales como *Trebouxia*. Los trabajos experimentales sugieren que algunos hongos de los líquenes producen sustancias que estimulan o son necesarias para el crecimiento del alga incluida. Es evidente que en un sentido evolutivo los líquenes se originaron por helotismo o esclavización del componente algal por parte del hongo, pero cuando menos en algunos líquenes, la asociación se ha desarrollado para formar una verdadera unión mutualística de simbiosis.

Los líquenes pueden colonizar diversos sustratos, ellos son el soporte donde se desarrollan. Crecen sobre madera, rocas, sobre musgos o plantas muertas, hojas e incluso sobre animales como en algunos cuernos de mamíferos (Brodo *et al.* 2001). Son cosmopolitas, se pueden encontrar en todo tipo de hábitat terrestre capaz de mantener la fotosíntesis y algunos incluso se pueden encontrar en hábitats acuáticos; crecen regularmente en lugares abiertos o expuestos al sol y en zonas áridas (Cáceres 2007).

Los líquenes comúnmente forman delgados talos hasta de muchos centímetros de largo. Una sección a través de un talo líquénico típico muestra una capa periférica del micelio compacto, y una región interna de hifas más esparcidas entre las cuales se encuentran células, filamentos o colonias de células de un alga. Algunas hifas del hongo generalmente también penetran en el sustrato como rizoides, sirviendo como un medio de fijación o de absorción de minerales. El hongo algunas veces produce haustorios que penetran a y a veces matan a algunas de las células algales esclavizadas, pero más a menudo la punta de una rama hifal simplemente se comprime contra la célula algal, sin penetrar en ella. Indudablemente, cuando menos en algunos casos, las células algales incluidas que han muerto son ingeridas y usadas por el hongo.

Es conveniente y se acostumbra dividir a los líquenes en tres grupos de acuerdo con el aspecto exterior del talo, aunque no hay una distinción clara entre estos grupos, y esta clasificación no tiene relación con la posición taxonómica del hongo y algas involucrados. Los líquenes que forman una costra comprimida al sustrato se llaman líquenes costrosos; los líquenes con un talo más o menos foliáceo, por lo común adherido al sustrato por una porción relativamente pequeña, se denominan líquenes foliosos; y líquenes que son más o menos ramificados son llamados líquenes fruticosos. Una sección transversal de un líquen folioso por lo común muestra una sola capa o zona de algas cerca de la superficie del talo; una sección similar a través de un líquen fruticoso muestra la porción que lleva a las algas como un anillo completo entre la parte central, formada completamente por hongos y la periferia del talo también formada por hongos.

Los líquenes son considerados pioneros en la colonización del suelo y rocas desnudas; los ácidos producidos por los líquenes en forma de metabolitos secundarios juegan un papel importante como agentes primarios de la

degradación de rocas (Chaparro y Aguirre 2002). Los líquenes costrosos a menudo se encuentran en rocas desnudas y también se hallan como epífitos en troncos de árboles y en otros sitios. Los líquenes foliosos y fruticulosos no se localizan en hábitats tan secos como los líquenes costrosos. Los árboles en bosques densos, especialmente cerca del Pacífico, a menudo tienen líquenes fruticulosos epífitos delgadamente ramificados, hasta de unos cuantos metros de largo colgando de sus ramas. Estos pertenecen al género *Usnea* y *Alectoria* y son llamados líquenes barbas de viejo; también estos líquenes han sido confundidos con el heno, planta con flores, superficialmente similar y altamente modificada del sureste de Estados Unidos de América. *Usnea* y *Alectoria* no tienen rizoides y dependen completamente de la lluvia y del viento para la obtención de materias primas.

Muchos líquenes contienen cianobacterias que absorben nitrógeno de la atmósfera y lo unen en aminoácidos y proteínas. Cuando los talos caen al suelo y se descomponen, se libera amonio y nitrato los cuales se vuelven disponibles para árboles y hierbas (Sochting 1999).

Generalmente se supone que los nuevos talos de líquenes se forman por captura de células algales por el micelio que se desarrolla de una espora del hongo, y se ha demostrado experimentalmente que los dos componentes de un líquen separados artificialmente, al menos algunas veces se pueden reensamblar para formar un líquen normal. Sin embargo, las diversas fases de la captura del alga por el hongo para formar un líquen se ha visto, si acaso, muy pocas veces en la naturaleza, excepto para algunas pocas especies en las cuales la colonia algal no está completamente encerrada por el hongo.

Son uno de los bioindicadores más importantes de contaminación atmosférica, ello se debe a que poseen un talo de crecimiento lento, entran en fase de reposo durante periodos de sequía y regresan a la actividad vegetativa bajo condiciones apropiadas de temperatura y humedad, carece de cutícula por lo que está expuesto al efecto de todo tipo de sustancias líquidas y gaseosas; son altamente sensibles a los cambios en el ambiente; concentran y acumulan distintos compuestos a nivel celular (Moreno *et al.* 2007).

2.4 Conservación del Patrimonio Cultural

La arquitectura prehispánica maya fue elaborada haciendo uso de la roca caliza. En el sitio arqueológico Nakum, el uso de la piedra caliza como material de construcción y para el tallado de estelas se debe a la abundancia del mineral en aquella región. Ésta se compone del mineral calcita, que es la forma termodinámica estable del carbonato de calcio. Este mineral es altamente susceptible al deterioro por intemperismo, siendo este un factor de suma importancia tomando en cuenta que el sitio se encuentra en un área de lluvia constante. Las piezas de piedra caliza expuestas a la intemperie también se deterioran por la cristalización en su estructura interna de sales, que inicialmente penetran en la piedra disueltas en agua, a causa de fenómenos biológicos y térmicos.

El deterioro de la piedra caliza se ha acelerado dramáticamente en el presente siglo, debido a la emisión a la atmósfera de residuos gaseosos provenientes de combustibles fósiles provenientes de la industrialización.

Alrededor del país existe una innumerable cantidad arquitectura maya que forma parte de nuestro patrimonio cultural, por el cual debemos preocuparnos en su conservación, con el fin de protegerlo para las generaciones presentes y futuras.

Conservación significa y engloba todos los procesos de cuidar o guardar un lugar o monumento en particular, para retener su significado cultural, es decir, mantener una cosa o cuidar de su permanencia (Larios 2006). En otras palabras se trata de todo trabajo que colabore a perpetuar la existencia de los monumentos y que les permita seguir siendo testigos del pasado hacia el futuro (Larios y Orrego 1997).

En este sentido, existen diversos documentos legales que fundamentan y dan cuerpo a las actividades de conservación e investigación sobre el Patrimonio Cultural de la nación y la humanidad, siendo los ejemplos más sobresalientes los siguientes.

Criterios Técnicos y Legislación

Con el fin de evitar transgredir disposiciones técnicas, procesos, metodologías establecidas y otras circunstancias importantes en el manejo del patrimonio cultural, es necesario conocer y atender los criterios internacionales y la legislación vigente.

Constitución Política de la República de Guatemala

En ella se contempla la protección y salvaguarda del patrimonio cultural y natural de la Nación en su Capítulo II, Sección Segunda dedicada a la cultura, de donde se indica lo siguiente:

Artículo 59: Protección e investigación de la cultura: Es obligación primordial del Estado proteger, fomentar y divulgar la cultura nacional; emitir las leyes y disposiciones que tiendan a su enriquecimiento, restauración, preservación y recuperación; promover y reglamentar su investigación científica, así como la creación y aplicación de tecnología apropiada.

Artículo 61: Protección al patrimonio cultural: Los sitios arqueológicos, conjuntos monumentales y el Centro Cultural de Guatemala, recibirán atención especial del Estado, con el propósito de preservar sus características y resguardar su valor histórico y bienes culturales. Estarán sometidos a régimen especial de conservación el Parque Nacional Tikal, el Parque Arqueológico Quiriguá y la ciudad de Antigua Guatemala, por haber sido declarados Patrimonio Mundial, así como aquellos que adquieran similar reconocimiento.

Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación: Esta normativa regula más específicamente la manera de determinar que los estudios y pruebas de la investigación cumplan con los requerimientos legales, y científicos, de donde citamos lo siguiente:

Capítulo 1, Disposiciones Generales, artículo 2, Patrimonio Cultural.

Forman el patrimonio cultural de la nación los bienes e instituciones que por ministerio de ley o por declaración de autoridad lo integren y constituyan bienes muebles o inmuebles, públicos y privados, relativos a la paleontología,

arqueología, historia, antropología, arte, ciencia y tecnología, y la cultura en general.

Capítulo II, protección de los bienes culturales, artículo 4, Normas

Las normas de salvaguardia del patrimonio Cultural de la nación son de orden público, de interés social.

Artículo 9, protección

Los bienes culturales protegidos por esta ley no podrán ser objeto de alteraciones algunas salvo en el caso de intervenciones debidamente autorizadas por la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural.

Artículo 16, Desarrollo de proyectos

Cuando un ente público o una persona natural o jurídica, nacional o extranjera, con capacidad científica y técnica fehacientemente comprobada, pretenda desarrollar proyectos de cualquier índole en inmuebles, centros o conjuntos históricos, urbanos o rurales y en zonas o sitios arqueológicos, paleontológicos o históricos, comprendidos en esta ley, deberá en forma previa a su ejecución, someter tales proyectos a la aprobación de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, que dispondrá el cumplimiento de las condiciones técnicas requeridas para la mejor protección y conservación de aquellos, bajo su vigilancia y supervisión.

Capítulo IX, Definiciones

Inciso j, Alteración o intervención:

Toda acción que se efectuó sobre un bien cultural cuya realización requiera procedimientos técnicos aceptados internacionalmente, para conservarlo y protegerlo.

Inciso K, conservación:

Aquellas medidas preventivas, curativas y correctivas dirigidas a asegurar la integridad de los bienes del patrimonio cultural de la nación.

Inciso l, restauración:

Medio técnico de intervención a fin de mantener y transmitir al futuro el patrimonio cultural en toda su integridad.

Por su parte, organizaciones internacionales comprometidas con la protección y salvaguarda del patrimonio cultural como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) y el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS por sus siglas en inglés), de los cuales el Estado de Guatemala es miembro, han emitido documentos técnico-legales que norman las actividades de conservación de donde se extrae lo siguiente:

Carta de Atenas (Grecia 1931)

Resolución 2

En el caso en que la restauración sea indispensable, debido a degradaciones o destrucciones, se recomienda respetar la obra histórica y artística del pasado sin prescribir el estilo de ninguna época.

Resolución 4

Reconociendo que cada caso se presenta con carácter especial, los expertos han manifestado su acuerdo al aconsejar, antes de cualquier obra de consolidación o restauración parcial llevar a cabo un estudio meticuloso de las enfermedades que es necesario remediar.

Resolución 5

Los expertos han recibido diversas comunicaciones relativas al uso de los materiales modernos para la consolidación de los edificios antiguos; se aprueba el uso e todos los recursos de la técnica moderna.

Resolución 6

La Conferencia comprueba que en las condiciones de la vida moderna los monumentos del mundo entero se encuentran cada vez mas amenazados por agentes externos; aun no pudiendo formar reglas generales que de adopten a la complejidad de cada caso, se recomienda: a) la colaboración de todos los países, de los conservadores de monumentos u de los arquitectos, con los representantes de las ciencias físicas, químicas y naturales para alcanzar resultados seguros de aplicaciones mayores.

Carta de Venecia (Italia 1964)

Definiciones

Artículo 2o.

La conservación y la restauración de los monumentos constituyen una disciplina que reclama colaboración con todas las ciencias y con todas las técnicas que pueden contribuir al estudio y a la protección del Patrimonio Monumental.

Artículo 3o.

La conservación y la restauración de los monumentos tienen como fin salvaguardar tanto la obra de arte como el testimonio histórico.

Conservación

Artículo 4o.

La conservación de los monumentos impone en primer lugar un cuidado permanente de los mismos.

Restauración

Artículo 9o.

La restauración es una operación que debe tener un carácter excepcional. Tiene como fin conservar y revelar los valores estéticos e históricos de un monumento y se fundamenta en el respeto hacia los elementos antiguos y las partes auténticas. La restauración estará siempre acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento.

Carta de Burra (Australia 1999)

Artículo 1. Definiciones:

1.4: Conservación significa todos los procesos y cuidados para retener el significado cultural de un lugar. Esto incluye mantenimiento, y de acuerdo con las circunstancias puede incluir preservación, restauración, reconstrucción, adaptación, y comúnmente será una combinación de más de una de éstas.

Principios de Conservación:

Artículo 2. Conservación y gestión

2.3. La conservación es parte integral de una buena gestión de los sitios de significación cultural.

2.4. Los sitios de significación cultural deberán ser salvaguardados y no deberán ser sometidos a riesgo o expuestos a un estado vulnerable.

Artículo 4. Conocimientos, experiencia y técnicas

4.1. La conservación debe hacer uso de todo el conocimiento, las experiencias y las disciplinas que puedan contribuir al estudio y cuidado de un sitio.

Artículo 16. Mantenimiento

El mantenimiento es fundamental para la conservación y debe llevarse a cabo cuando la fábrica es de significación cultural y su mantenimiento necesario para preservar esa significación cultural.

Factores de alteración y deterioros

Piedra caliza, estucos, mezclas: Corresponden a materiales sedimentarios de naturaleza calcárea tipo "caliches" (Valdés *et. Al.* 2001). La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos minerales, principalmente carbonato de calcio. Tiene una gran resistencia a la meteorización, eso ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en dichas rocas hayan llegado hasta nosotros. Sin embargo, la acción del agua y la humedad acumulada por agentes biológicos provocan su disolución.

Composición química de la roca caliza: Carbonato de calcio, magnesio con inclusiones de arcillas férricas y aluminicas (*idem*). Tiene muchas sustancias nutritivas. Cristales romboédricos, escalenoédricos y prismáticos, a veces combinaciones de estas; normalmente concrecionada estalactita, psolífica, fibrosas y laminares; frecuentes maclas y variadas.

Textura de la piedra caliza: Granular fina a gruesa, es un poco rasposa. Tiene una textura consistente en granos minerales que se entrelazan, desarrollados durante la cristalización de sustancias que se desprenden de la solución.

Propiedades: La caliza es una roca sedimentaria que permite el paso del agua, es decir, es una roca permeable. Cuando el agua penetra en la caliza se lleva a cabo el proceso de disolución, mediante el cual se disuelve el carbonato de calcio. También la roca caliza presenta otras propiedades: propensa a la fractura, exfoliación del sistema cristalino, dureza, color, color de raya, densidad y brillo. Contiene silicatos y sílice en diversas proporciones; solubles en agua (Aquino *et. al.* 2008).

Factores de alteración: Al igual que toda construcción moderna, los edificios prehispánicos necesitan de un mantenimiento constante y es que debido a su antigüedad, algunos procesos de alteración se acentúan en varios sectores que

por distintas razones son los más propensos a daños causados por diversos factores provocados por distintos agentes, de la siguiente manera (Noriega y Quintana 2002:231-232).

Antigüedad: Aunque la mayoría de los edificios presentan un grado de conservación sorprendente en relación de la gran cantidad de años desde que fueron construidos. Evidentemente los cerca de 1000 años que ha visto pasar los edificios de Nakum frente a sus fachadas, muros, basamentos, escalinatas, etc. con lapsos de uso que van de ritual-dinástico masivo, luego el abandono y su relación directa con la naturaleza, y por fin, apenas 15 años en los que por fin se han efectuado las primeras labores de estabilización seguidas por el interés turístico debido a su revalorización como monumento cultural-histórico notable de la humanidad.

Estas transformaciones, sobre todo durante el largo período de abandono humano, la naturaleza se encargó de reclamar su espacio, convirtiendo a los edificios en montículos con cientos de árboles penetrando en todo el derredor de ellos.

Cuando se dice abandono se refiere solamente al cese de actividades humanas ya que con seguridad la presencia de árboles y arbustos atraieron diferentes formas de vida animal, además de agentes climáticos como lluvia y rayos.

Agentes biológicos: Entre ellos se pueden contar:

1. *Vegetación:* El lapso transcurrido entre la segunda mitad del siglo IX hasta los años finales del siglo XIX la ciudad de Nakum estuvo a merced de la naturaleza afincándose una enorme cantidad de vegetación de distintas especies tamaños y alturas, alterando pero a la vez estableciendo relaciones estables. En 1905 A. Tozzer (1913) fotografió por primera los edificios para lo cual debió limpiar y talar los árboles para obtener una visión casi completa de la antigua ciudad, sin que labores de conservación hayan sido realizadas en esa época.

2. *Microflora:* Se refiere a los minúsculos hongos, musgos, líquenes, bacterias, etc. que crecen agarrándose de los bloques de los paramentos y sus cisas creando una o varias capas que generalmente dan el color actual a los monumentos y aunque se desconoce el impacto provocado por su existencia, hay quienes refieren que impiden la “respiración” de los materiales de construcción, causando daños mecánicos en las superficies, además de extraer nutrientes a las piedras (*idem*), otros defienden su presencia ya a pesar de causar daños, ayudan a estabilizar las piedras y así evitar la disolución de las piedras a causa de los problemas meteorizantes que se considera un problema más desgastante y destructivo (Larios y Orrego 1997:68, Larios 2006:60). Generalmente estos organismos crecen en los sectores en donde la humedad es más estable.

3. *Agentes vivos:* Distintos tipos de animales aun conviven directamente con los edificios de Nakum, como por ejemplo cierto tipo de avispas que hacen agujeros en las piedras muy erosionadas y porosas, o en las cisas en busca de la

extracción de materiales para construir sus nidos en otras partes. También hay un tipo no identificado de hormigas aladas que un día antes que caigan las primeras lluvias de la temporada salen en grupos muy numerosos.

Otros animales como pizotes, zorra gris, murciélagos, golondrinas, etc., también conviven con los edificios de Nakum, no hay que olvidar mencionar que sus desechos, excrementos y productos residuales pueden afectar a la entidad de alguna manera que aun desconocemos.

Agentes físicos: Existen dos variedades según el tipo de fuente de la que provienen, siendo estos los generados por movimientos mecánicos externos y aquellos de origen interno, de donde los primeros cuatro que se describirán adelante provienen de la primera categoría, y el último de ellos a la segunda:

1. *El hombre:* En primer lugar hay que mencionar que la principal fuente de deterioro atribuida a los humanos es la incapacidad financiera y operativa de dar un mantenimiento exhaustivo, continuo y constante a los edificios. Por otro lado está el impacto provocado por el uso turístico el cual desgasta las superficies usadas para el paso y traslado de los mismos, además de la mala costumbre de algunas personas de rallar las paredes, bancas, y todos los elementos arquitectónicos que están a su alcance.

En otros casos las consecuencias de las actividades humanas son más graves aun, como cuando el saqueo domina los intereses de las personas llevándolos a destruir por completo los edificios y por consiguiente su estructura e historia.

2. *Animales:* Aunque leve, su impacto es notorio cuando al establecer sus nidos en algunos sectores de los edificios ya sea en oquedades naturales de su construcción o bien por agujeros hechos por ellos mismos, con lo cual remueven, extraen o alteran los sectores más adecuados para su anidación.

3. *Vegetales:* Los efectos provocados por las plantas son a veces difíciles de apreciar ya que luego de tantos años de convivencia con el templo, estas han creado relaciones y microclimas “estables”, sin embargo, las raíces que muchas veces abrazan las piedras de los paramentos terminan removiéndolas de sus posiciones originales y luego se introducen en los núcleos o rellenos separándolos y evidentemente debilitándolos. Su presencia ocasiona un sobrepeso que no fue calculado al momento del diseño de los edificios, a lo que hay que agregar que los árboles mayores producen un movimiento oscilatorio, natural en ellos, pero que también afecta a las construcciones antiguas.

4. *Clima:* Es un agente cuya presencia y repercusiones son inevitables ya que no hay forma alguna de proteger a los edificios prehispánicos de su impacto. En los edificios más pequeños es posible buscar la forma de no exponer directamente sus componentes a la dureza del sol y las lluvias, pero las cresterías están prácticamente expuestas a su merced. De esta manera es que los daños más comunes ocasionados por el intemperismo son: la acción disgregante a causa del impacto de las lluvias, o la insolación, los fuertes aires, o por los

cambios bruscos de temperatura (Larios y Orrego 1997; Noriega y Quintana 2002), a esto hay que agregar los impactos de rayos o descargas electro atmosféricas.

Las variaciones de temperatura generan contracciones y dilataciones propagándose los agrietamientos fácilmente hacia el interior, generando el movimiento del agua por capilaridad, lo que propicia un mecanismo crítico para las edificaciones (Valdés *et. Al.* 2001:69)

5. Transformaciones internas de los materiales de construcción: Se trata del único factor de este tipo que provoca movimientos mecánicos internos debidos a los esfuerzos producidos por los distintos componentes de las piedras que de ser sales, se transforman en cristales, dicha transformación aunque es acelerada por factores externos como la transpiración creada por los cambios de temperaturas extremas, generan cambios al interior de las construcciones que de distintas maneras degeneran y alteran dichos materiales.

Agentes Químicos: Aunque son diversas las causas que modifican la composición química de los materiales de construcción, los más importantes son:

1. Hidrólisis: Se trata de un tipo de reacción de las piedras ante el efecto del agua en sus diferentes formas, cuando al pasar a través de los rellenos de la estructura, ésta aflora a la superficie de paramentos o rellenos expuestos. Dichas aguas en su recorrido diluyen minerales solubles, pero en especial cloruros que luego actúan pulverizando las piedras. El deterioro, sin embargo, no es solamente provocado por la hidrólisis, sino que es la suma de todos los factores mecánicos y químicos que se describieron más adelante, cuyo elemento activador es, precisamente, el agua favorecida por los cambios extremos y frecuentes del clima y el microclima (Larios 2006:47-48).

2. Oxidación-reducción: Se debe al desprendimiento de algunos elementos químicos de la vegetación circundante o bien de la composición de los suelos y que al entrar en contacto con los materiales de construcción generan cambios de diversa magnitud en ellos (Noriega y Quintana 2002).

3. Solubilidad: Se trata de la acción de las sales y ácidos naturales que ascienden a los monumentos por la humedad típica de la región y que penetran por la capilaridad propia de las piedras, proceso en el que también tiene su importancia el pH o acidez del agua lo que al final termina por disolver las piedra (*idem*).

4. Lluvia ácida: La piedra caliza es afectada por un proceso de deterioro natural cuando está expuesta a la intemperie por la humedad del ambiente. El daño se acelera en ambientes en los cuales la atmósfera está muy contaminada, las emisiones de contaminantes son varias y afectan de diversas formas a la piedra.

La lluvia acida es uno de los factores más dañinos para la piedra caliza, La lluvia común contiene un bajo grado de acidez debido a una pequeña cantidad de bióxido de carbono (GO₂), del la atmósfera, que reacciona con ella, para formar

una reacción química que produce ácido carbónico, el cual permanece disuelto en el agua y se disocia en ella. El agua de lluvia común tiene un pH ligeramente ácido e igual a 5.6 (Aquino *et. Al.* 2008).

La combustión de los materiales fósiles tales como el carbón, petróleo, gasolina o gas natural contribuyen a la emisión de otros gases en la atmósfera como el trióxido de azufre (SO₃) y algunos óxidos de nitrógeno, que también reaccionan con el agua, ayudado esto también con la combinación de factores como la radiación ultravioleta de la luz del sol y la acción catalítica de las partículas suspendidas en el aire (*idem*).

La formación del ácido sulfúrico produce una disminución adicional del pH del agua de lluvia, cuanto mayor es la concentración de trióxido de azufre menor es el pH del agua y más ácida la lluvia.

Plantas eléctricas, industriales y petroquímicas ubicadas en el Golfo de México son las principales causantes del deterioro en la calidad del aire en el área maya, sin embargo, fuentes en Estados Unidos, Cuba, República Dominicana e inclusive Venezuela comparten la culpa, pero también los contaminantes químicos en el aire provienen de las emisiones de automóviles, emisiones biogénicas provenientes de la vegetación tropical, emisiones de incendios forestales y de quemaduras agrícolas y en menor grado de hidrocarburos formados por reacciones fotoquímicas (Heckel *et. Al.* 2007).

Aunque no se tienen datos sobre este fenómeno en el área de Nakum, los datos conocidos más próximos sobre la composición química de la precipitación pluvial provienen de Quintana Roo en 1994 y la costa del Caribe de Yucatán en 2002, cuyos resultados indican que el pH del agua de lluvia era aproximadamente de 5.6 aproximadamente el 57% del tiempo (*idem*, Bravo *et. Al.* 2000, Ceron *et. Al.* 2002).

Los deterioros ocasionados por estas emisiones pueden suceder por mecanismos en los cuales los hidrocarburos se transforman debido a que los metales liberados durante la combustión pueden servir como catalizadores para que el dióxido de azufre (SO₂) se oxide en trióxido de azufre (SO₃). La formación de yeso en este proceso es el principal mecanismo para el daño de la piedra caliza ya que el suave y poroso yeso provee de grandes superficies para que absorban partículas de carbonatos, los cuales nutren ciertos microorganismos que causan el deterioro de las piedras (Heckel *et. Al.* 2007).

Biodeterioro

Estos varían según el tipo y especie de planta y aunque no han sido investigados a profundidad, pueden identificarse los siguientes:

1. *Biodeterioro por musgos*: De acuerdo con R. Kumar y A. Kumar (1999), puede decirse que su presencia es debida a la acumulación de delgadísimas capas de humus generalmente ocasionadas por acumulaciones de algas muertas, por lo que su presencia es ya un indicativo de falta de mantenimiento adecuado, cuando los musgos mueren, las capas de humus se extienden favoreciendo el crecimiento de plantas mayores y más dañinas. Además, debido al alto grado de sus rizoides, estos organismos tienen una alta capacidad de extraer minerales de

las piedras lo que puede provocar cierto grado de desintegración bioquímica de los materiales constructivos.

2. *Biodeterioro por algas*: se ha determinado anteriormente que las algas ocasionan principalmente daños de carácter estético ya que producen manchas sobre detalles relevantes de los monumentos a causa de los pigmentos, además pueden ocasionar deterioros bioquímicos debidos a la producción de ácidos que pueden provocar que los componentes de las piedras se disuelvan o bien incrementan su solubilidad ante el agua, estimulando la migración de sales en las piedras haciendo que su superficie se pulverice. Las algas también secretan proteínas y azúcares como resultado de su metabolismo y pueden crear microcavidades y picaduras en las piedras (Torres 1993, R. Kumar y A. Kumar 1999, Novelo et al. 2007).

3. *Biodeterioro por líquenes*: Estos ocasionan daños físicos a los monumentos a causa de la penetración del tallo en los poros, grietas preexistentes o fisuras de las piedras, las cuales pueden ensancharse en la medida que los organismos crecen, lo cual también puede generar fluctuaciones de humedad resultando en la pérdida de adherentes de los fragmentos minerales. En casos de existir la presencia de líquenes en largos períodos de tiempo, el ácido carbónico secretado a través de su respiración puede ocasionar la degradación de la superficie de las piedras, además, otros ácidos producidos por los líquenes pueden atacar el calcio, magnesio, el hierro, mica, etc., provocando la pérdida de sus componentes naturales degradando la composición química de los materiales (Nimis et al. 1992, R. Kumar y A. Kumar 1999)

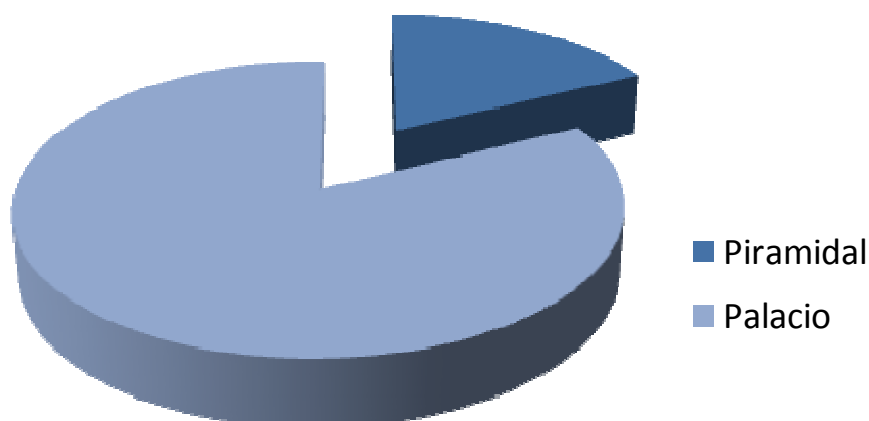
3. RESULTADOS

3.1 Análisis Arqueológico

Como una actividad fundamental para la presente investigación, fue elaborado el Catálogo de Arquitectura Expuesta de Nakum [ver anexo 1 y 8], registrando un total de 34 edificaciones prehispánicas, concentrados la mayoría en el Sector Sur del antiguo asentamiento: 28 en la Acrópolis Sur, 2 en la Plaza Central, 1 en la Plaza Este y 1 en la Plaza Sureste, mientras que en el Sector Norte se encuentra 1 en el Grupo Norte y 1 en la Plaza Norte. En el caso de los ejemplos registrados en el sector Sur, la mayoría de ellos han sido sometidos a través de diversas labores de investigación arqueológica, restauración y conservación, mientras que los que se encuentran en el sector Norte, no han sido sometido a ningún tipo de intervención.

Sin tomar en cuenta la función de las antiguas edificaciones y de acuerdo las características morfológicas y los rasgos arquitectónicos, se ha determinado que las estructuras tipo palacio representan un abrumante 82.4% de la muestra, mientras que los edificios piramidales alcanzan el 17.6%.

Tipología arquitectónica de Nakum



Cuadro 01. Análisis estadístico de tipología arquitectónica expuesta, sitio arqueológico Nakum, Flores, Petén.

De acuerdo a su composición y distribución sobre el paisaje, así como para facilitar el proceso de análisis urbano, arquitectónico y evolutivo, el epicentro de Nakum y sus edificios pueden dividirse de la siguiente manera:

Sector Sur:

Acrópolis: Dada su complejidad y a la gran concentración de edificaciones y patios, para la descripción detallada de este conjunto la mejor manera de hacerlo es siguiendo la ubicación de los edificios en uno o más patios, de la siguiente manera:

Patio 1: Ubicado en el extremo norte de la Acrópolis, lo conforman los Edificios D, E, G, 14, 15 e indirectamente los Edificios H y 13, de estos los que tienen arquitectura expuesta son:

1. Edificio D: Se ubica en el extremo norte de la Acrópolis y del Patio 1, pero también se extiende hacia los Patios 10 y 12, es un edificio palaciego rectangular, orientado de este a oeste con alrededor de 120 m de largo por 10 m de ancho en donde se distribuyen 38 cámaras en dos crujías o filas paralelas. Cuenta con tres accesos que atraviesan el edificio de norte a sur, el primero y más importante ubicado en el centro y dos laterales ubicados al este y oeste de la central, mientras que cada cuarto tiene su propio acceso.
2. Edificio E: Ubicado en el límite oeste del Patio 1. Se trata de un complejo edificio que tiene una base piramidal escalonada de 22 m de altura conformado por 7 cuerpos troncopiramidales a cuya parte superior se accede a través de una escalinata central ubicada en la fachada este, sobre la pirámide fue construido un templo que tiene tres cámaras que, vistas en planta, fueron acondicionadas en forma de "C", además tiene un edificio tipo palacio de dos cámaras adosado a la fachada este y al lateral norte de la escalinata, a la altura del primer cuerpo del basamento piramidal, en tanto que adosado al lateral sur de la escalinata hay otro palacio de una sola cámara con tres accesos en su fachada este.
3. Edificio G: Es también un edificio alargado que mide 22 m de largo por 9 de ancho y cuenta con cuatro cámaras distribuidas en sus cuatro costados, los cuales fueron construidos sobre un basamento escalonado que en su fachada norte tiene tres cuerpos. Este edificio ocupa el extremo sur del Patio 1. Los muros interiores estuvieron pintados y estucados con diferentes temas en colores rojo y negro. A ambos costados de la escalinata de acceso fueron representados esclavos atados de pies y manos, acostados boca abajo, sugiriendo que en él se exponían cautivos. Esta decoración fue cubierta por una remodelación posterior.

Patio 2: Este se ubica en el extremo noroeste del conjunto, en sus lados se encuentran los edificios I, H, E y F, contando con arquitectura expuesta los siguientes:

4. Edificio I: Se trata de un edificio palaciego en forma de "L", aunque no ha sido investigado por lo que no se descarta que se trate de dos edificios. Este ocupa los lados sur y oeste del patio y debe contar con al menos siete cámaras abovedadas. Tan solo el extremo oriental del edificio fue investigado y restaurado, el cual tiene dos accesos, uno de ellos da hacia el Patio 2, mientras que el segundo permite pasar hacia un pequeño patio denominado como E.A.12D-9 desde el que se llega hacia el Patio 3. Prácticamente toda la fachada sur, la fachada norte del extremo oeste y varios sectores de fachadas y bóvedas se encuentran expuestas sin que se haya realizado cualquier tipo de intervención.
5. Edificio H: Es una construcción de forma irregular que cuenta con siete cámaras de formas y dimensiones variadas, además tiene tres accesos principales, uno que lo conecta con el Patio 2, otro más con el Patio 1 y el tercero lo hace con el Edificio I a través del Patio E.A.12D-9 y desde allí hacia el Patio 3. A excepción de las cámaras 1 y 2 que dan hacia el Patio 2, el resto del edificio fue restaurado por completo.

Patio 3: Este patio se localiza al sur del Patio 2 y al noroeste de la Acrópolis Interior. Está conformado por los Edificios J, I, K y aparentemente hacia el oeste hay una plataforma baja que no ha sido identificada.

6. Edificio J: Edificio tipo palacio ubicado en el lado este del patio que cuenta con una orientación de norte a sur. No ha sido investigado y tan solo se han expuesto segmentos del extremo norte del edificio, en las fachadas este, norte y oeste. Al parecer cuenta con dos cámaras, la del lado norte que tiene su acceso en la fachada este por el que se comunica con el Laberinto, mientras que la cámara del sur lo tiene en su fachada oeste en relación con el Patio 3.

Patio 4: Localizado entre los Patios 3 y 5, hacia el oeste del Patio 6 o Acrópolis Interior, se encuentra delimitado por los Edificios K, L, M y hacia el este la plataforma de la Acrópolis Interior.

7. Edificio M: Ocupa el lado occidental del patio y aunque no ha sido investigado en su totalidad sus características son visibles con facilidad, definiéndolo como un edificio palaciego orientado de norte a sur con su fachada principal en el lado este, en donde tiene dos accesos para igual número de cámaras.
8. Edificio L: Ubicado al sur del Patio 4 es un edificio tipo palacio orientado de este a oeste con fachadas principales hacia el norte y sur. Mide aproximadamente 30 m de largo por 9 de ancho, el espacio interior fue dividido en 6 cámaras distribuidas en 2 crujías, cada una de las cuales tiene su propio acceso, mientras que en las cámaras centrales forman un pasillo por la presencia de un acceso entre ambas, lo cual permite la comunicación directa entre los Patios 4 y 5.

Patio 5: Es el patio que presenta más apertura y extensión dentro de la Acrópolis y está conformado por los Edificios N, O y P, mientras que el lado norte lo delimita el basamento de la Acrópolis Interior ocupando el extremo sur del conjunto.

9. Edificio N: Se encuentra ubicado en el extremo suroeste de la Acrópolis, al oeste del Patio 5. Se trata de un edificio con características bastante peculiares, ya que cuenta con dos niveles de edificios que utilizan un basamento piramidal de dos cuerpos que tiene una amplia escalinata central en su fachada este. En la parte superior del basamento fueron construidos tres edificios palaciegos con múltiples cámaras sumando 9 en total. El edificio principal tiene una orientación de norte a sur con su fachada principal en el lado este, en él se encuentran distribuidas 7 cámaras en tres distintas hileras o crujías. La cámara 8 abarca toda la longitud frontal del edificio y tiene tres accesos, mientras que las otras 6 son bastante simétricas con dimensiones similares y fueron construidas en dos crujías distintas, de ellas, las cámaras 3 y 4 cuentan con bancas en su interior y la última se caracteriza por tener una ventana circular en el muro norte que permite una iluminación interior poco usual, también el acceso hacia la cámara 2 es de forma circular en la parte superior. Los otros dos edificios se encuentran en los extremos norte y sur, con sus fachadas opuestas y perpendiculares al edificio principal. Cuentan cada

uno con una sola cámara de pequeñas dimensiones a las que se accede por puertas centrales

Por otro lado, sobre la terraza superior del primer cuerpo y adosadas a los dos laterales de la escalinata se encuentran dos pequeños edificios de una sola cámara y que conforman el primer nivel de cámaras del edificio. Estas tienen puertas centrales en sus fachadas del este. Fueron construidos aprovechando el muro del basamento como muro posterior de los mismos.

10. Edificio 60: Ubicado en el extremo sur del basamento del Edificio N, se trata de un edificio de una sola cámara abovedada con el acceso en su fachada norte. Ha sido identificado como un edificio independiente, sin embargo, da la impresión de formar parte del Edificio N.
11. Edificio 61: Ubicado en el extremo norte del basamento del Edificio N, es idéntico al Edificio 60 con la excepción que el acceso lo tiene en la fachada sur, por lo que ambos edificios se oponen uno de otro. Al igual que el Edificio 60 ha sido identificado como un edificio independiente, sin embargo, da la impresión de formar parte del Edificio N.
12. Edificio O: Es un edificio de tipo palacio, bastante largo que ocupa la mitad oeste del extremo sur del Patio 5, fue construido siguiendo una orientación de este a oeste y al parecer tiene cinco cámaras, tres de ellas en su parte larga con accesos en su fachada norte, mientras que las otras dos se encuentran en los extremos este y oeste con accesos hacia esos lados. Aunque no ha sido investigado, se ha intervenido parte de su fachada occidental, mientras que el muro posterior sur está expuesto casi en su totalidad.
13. Edificio P: Ubicado en el extremo oriental del Patio 5 es un edificio palaciego construido sobre un alto basamento. Tiene una orientación de norte a sur con su fachada principal en el lado oeste en donde se encuentra el único acceso hacia sus dos cámaras que fueron construidas en una doble crujía. El interior de las cámaras no ha sido investigado.

Patio 6: También conocido como Acrópolis Interior es el conjunto de edificios que se encuentra a mayor altura de toda la ciudad y ocupa la parte central de todo el conjunto arquitectónico. Tiene un enorme basamento escalonado producto de siglos ininterrumpidos de actividad constructiva. En la parte superior se encuentra el patio que está rodeado por los Edificios Y, 63, 63a, 64 y 65 siendo los que cuentan con arquitectura expuesta los siguientes:

14. Edificio Y: Se trata del edificio de mayores dimensiones de la Acrópolis Interior, ubicado en el extremo sur de la misma, orientado de este a oeste con su fachada principal hacia el norte. Mide alrededor de 30 m de largo por 10 m de ancho y se trata de un edificio palaciego en cuyo interior fueron construidas 8 cámaras de la siguiente manera: tres de ellas en el lado norte, tres más en el lado sur y dos en sus extremos, una en el este y una más en el oeste. Todas las cámaras tenían accesos desde y hacia el exterior, pero en remodelaciones posteriores a su construcción el acceso de la cámara central del lado sur fue sellado y fue habilitada una puerta desde la cámara norte. Además en casi todas las cámaras fueron construidas bancas que se adaptan a las

características de cada recinto. Un dato importante de notar es que fueron reportados diversos grafitos en los estucos que recubrían los muros interiores de las cámaras. También existen evidencias que indican que este edificio contaba con una crestería sobre la parte superior. Es muy probable que se trate de la sede del gobernante de la ciudad.

15. Edificio 64: Ocupa la parte norte del Patio 6, representando el único acceso hacia el mismo, cumpliendo con la función de restringir el paso hacia este conjunto, que se realizaba desde una escalinata ubicada en el lado norte. El edificio cuenta con dos cámaras en dos crujías construidas con muros de piedra y techos de materiales perecederos. La cámara del lado norte cuenta con cinco accesos, mientras que la del lado sur solamente tiene tres y entre ambas cámaras también existen tres accesos lo que deja ver claramente su función como un edificio de paso restringido hacia el interior del conjunto. Sus restos han sido restaurados por completo.
16. Edificio 63a: Este se encuentra en la esquina noroeste del Patio 6 y es además el edificio más pequeño de ese conjunto. Está orientado de este a oeste con su fachada principal en el lado sur. Comparte características arquitectónicas con los Edificios 64 y 65, sin embargo, su diseño es muy similar a los conocidos como “tándem” comunes en mayapan y en los sitios postclásicos de la región central de los lagos del Petén. Fue excavado mas no restaurado, dejando sus muros y rellenos expuestos.
17. Edificio 63: Localizado en el lado oeste del patio, es un edificio alargado orientado de norte a sur con su fachada principal en su lado este. Tiene una planta compleja en donde fueron distribuidos cinco cámaras, todas ellas cubiertas por techos de materiales perecederos. En el extremo norte hay un cuarto pequeño que tiene un acceso en la fachada norte, mientras que hacia el sur hay cuatro cámaras distribuidas en dos crujías, tres de ellas en la crujía oeste y una en lado este por donde se encuentra el acceso principal, el cual es inusualmente amplio y debió contar con refuerzos de columnas de madera (Méndez *et. Al.* 2006:303). Al igual que el anterior solamente fue excavado pero no restaurado.

Patio 7: Se trata de un amplio espacio que se encuentra directamente al este de la Acrópolis Interior, en donde fueron construidos los Edificios Z, Q, 24, 62, 252 y 253.

18. Edificio Z: Está ubicado en el extremo oeste del patio y fue construido empotrado en los muros del basamento que soporta la Acrópolis Interior. Está orientado de norte a sur con su fachada principal hacia el este. Es un edificio de dos pisos los cuales se encuentran a los mismos niveles de los cuerpos 1 y 3 del basamento de la Acrópolis Interior contando con 12 cámaras que tienen accesos individuales y sin conexiones entre ellas, 7 se encuentran en el primer nivel y 5 en el segundo. El techo del primer nivel sirve de andén frente a los accesos de las cámaras del segundo nivel. Una característica importante de mencionar es que no existen escalinatas de acceso de mampostería hacia el segundo nivel, así que estas debieron ser escaleras posiblemente de madera que bien

podría ser parte de una estrategia de seguridad ante ataques de enemigos.

19. Edificio Q: Se trata de un edificio palaciego de planta alargada orientada de norte a sur con su fachada principal hacia el oeste y que está ubicado en el lado este del Patio 7. En su interior fueron construidas 7 cámaras en una sola fila las cuales cuentan con accesos individuales y bancas en su interior.
20. Edificio 24: Comparte con el Edificio 62 el extremo norte del patio, ocupando el sector central de dicho lado. Se trata de un edificio tipo palacio que cuenta con 3 cámaras a las cuales se accede desde la fachada sur, que es la principal. Cada una de las cámaras cuenta con su puerta de acceso propia. Por su parte, el Edificio 62 ocupa el extremo noroeste del Patio 7, separado del Edificio 24 por una escalinata que permite el acceso entre los Patios 7 y 9. Se trata de un edificio de una sola cámara que tiene su acceso en su fachada sur, que si bien, está enmonticulado la unión de sus muros con la escalinata han expuesto algunos sectores del relleno constructivo.

Patio 8: Es un espacio bastante reducido y hundido y se caracteriza por que los edificios que lo delimitan al norte, sur y oeste tienen sus fachadas con orientaciones contrarias a este espacio (Edificios Q, 24, 25 y 26), siendo el único edificio vinculado directamente con este espacio el Edificio 27.

21. Edificio 27: Es un pequeño palacio de una sola cámara que tiene su acceso hacia el sur. Este edificio parece estar adosado al basamento del Edificio R o del Patio 9 que se encuentran al norte, mientras que hacia el este prácticamente se une con el Edificio Q. Solo su fachada sur ha sido restaurada.

Patio 9: Espacio amplio y rectangular ubicado al noreste de la Acrópolis interior, sus costados están flanqueados por los Edificios R, 26, 25, 13, 14 y S.

22. Edificio R: Se trata de un palacio de planta rectangular que tiene tres filas de cámaras que van de norte a sur y con fachadas en tres de sus lados. Al parecer la parte este (con dos filas de cámaras) es un adosamiento posterior relacionado con la construcción de la Plaza Sureste. Cuenta con 9 cámaras, de las cuales 3 están en el sector oeste, las cuales tienen accesos individuales ubicados en su fachada oeste, en tanto que las otras 6 se distribuyen en el espacio interior del sector oeste, las cuales se encuentran interconectadas por una serie de pasadizos internos que permiten el acceso entre ellas a las que se puede ingresar desde cualquiera de los 4 accesos que se encuentran en las fachadas norte y este. A la fecha se desconoce si existe una escalinata para acceder a este edificio y a la Acrópolis desde la Plaza Sureste. Una característica importante de mencionar es la presencia de bóvedas escalonadas en las cámaras mejor conservadas del lado oeste, además de la presencia de bancas y grafitos en los estucos de sus paredes internas.
23. Edificio 26 o Temascal: Comparte con el Edificio 25 el lado sur del Patio 9. Se trata de un edificio de planta casi cuadrangular y cuya función ha sido identificada como de un temascal o baño de vapor. Mide 7 m por

7.3 m y cuenta con un solo acceso central ubicado en la fachada norte. Su función se ha deducido luego de conocer sus características particulares como la banca interior en forma de U, las reducidas dimensiones del acceso y el nicho en el muro interior sur directamente opuesto al acceso en donde se colocaría la fogata para generar el vapor de agua. Otra característica importante es el hecho de que la bóveda del interior cuenta con muros de aproximación en sus cuatro lados permitiendo obtener un espacio interior más ancho en relación a su lado más largo.

24. Edificio 13: Se trata de un palacio abovedado con tres cámaras, cada una de ellas con acceso propio, el cual se ubica en el lado oeste del Patio 9. Tiene una orientación de norte a sur con su fachada principal en su lado este, la única que ha sido restaurada en su totalidad. Además, tiene dos cámaras en orientación este-oeste que se adosan al anterior en sus extremos norte y sur dándole la forma de una "C" invertida. La del lado norte permite el acceso entre el Patio 1 y el Patio 9, y la del lado sur restringe el acceso entre el Patio 1 y la Acrópolis Interior por el lado este del Edificio G. Entre ambas cámaras queda un patio de reducidas dimensiones (E.A. 12D-7). Aunque no cuenta con arquitectura expuesta, el Edificio 25 presenta pérdida de los sillares o bloques de fachada, por lo el núcleo o relleno constructivo está expuesto en amplios espacios de sus muros exteriores del sur, este y norte.

Patio 10: Espacio rectangular cerrado en todos sus lados a excepción de la esquina suroeste, ocupa el extremo noreste de la Acrópolis, siendo delimitado por los Edificios D, T, S, 14 y 15.

25. Edificio S: Ubicado en el lado sur del patio, haciendo división entre éste y el Patio 9. Se trata de un edificio palaciego de planta rectangular que al parecer cuenta con un solo amplio recinto al que se ingresa por una puerta ubicada en la fachada norte del edificio. La presencia de un mascarón, ahora cubierto, en la cornisa de la esquina noreste es un rasgo importante de considerar. Tan solo su fachada sur ha sido parcialmente intervenida.
26. Edificio T: Este abarca todo el lado oriental del patio, tratándose de un largo edificio palaciego, que ha sido investigado parcialmente en su sector sur donde se une con el Edificio S, sus dimensiones y diseño hacen suponer que debió contar con al menos ocho cámaras distribuidas en dos crujías. En la actualidad la mayor parte está enmonticulada quedando expuestos parcialmente tan solo el muro de la fachada norte.

Patios 11 y 12: Espacios de pequeñas dimensiones localizados en el extremo noroccidental de la Acrópolis, detrás del Edificio E, los cuales están divididos por la presencia del Edificio F, encontrándose el Patio 11 al sur y el 12 hacia el norte de dicho edificio.

27. Edificio F: Edificio tipo palacio de planta rectangular, de aproximadamente 13 x 9mts, está ubicado al oeste del Edificio E. Es el único edificio con orientación hacia el Patio 11 hacia el que se encuentra el único acceso al interior de sus dos cámaras, pero también tiene

relación directa con el Patio 12 junto a un sector del Edificio D, por lo que cabe mencionar la clasificación de patio privado. Su ubicación es clave en su función, el edificio además de un rectángulo conformado por dos cámaras en dos crujías y que en su última etapa constructiva presenta un ingreso hacia el sur, mientras que al norte tiene adosada una plataforma baja de dimensiones menores con muros bajos que muy posiblemente estuvo techada con materiales perecederos y que por su ubicación inmediata a la escalinata oeste de acceso a la acrópolis parece haber tenido una función de control en el ingreso al conjunto en este sector.

Patios 12D-8 y 12D-10: Ubicados al oeste del Edificio G, estos son espacios abiertos de muy reducidas dimensiones formados por la construcción de una compleja serie de recintos de los Edificios H y 12D-7 mejor conocido como Laberinto, el primero ubicado al norte y el segundo al sur.

28. Laberinto: Edificio de forma irregular compuesto por 7 cámaras de reducidas dimensiones que forman una serie de pasillos estrechos contruidos por muros de mampostería y probablemente techos de materiales perecederos. Junto al Edificio H forman una especie de barrera que restringe el acceso hacia la Acrópolis Interior, en donde habitaría el gobernante, cumpliendo con la función de protegerlo. La complejidad en la circulación de estos edificios radica en la cantidad de accesos en cada vestíbulo de los cuales uno solo lleva a cada destino (Méndez *et. Al.* 2006:295).

Plaza Central: Se trata del espacio abierto más importante de la antigua ciudad destinado a cumplir con funciones públicas, religiosas, conmemorativas, etc. En ella se encuentran tres de los edificios más voluminosos del sitio (Edificios A, B y C), así como varios monumentos, el Juego de Pelota 1, un edificio circular, entre otros. Los edificios que tienen arquitectura expuesta son:

29. Edificio A: También conocido como “La Iglesia”, este edificio se ubica en el extremo este de la plaza, se trata de un edificio construido durante el Clásico Tardío con remodelaciones en el Clásico Terminal, cuenta con un basamento piramidal con su fachada principal hacia el oeste, en la cual se ha reportado la presencia de 7 cuerpos, en tanto que hacia el este se presume serían 9. Sobre dicho basamento fue construido el templo, que contaba con dos cámaras distribuidas en dos crujías, sin embargo, la cámara del oeste ha desaparecido, mientras que los muros de la cámara interior si se conservan y son los que se observan en la actualidad. Las dos cámaras estaban conectadas por una serie de tres accesos, de los cuales el central es rectangular, mientras que los dos laterales (norte y sur) simulan arcos de medio punto, que si bien no cumplen con tal función estructural ya que los sillares fueron tallados en esa forma simulando ese sistema constructivo, si representan una innovación estilística muy particular en el área maya. Sobre los muros de la segunda cámara se construyó la crestería, la cual cuenta características exclusivos, siguiendo el estilo conocido como Petén Central, consiste en tres torres independientes, con espacios entre ellas que funcionan a manera de pasavientos, en donde aun se

aprecian restos de escultura arquitectónica. Solamente el templo superior y pequeños segmentos del basamento complementario presentan arquitectura expuesta.

30. Edificio C: Edificio de forma piramidal con un recinto o templo en la parte superior, se encuentra en el lado oeste de la Plaza Central, directamente de frente al Edificio A. Cuenta con una altura aproximada de 25 m, la cual fue alcanzada gracias a la superposición de varios cuerpos que forman el basamento piramidal, sobre el cual fue construido un recinto de una sola crujía. Tiene una escalinata monumental al centro de su fachada este, en donde también se encuentra la puerta de acceso al templo. Solamente la zona superior tiene arquitectura expuesta aunque las bóvedas, caballete, techo y crestería han colapsado. En la actualidad el basamento piramidal está siendo sometido a intervenciones para estabilizar el núcleo.

Plaza Este: Se encuentra inmediatamente al este de la Plaza Central y solamente cuenta con un edificio asociado directamente con este particular espacio, el Edificio V. Hacia el oeste la plaza es delimitada por la parte trasera del Edificio A y la plataforma que sustenta a los Edificios 1 y 2.

31. Edificio V: Ubicado en el lado este de la Plaza con su fachada principal hacia el oeste, se trata de un templo que parece haber tenido un basamento piramidal, sin embargo una amplia y larga plataforma fue construida cubriendo su fachada principal y por consiguiente su escalinata, creando accesos laterales en los extremos de dicha plataforma (R. Noriega comunicación personal 2009). El templo está conformado por un solo recinto con el acceso en su fachada oeste. Un hecho particular es la presencia de una grieta que ha partido en dos el recinto del templo dejando el muro este separado en dos partes, este fenómeno se debe a que la mitad sur del templo fue construida casi directamente sobre la roca madre, mientras que la mitad norte del templo y de la Plaza Este en general fueron niveladas artificialmente para erigir el conjunto arquitectónico, creando una diferencia en la compactación y capacidad de soporte de la superficie (R. Noriega comunicación personal 2009).

Plaza Sureste: Se trata de un amplio espacio abierto delimitado en sus lados norte y sur por edificios alargados, posiblemente de tipo palaciego, mientras que el lado oriental lo ocupa el monumental Edificio U. La plaza se encuentra directamente al este de los Patios 9 y 10 de la Acrópolis y al sur de la Plaza Este.

32. Edificio U: Es un edificio piramidal con un único recinto en la parte superior y su fachada principal hacia el oeste. El basamento piramidal fue construido durante el Clásico Tardío contando posiblemente con 7 cuerpos escalonados, el acceso fue ubicado en la fachada oeste compuesto por una escalinata saliente de grandes dimensiones. Al parecer el recinto superior habría tenido techo de materiales perecederos, pero este fue remodelado durante el Clásico Terminal transformándolo en un recinto abovedado de mampostería,

aunque al parecer colapsó en los años finales de dicho período (Méndez *et. Al.* 2006:208).

Sector Norte

Plaza Norte: Ubicada en el Sector Norte del sitio, se trata del espacio público más amplio de todo el sitio, contando con una gran cantidad de edificios delimitando su costado oriental, mientras que otro tanto se encuentran distribuidos en la superficie misma de la plaza, así como varios grupos arquitectónicos individuales, encontrándose la gran mayoría de sus edificios enmonticulados, siendo el único sobresaliente el Edificio X.

33. Edificio X: Se trata de un edificio piramidal que en su último momento constructivo tuvo tres cámaras abovedadas orientadas de norte a sur, el acceso hacia estas se encuentra en su fachada oeste, en donde debió encontrarse la escalinata de acceso. Solamente el templo tiene arquitectura expuesta, cuyo interior fue excavado en 2007 por G. Martínez del Proyecto Arqueológico Nakum de la Universidad Jagelónica de Polonia, mas no ha sido intervenido (Zralka *et. Al.* 2008:411).

Grupo Norte: Se encuentra en el extremo norte del Sector Norte del sitio y por consiguiente se constituye con el límite del área monumental en ese sector. Está compuesto por una plataforma grande en donde hay un patio bordeado por el Edificio 99 al norte y el Edificio W en el lado sur y por lo menos dos plataformas muy bajas que probablemente sostuvieron edificios de materiales perecederos conocidos como Edificios 98 y 100 (Zralka *et. Al.* 2008:409).

34. Edificio W: Es un edificio de tipo palacio alargado orientado de este a oeste que cuenta con 14 cámaras distribuidas en dos crujías, una al norte y la otra al sur. Tan solo la cámara del extremo este de la crujía norte fue parcialmente excavada en 2006, en donde se expusieron varios grafitis sobre estuco en los que hay representaciones de serpientes, edificios, un rostro humano y otros, además se estableció su datación para el Clásico Tardío (Koszkul *et. Al.* 2007:658, Zralka 2007:18-19), sin embargo, ninguna actividad de restauración o consolidación ha sido llevada a cabo.

Áreas de investigación

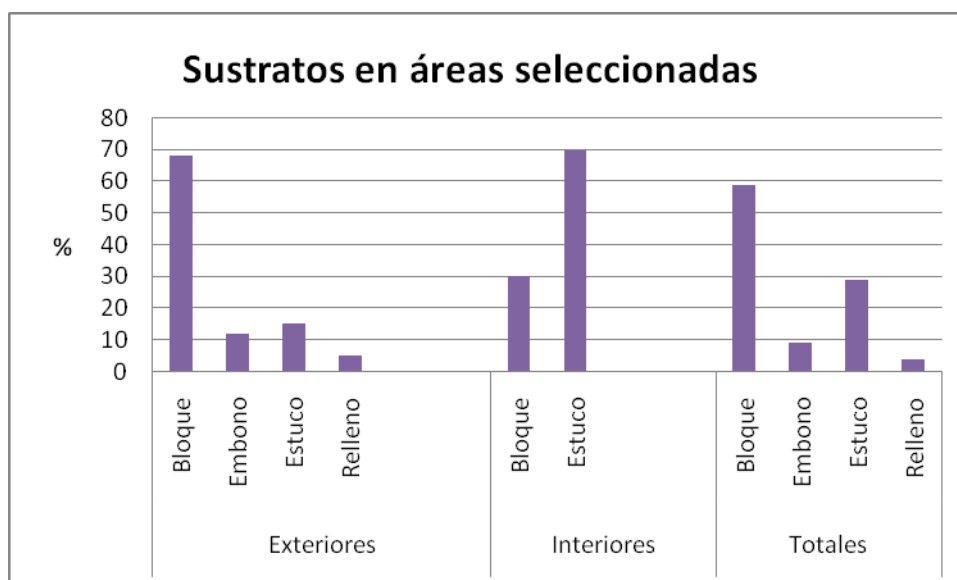
Como se indicó, consiste en la selección dirigida y sistemática de superficies de 1m² de arquitectura expuesta, considerando las siguientes variables: superficie (bloques, embono, estuco o relleno), orientación (norte, sur, este y oeste), y exposición (interior y exterior), con el fin de cubrir todas las variables materiales, contextuales y ambientales registradas en el sitio arqueológico Nakum.

Se han seleccionado 30 áreas exteriores y 10 interiores representando del total de la muestra el 75% y 25% respectivamente. Las primeras corresponden a sectores que están expuestos directamente a la intemperie y que por lo tanto sufren de mayores y más numerosos impactos causantes de deterioros, mientras que las segundas son áreas localizadas en el interior de cámaras o cuartos cuyo techo original ha permanecido intacto hasta nuestros días, generando condiciones más estables para los sectores de los edificios.

Para tal efecto, las áreas interiores han sido identificadas con la nomenclatura No./10/40, siendo el 10 correspondiente al número de muestras interiores de un total de 40 áreas, mientras que para las exteriores es No./30/40, siendo el número 30 el que corresponde a las áreas exteriores que se han identificado. [ver anexo 1 y 8]

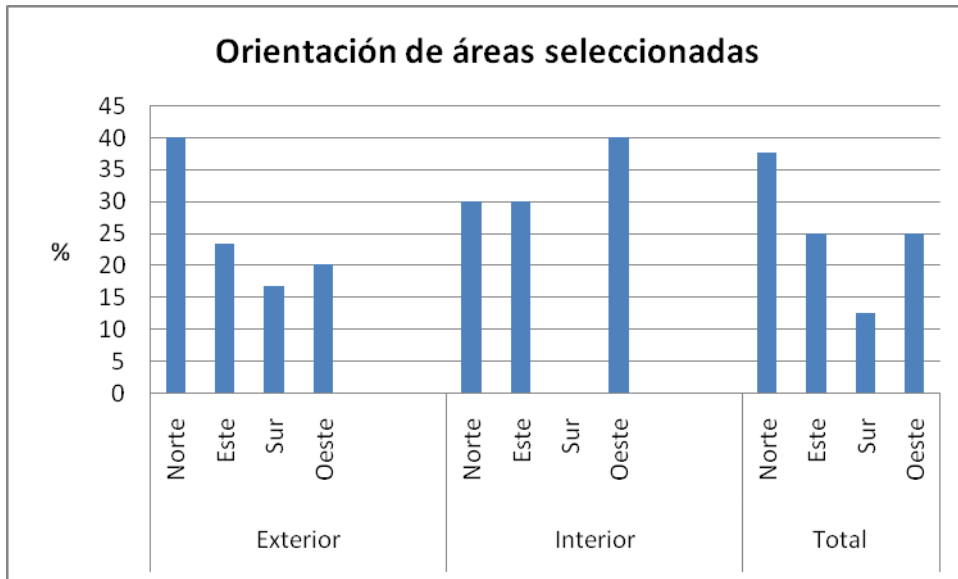
Luego de determinar el catálogo general de arquitectura prehispánica expuesta, su distribución a lo largo del asentamiento y las características materiales de cada edificación, se procedió a realizar la selección dirigida de las áreas de estudio. Como era de esperarse, debido a la alta concentración de edificaciones expuestas en el sector sur, principalmente en la Acrópolis Sur de Nakum, el 95% de las áreas seleccionadas se encuentran en este sector, incluyendo todas las áreas seleccionadas en contextos interiores, mientras que el restante 5% se localiza en el sector Norte del asentamiento.

Utilizando de referencia la caracterización de materiales y tecnología constructiva de la arquitectura maya, se ha realizado un análisis estadístico de la superficie seleccionada para llevar a cabo el presente estudio. Durante el proceso de selección de las áreas ha sido evidente que la mayor parte de ellas corresponden a una superficie de bloques calizos con un total de 58.75%, seguido por las superficies cubiertas con estuco con un 28.75% para luego dar lugar al embono con un 8.75% y finalmente el relleno constructivo con el 3.75% del total de la muestra analizada.



Cuadro 02. Análisis estadístico de sustratos en áreas seleccionadas. Sitio arqueológico Nakum.

Con el fin de analizar todas aquellas variables ambientales que puedan afectar los crecimientos vegetales menores sobre la arquitectura prehispánica de Nakum, se consideró la orientación de la superficie elegida como un factor para la evaluación de resultados, ya que de esta dependen los factores de horas de exposición a la luz solar, la procedencia de los vientos, la precipitación pluvial, etc.



Cuadro 03. Análisis estadístico de la orientación de áreas seleccionadas. Sitio arqueológico Nakum.

A nivel espacial, las áreas seleccionadas cubren edificios ubicados en todos los sectores del sitio que tienen arquitectura expuesta con el fin de conocer la mayor cantidad de variables de acuerdo a la ubicación de los edificios y las variables medio ambientales.



Figura 12. Distribución de áreas seleccionadas contexto exterior. Sector Sur, sitio arqueológico Nakum (modificado de Quintana y Wurster 2002)

Las áreas 27/30/40 y 28/30/40 que se ubican en los Edificios X y W respectivamente, no aparecen en este mapa ya que se localizan en el Sector Norte del sitio de la siguiente manera:



Figura 13. Distribución de áreas seleccionadas exteriores. Sector Norte, sitio arqueológico Nakum (modificado de Quintana y Wurster 2002)

En vista de la distribución restringida de los recintos interiores expuestos en la arquitectura de Nakum, todas las áreas seleccionadas en contextos interiores se ubicaron en el Sector Sur del sitio arqueológico.



Figura 14. Distribución de áreas seleccionadas en contextos interiores. Sitio arqueológico Nakum (modificado de Quintana y Wurster 2002).

Monitoreo ambiental

Otro factor de importancia lo constituye el monitoreo ambiental, el cual fue llevado a cabo por personal operativo del Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo a partir del mes de julio bajo la supervisión constante de los miembros del Proyecto. Esta actividad consiste en la medición de la temperatura ambiental y superficial en las áreas seleccionadas, así como sobre la humedad relativa, haciendo uso de un hidrotermógrafo digital y un termómetro laser. Este monitoreo se realiza por medio de un pulso semanal de dos registros: (1) a las 5 a.m. por ser la hora más fría del día y, (2) a las 3 p.m. por tratarse del momento usualmente más caluroso.

Estas mediciones han permitido obtener datos preliminares de las condiciones siguientes:

A través del monitoreo medio ambiental de las 40 áreas seleccionadas, entre los meses de junio y noviembre de 2009, fue posible identificar inicialmente, que los materiales constructivos de la arquitectura prehispánica de Nakum se encuentran expuestos a condiciones ambientales extremas, que incluyen variaciones considerables de temperatura superficial, temperatura ambiental y humedad relativa. En este corto e incompleto proceso de análisis, ya se pueden observar diferencias climatológicas considerables, por ejemplo la temperatura superficial máxima registrada fue de 58.8°C mientras que la mínima fue de 18°C, ambas en contextos exteriores. De la misma manera, la temperatura ambiental máxima registrada fue de 56.9 °C y la mínima de 19 °C, también ambas en contexto exteriores. Finalmente, la humedad relativa máxima registrada fue de 99% y la mínima de 19%, nuevamente en contextos exteriores.

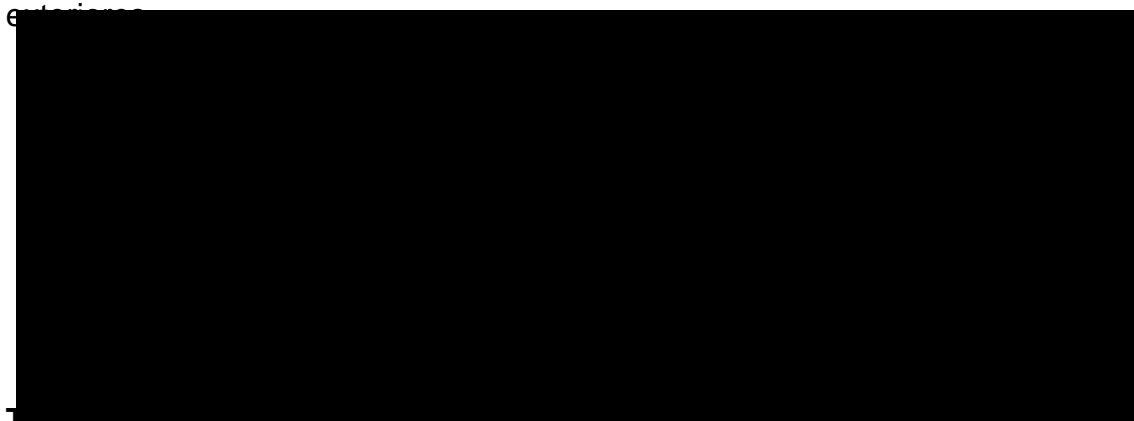


Tabla 05. Resultados del monitoreo medio ambiental, junio-noviembre 2009. Sitio arqueológico Nakum.

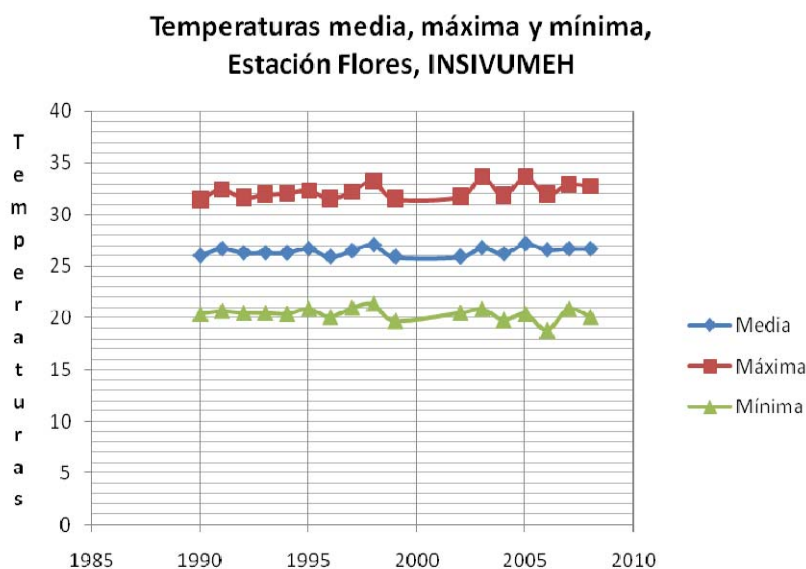
Como la tabla lo muestra, un dato a tomar en cuenta en el análisis de resultados, es el hecho que las áreas exteriores presentan un rango de condiciones más amplio respecto de las circunstancias registradas en los espacios interiores. Los límites superior y exterior de las variables ambientales son menores en las áreas interiores, lo que indica una mayor estabilidad de condiciones. Sin embargo, consideramos que los datos obtenidos solo pueden arrojar cifras preliminares, puesto que hace falta 2/3 partes del año de monitoreo ambiental en Nakum.

Temperatura ambiental: Si bien es cierto que no se contó con instrumentos de alta precisión para la toma de datos, los resultados obtenidos en Nakum se aproximan bastante a los reportes publicados por el INSIVUMEH de los últimos 18 años (www.insivumeh.gob.gt), los cuales provienen de la estación meteorológica que dicha institución tiene en Flores (en el aeropuerto de Santa Elena para ser más precisos). En ellos puede notarse que las temperaturas medias anuales han fluctuado entre los 25.9°C (1996, 1999 y 2002) y los 27.2°C (en 2005), contando con un promedio de 26.46°C durante dicho lapso, lo cual es apenas 1.61°C menor que la temperatura ambiental promedio registrada en las áreas seleccionadas, diferencia que es en verdad mínima, por lo que los datos pueden considerarse relativamente confiables.

Existe una mayor diferencia en relación con el promedio de temperaturas máximas ya que en Nakum se registró una media de 37.89°C en tanto que los datos del INSIVUMEH indican que se trata de 32.16°C, lo cual proporciona una diferencia de 5.73°C, siendo los datos más elevados los de los años 2003 y 2005 con 33.6°C y 1998 con 33.2°C, este margen más amplio se debe a que para los objetivos de este estudio era importante conocer la temperatura ambiental durante las horas más calurosas del día, en tanto que las estaciones meteorológicas lo hacen las 24 horas del día.

Por el contrario, el promedio de temperatura ambiental mínima reportado en Nakum indica que se trata de 19.6°C, en tanto que la media de los últimos 18 años es de 20.43°C, es decir, apenas 0.83°C menor. Por consiguiente, los datos aportados por las mediciones efectuadas durante esta investigación pueden considerarse válidas, a pesar de contar con gruesas limitantes en este campo.

Los datos generales proporcionados por la estación meteorológica de Flores pueden apreciarse más claramente en el siguiente gráfico:



Cuadro 04. Análisis estadístico de temperatura ambiental 1990-2008, Estación Flores, Petén. (Fuente INSIVUMEH)

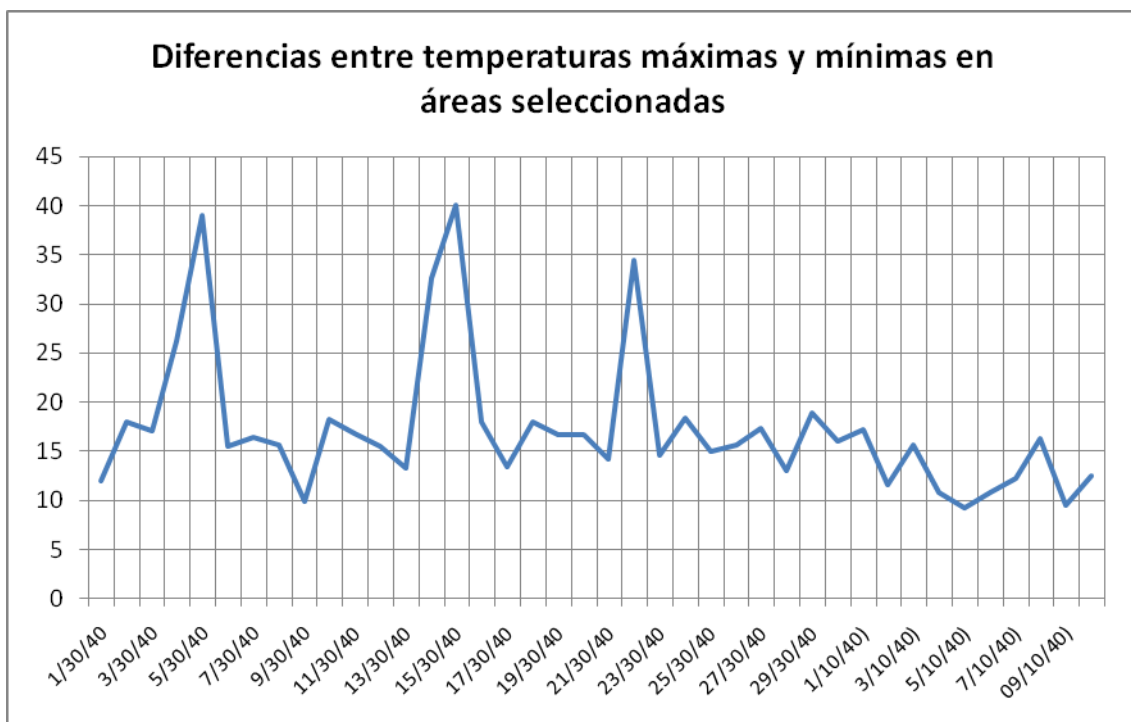
Temperatura superficial: Esta ha sido registrada con el fin de identificar las variaciones a las que están sometidos los materiales de construcción de los

edificios y por consiguiente, los distintos tipos de sustratos de las áreas a investigar. La media se acerca aun más a los datos del INSIVUMEH con una temperatura de 26.81°C, sin embargo, fue con este tipo de mediciones en donde se han obtenido los datos más extremos, como la máxima de 58.8⁰⁰ reportada en el área 5/30 ubicada en el Edificio A, así como también la menor temperatura que se trata de 18°C la cual fue obtenida en el Edificio G.

En este sentido es alarmante el constatar como los bloques, embonos y estucos pueden verse irremediamente sometidos a condiciones muy cambiantes que inclusive pueden alcanzar cerca de los 40°C, cambios que inevitablemente afectan a los materiales de construcción de los edificios mayas, ocasionando complejas redes de conexiones y deterioros químicos entre los componentes de las rocas.

Si bien es cierto que la diferencia entre temperaturas máximas y mínimas registradas a nivel general es baja (17.28°C), es necesario tomar en cuenta que existen algunos casos en los que esta diferencia se aproxima a los 40°C lo cual constituye un contraste bastante elevado (como en los casos de las áreas 5/30/40, 15/30/40, 22/30/40).

Afortunadamente las áreas interiores que por lo general contienen más estucos y grafitis originales tienen un menor rango de diferencias (12.55°C) y en ninguno de los casos registrados esta alcanzó más allá de los 18°C. Los valores se elevan por los contrastes reportados en las áreas exteriores ya que el impacto directo de la luz solar eleva en gran medida las temperaturas, incrementándose aun más en aquellas áreas que reciben la luz solar durante las horas más calurosas del día.



Cuadro 05. Análisis estadístico de variabilidad calórica en las áreas seleccionadas. Sitio arqueológico Nakum.

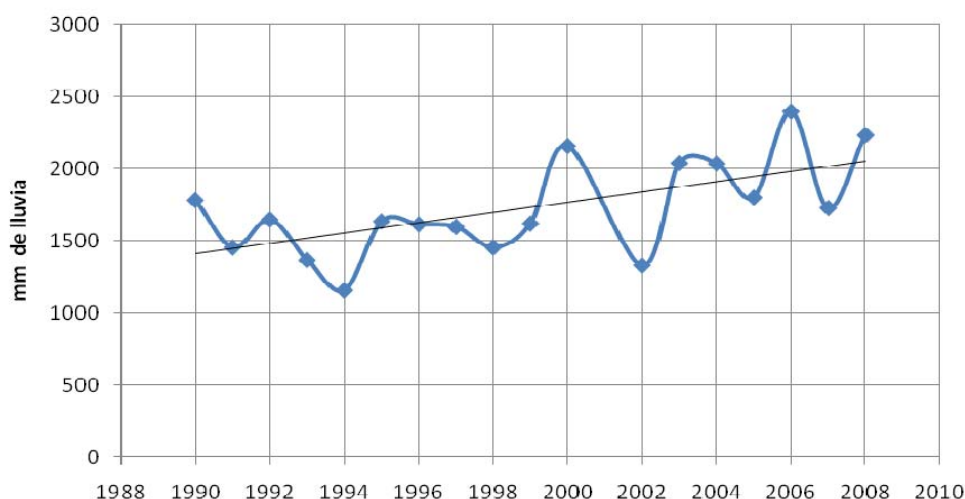
Humedad relativa: Un dato importante para los fines de la presente investigación lo constituye el grado y las variaciones de humedad relativa en el

ambiente circundante, esto con el fin de conocer la influencia que pueda tener dicho factor en el crecimiento de especies en cada área específica. Los datos obtenidos muestran una variabilidad bastante elevada ya que en la mayoría de áreas los valores máximos registrados han promediado un 96.38%, en tanto que los mínimos son de 38%, existiendo una diferencia bastante marcada del 55.8%.

No obstante el promedio general es de 72.79% de humedad lo cual se aproxima bastante a los datos aportados por el INSIVUMEH para los últimos 18 años (www.insivumeh.gob.gt), cuyos valores indican que se trata de un 76.18%, es decir que existe una diferencia con los datos de Nakum de 3.39%, permitiendo constatar una alta confiabilidad en nuestros datos.

Aunque lo casos más drásticos superan el 75% de diferencia entre los registros máximos y mínimos (áreas 5/30/40 y 15/30/40), es importante indicar que el promedio de diferencias es muy similar entre las áreas interiores (55.8%) y las exteriores (59.23%), por lo que los resultados de las áreas más contrastantes no parecen influir en mucho en los resultados generales.

Precipitación pluvial: Este es un factor de suma importancia para la comprensión del desarrollo y crecimiento de los organismos vegetales menores, sin embargo, este valioso componente no ha sido posible medir debido a la falta del equipo necesario para tal fin. Solamente se cuentan con los resultados obtenidos por el INSIVUMEH de la estación de Flores, los cuales muestran que en promedio durante los últimos 18 años se han tenido lluvias anuales de alrededor de 1637.63 mm, incluyendo variaciones que van desde los escasos 1330.5 mm en el año 2002, hasta los 2395 mm del 2006 y 2232.2 mm del 2008, año que también cuenta con el máximo registro mensual que fuera reportado en octubre con un sorprendente 741.1 mm.



Cuadro 06. Análisis estadístico de precipitación pluvial 1990 – 2008. Estación Flores, Petén. (Fuente INSIVUMEH).

En este caso, lamentablemente estos valores no pueden tan siquiera aproximarse a lo vivido durante el presente año ya que ha sido extremadamente seco en todo el país a causa del fenómeno del niño, por lo que cualquier aproximación sería una total falsedad.

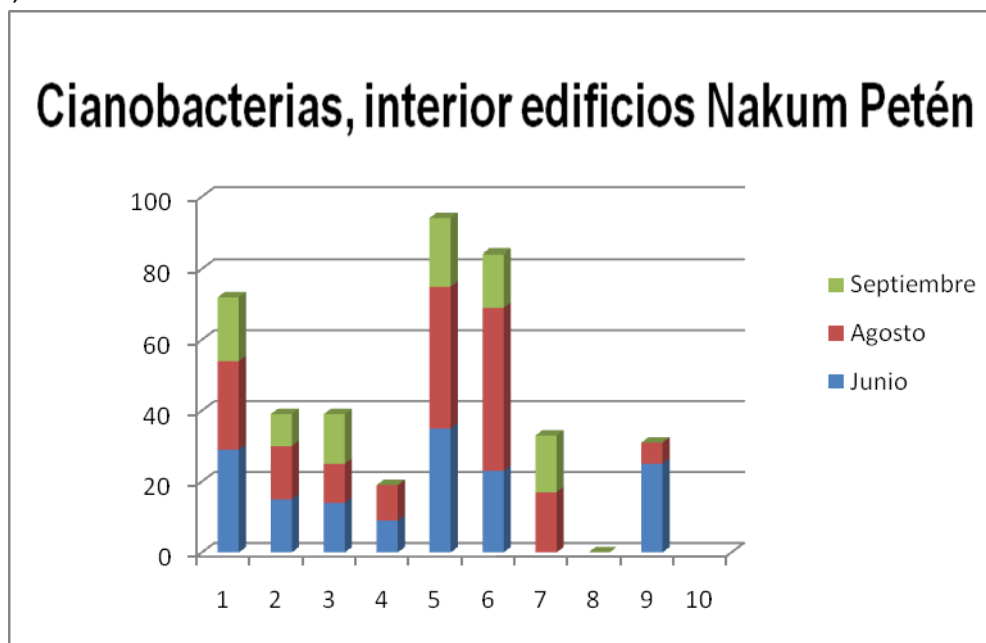
3.3 Análisis Biológico

Campo

Se seleccionaron 40 áreas de muestreo en el Sitio Arqueológico Nakum, de las cuales 10 pertenecen a los interiores de los Edificios. Haciendo uso de la retícula alfanumérica, se realizó el análisis visual de la cobertura vegetal de la arquitectura prehispánica de Nakum, durante el cual se tomaron en consideración las variables de porcentaje de cobertura, color, textura, espesor, ubicación y sustrato.

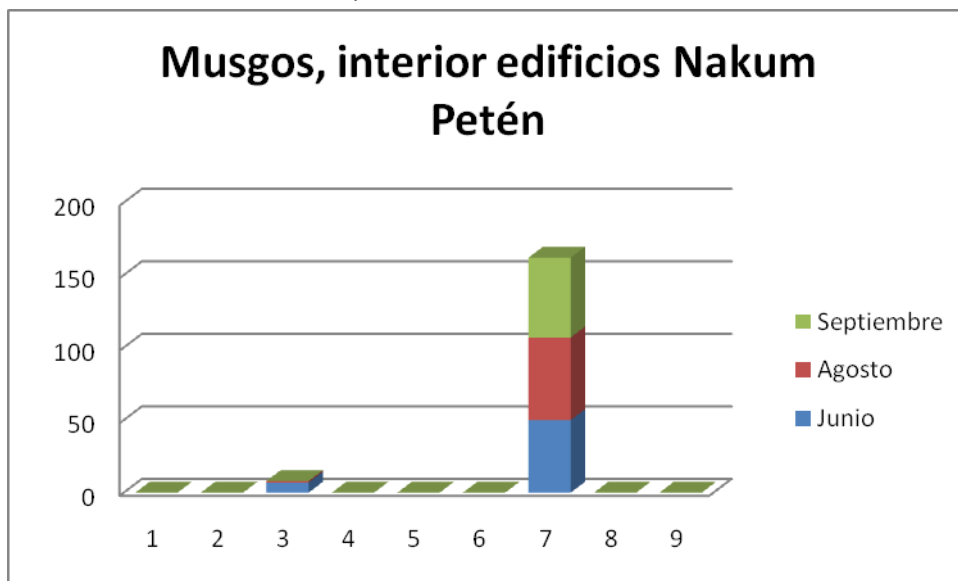
Se reportaron 2 especies de cianobacterias *Lyngbya* sp. y *Pseudanabaena* sp. creciendo sobre estuco en 8 edificios. El edificio A representado por los número 5 y 6 [ver cuadro 7] presentó la temperatura superficial y ambiental promedio más elevada, al igual que la humedad relativa promedio más alta, de las 10 áreas seleccionadas en contextos interiores. Estas variables facilitan el crecimiento de las cianobacterias, el cual registró un aumento considerable durante el mes de agosto, a causa del incremento en los niveles de humedad [ver anexo 8]. De acuerdo a R. Kumar y A. Kumar (1999), las condiciones que prefieren este tipo de organismos se caracterizan por representar lugares húmedos, con nutrientes, poca luz y una temperatura estable.

Como se muestra en el cuadro 7, la cianobacteria *Lyngbya* sp. fue la que reporto mayor crecimiento en los 8 sitios de muestreo, el edificio A presentó mayor cobertura vegetal de *Lyngbya* sp. durante el mes de agosto. Esta cianobacteria se caracterizó por una coloración verde claro hasta un verde oscuro, durante los meses de junio y septiembre se tornaba más oscura, probablemente algunas manchas oscuras que se presentaron en el edificio N representado con el número 8 son cianobacterias que posteriormente servirán de sustrato para otras cianobacterias u otros organismos (R. Kumar y A. Kumar 1999).

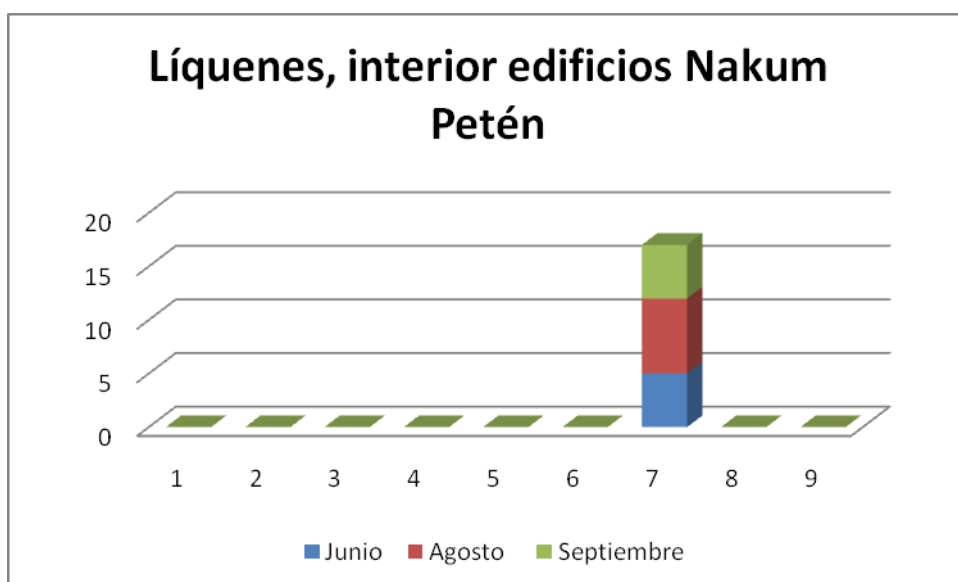


Cuadro 07. Cobertura Vegetal de Cianobacterias *Lyngbya* sp. y *Pseudanabaena* sp. en interiores durante los meses de junio, agosto y septiembre de 2009. Sitio Arqueológico Nakum.

Los cuadros 08 y 09 muestran la cobertura de *Hyophila involuta* (Hooker) A. Jaeger y *Lepraria* sp. en el edificio D representado por el número 7. Durante el mes de agosto se reportó el porcentaje de cobertura vegetal más alto para ambas especies debido a ciertas variables ambientales principalmente la humedad ya que fue el mes más húmedo de los tres [ver anexo 8]. Otro factor que pudo inferir en el desarrollo de los organismos es probablemente la posición en la cual se localiza el área de muestreo, ya que estos organismos son tolerantes a sitios de alta luminosidad y cambios de temperatura (Brodo *et al.* 2001, Gradstein *et al.* 2001).



Cuadro 08. Cobertura Vegetal de Musgos *Hyophila involuta* (Hooker) A. Jaeger. en interiores durante los meses de junio, agosto y septiembre de 2009. Sitio Arqueológico Nakum.



Cuadro 09. Cobertura Vegetal de Líquenes *Lepraria* sp. en interiores durante los meses de junio, agosto y septiembre de 2009. Sitio Arqueológico Nakum.

Además durante el mes de agosto se pudo observar una capa de humus en algunas regiones del área de muestreo, probablemente se trató de sustrato que ayudó a la adhesión de más organismos ya que algunas muestras de musgos presentaron estructura reproductiva o pueden ser cianobacterias muertas (R. Kumar y A. Kumar 1999).

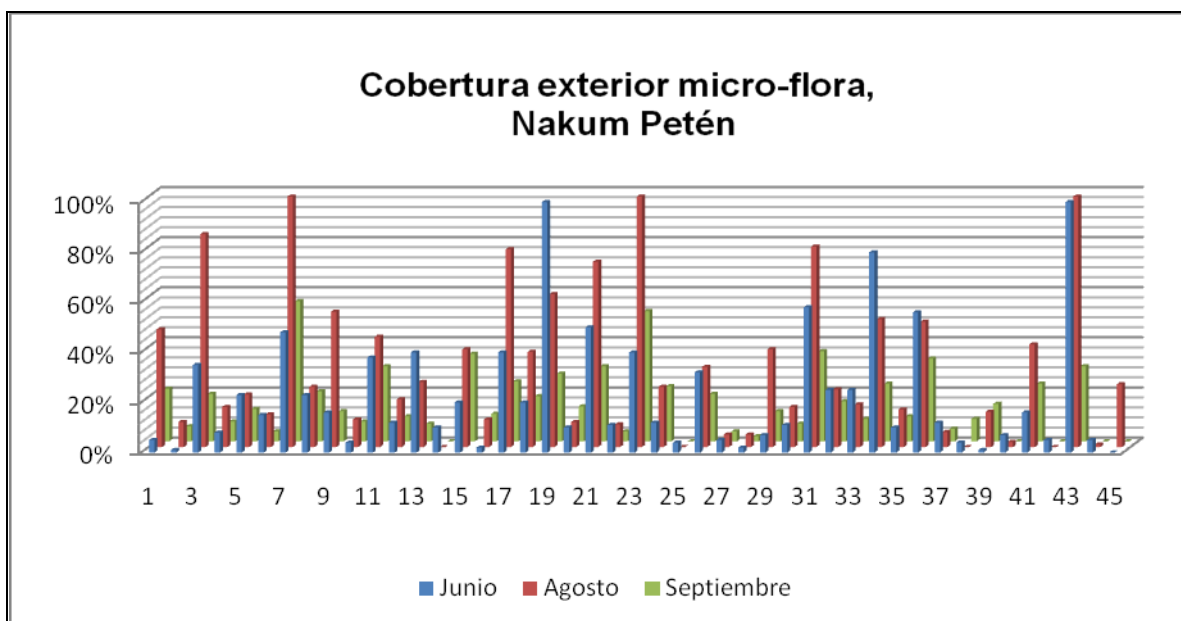
En los exteriores los grupos más comunes fueron los líquenes y los musgos. Las especies *Hyophila involuta* (Hooker) A. Jaeger, *Barbula indica* (Hooker), presentaron los porcentajes más altos de cobertura vegetal, durante los tres meses de muestreo. La gráfica 4 muestra el crecimiento de estas tres especies representadas por los números 7, 19, 23 y 43 (representan las áreas de muestreo 3, 9, 23 y 24).

Los edificios con mayor cobertura vegetal fueron: Edificios D-3, R-9, V-23 y J-24 los cuales representan al grupo de musgos siendo *Hyophila involuta* (Hooker) la especie más abundante y por último *Barbula indica* (Hooker) que fue la única especie que presentó estructura reproductiva durante los tres meses en el edificio J-24. El género *Trichostomum* se reportó en dos edificios el A-17 e I-21. Estas especies pertenecen a la familia Pottiaceae se caracterizan por crecer en el suelo o en rocas, especialmente en sustratos calcáreos de lugares secos, para identificar adecuadamente a una Pottiacea, ya sea a nivel de género o especie es necesario hacer cortes transversales de las hojas y del tallo. En cuanto a estructuras reproductivas, los esporofitos suelen ser generalmente largos y retorcidos, cápsulas erectas y cilíndricas y un peristoma formado de 16 a 32 dientes filiformes que nacen de una membrana basal (Allen B. *et al.*, 2002). Estas especies han sido reportadas para el departamento de Petén según el Aporte al Catálogo de Musgos de Guatemala realizado por (Salazar N., *et al.* 2006). El género *Riccia* se reportó durante los tres meses en el Edificio N-1, creciendo sobre el friso en la gráfica 4 lo representa el número 2. Las variables de temperatura y humedad relativa promedio oscilaron entre un rango de 26 a 27 °C para temperatura y de 66 a 77 de humedad relativa. [ver anexo 8] Durante los tres meses se mantuvo este rango de temperatura y humedad relativa, el cual permitió el crecimiento de nuevos individuos y/o se mantuvo la cobertura de dichas especies.

El grupo de los líquenes lo representaron dos géneros: *Lepraria* sp. que fue el espécimen más abundante en los exteriores y *Graphis* sp. El género *Lepraria* se conocen como líquenes tipo polvo, el edificio que presentó mayor cobertura durante los tres meses fue el L-23 representado por el número 18 en el Cuadro 10. Este género se caracteriza por absorber agua de las gotas de lluvia o rocío formando gotas sobre el talo, por esto se adaptan fácilmente a sustratos rocosos; donde toman la humedad acumulada del aire de las rocas ((Brodo *et al.* 2001), la humedad promedio de los tres meses osciló entre 73 de humedad relativa. Otro factor que influye en su crecimiento es la tolerancia a cierta temperatura, los líquenes en general toleran temperaturas extremas, en este caso la temperatura promedio osciló entre 27 y 28 °C [ver anexo 8]. Ambas variables permitieron que el género *Lepraria* se mantuviera estable en las áreas de muestreo.

El género *Graphis* es fotobionte (asociación entre líquenes, cianobacterias y algas verdes) creció junto *Trentepohlia* sp. (alga verde) que se reportó únicamente para el edificio U-13 representado con el número 25 en el

Cuadro 10. Esta simbiosis es común en estos organismos, es difícil de identificar en el caso de *Graphis* y *Tentepohlia*, el alga verde produce células individuales en el talo de algunos líquenes costrosos tropicales tal es el caso de género *Graphis* carácter que los hace compatibles, este estado puede variar conforme el tiempo y es difícil de detectarlo algunas veces (Brodo I.M, *et al.* 2001). La temperatura y humedad relativa promedio oscilaron entre 26 y 28 °C y la humedad fue de 73 [ver anexo 8]. Este género es común en sitios abiertos, crece en distintos tipos de sustratos incluyendo rocas, se encuentran en bosques de zonas bajas, como los que se han reportado para el departamento de Petén (Cáceres 2007, Lundell 1937).



Cuadro 10. Cobertura de organismos vegetales menores en exteriores durante los meses de junio, agosto y septiembre de 2009. Sitio Arqueológico Nakum.

Además de las labores de análisis in situ de la cobertura vegetal de la arquitectura expuesta de Nakum, fue necesario realizar una serie de colecta de muestras con el fin de trasladarlas al laboratorio y proceder con la determinación taxonómica.

Para un rápido reconocimiento en el campo, las briofitas y líquenes son estudiados con una lente de aumento de 10x o 14x. La colecta de briofitas y líquenes se lleva a cabo usando cuchillo o navaja para separarlas del sustrato en este caso la roca caliza que forma parte de las ruinas. Se acostumbra colectar las briofitas y líquenes con una porción de su sustrato, en este caso se separo con cuidado de la roca para evitar daños a la estructura. En el caso de la colecta de las cianobacterias y algas verdes se procedió a utilizar la misma metodología que las briofitas y líquenes. En algunos interiores se procedió a montar las cianobacterias en una lámina con tinción de azul de metileno.

Los especímenes se colocaron en bolsas de papel kraft de ½ libra, una colecta por bolsa. En la bolsa se anota con lápiz: número de campo, altitud, ubicación y tipo de sustrato; para este caso se separa sustrato bloque calizo y

estuco cuando se colecta en el interior de la ruina. También es necesario anotar el nombre del colector, fecha y observaciones en general. Todos los datos se anotan también en una libreta de campo (Freire *et al.* 2004).

Las bolsas de papel con las muestras se colocaron abiertas en un lugar seco y seguro y se dejaron secar al aire por 2 a 3 días. Luego las bolsas fueron dobladas y transportadas al herbario donde se depositaron en un congelador por 3 días para evitar la propagación de bichos. En el Herbario USCG-ECON se realizaron las fases de identificación y fotografía e ingreso de los especímenes a la colección con que cuenta el Herbario actualmente.

Para ser identificados, los especímenes secos fueron colocados en cajas de petrí con agua para que las células se rehidraten. La identificación de los especímenes se efectuó en el laboratorio usando principalmente las claves escritas por Gradstein (1989), Gradstein, Churchill y Salazar-Allen (2001) y Gradstein (2003), Allen B. Moss Flora of Central America. Para seguir las claves de identificación, los especímenes se estudiaron con un estereoscopio, el detalle celular se estudió usando un microscopio óptico. Se usaron agujas de disección finas y pinzas (Freire *et al.* 2004). Para la clasificación de los líquenes se utilizaron las siguientes guías: Lüking R. *et al.* Guía para Géneros de líquenes Tropicales, Cáceres Marcela, Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil. Libri Botanici Vol. 22. y Brodo I. M. Lichen of North America.

Las cianobacterias y algas verdes fueron montadas en el microscopio para la observación a nivel celular la identificación taxonómica se realizó con ayuda de las siguientes claves: Freshwater Algae of North America y Algae, Anatomy, Biochemistry and Biotechnology.

Gabinete

Se identificó un total de 56 especímenes de los cuales 9 representan a los especímenes de los interiores y 47 que representan a los especímenes de los exteriores del Sitio Arqueológico Nakum, Petén. [ver anexo 1] De los interiores la especie más común fue la cianobacteria *Lyngbya* sp. y de los exteriores los especímenes más comunes fueron *Hyophila involuta* (Hooker) y *Lepraria* sp.

Descripción de los Especímenes

Grupo Cianobacterias

Clasificación Cianobacterias Filamentosas

Orden: Oscillatoriales

Familia: Oscillatoriaceae

Género: *Lyngbya* (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).

Lyngbya sp.

Descripción: Forma filamentos delgados rectos generalmente solitarios. Células cortas discoides, más cortas que anchas (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).

Hábitat: Crece sobre varios sustratos: ambientes acuáticos, algunas son epifitas, paredes y sobre rocas (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).



Figura 15. Células cianobacteria *Lyngbya* sp. 1000x. (Foto V. Ríos).

Observaciones: Miden aprox. 5 micras. Durante los meses de junio y septiembre presentaron una coloración verde oscuro, la cual tuvo una leve variación durante el mes de agosto donde se observaron de un color verde claro, durante los tres meses presentaron una textura lisa. Se localizaron principalmente sobre sustrato tipo estuco en los interiores de los edificios A, N y E.

Clasificación Cianobacterias Filamentosas

Orden: Oscillatoriales

Familia: Pseudanabaenaceae

Género: *Pseudoanabaena* (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).

Pseudoanabaena sp.

Descripción: Tricomatos solitarios en finos grupos, pueden ser rectos o curvos o largos con muchas células, usualmente cilíndricas con terminaciones curvas (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).

Hábitat: Crecen en distintos sustratos generalmente en ambientes acuáticos. Algunas pueden crecer en sustratos sólidos como rocas (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).

Observaciones: Miden aprox. 5 micras. Presentaron la misma tonalidad durante los tres meses un verde oscuro y una textura lisa, se les encontró creciendo con *Lyngbya* sobre estuco.

Grupo Algas

Clasificación

Dominio: Protista

Filo: Chlorophyta

Clase: Ulvophyceae

Orden: Trentepohliaceae

Género: *Trentepohlia* (Barsanti L., P. Gualtieri, 2006).

Trentepohlia sp.

Descripción: Alga verde filamentosa, con carotenoides debido a esto presentan una coloración naranja, este pigmento las protege y las hace tolerantes a la radiación (Barsanti L., P. Gualtieri, 2006). Son nutrientes para el crecimiento de otras plantas, ya que forman asociaciones con hifas de algunos hongos y líquenes costrosos tropicales con los géneros *Graphis*, *Graphina* y *Opegrapha* (Brodo I.M, et al. 2001).

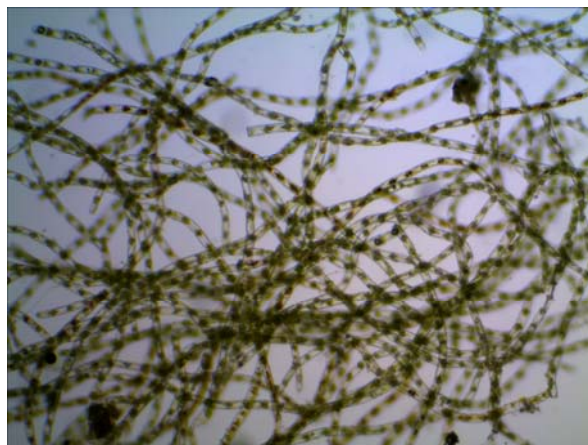


Figura 16. Colonia alga *Trentepohlia* sp. 100x. (Foto V. Ríos).

Hábitat: Crecen generalmente sobre cortezas de árboles vivos y sobre rocas húmedas (Wehr J.D., Robert G.S, 2003).

Observaciones: Miden aprox. 10 micras. En el campo suelen presentar una coloración naranja, que en el herbario van perdiendo tornándose a un color verde claro con trazas de color naranja. Se reportaron para tres edificios en exteriores; edificio D-3, Edificio G-3 y Edificio U-13. [ver anexo 1]

Grupo Líquenes

Clasificación Líquenes Costrosos con Lirelas

Orden: Ostropales

Familia: Graphidaceae

Género: *Graphis* (Lüking R., et al).

Graphis sp.

Descripción: Talo crustáceo, blanco. Fotobionte: clorofíceas. Lirelas (apotecios horizontalmente alargados) inmersas a sésiles; disco escondido; margen grueso, negro o cubierto por talo. Ascosporas septadas a muriformes, hialinas, reaccionan ante el yodo tornándose azules (I+) (Lüking R., et al).



Figura 17. Liquen *Graphis* sp. Talo con lirela (Foto V. Ríos).

Hábitat: Crece sobre varios sustratos (corteza, madera, etc.); en micrositios abiertos a semiabiertos (bosques tropicales lluviosos de zonas bajas, bosque a orillas de la playa, vegetación secundaria, bosques primarios, plantaciones, áreas de pastoreo y zonas urbanas) (Lüking R., et al).

Observaciones: Mide aprox. 2.5 cm. Se encontró únicamente en el Edificio U. Con lirela carbonizada sésil en el talo (ver anexo... Fotos...)
Clasificación Líquenes tipo Polvo (Se les incluye en los líquenes costrosos estériles algunos textos los presentan como clasificación indefinida, debido a la complejidad de los mismos ya que algunas veces no presentan estructuras reproductivas) (Cáceres M, 2006).

Familia Stereocaulaceae
Género: *Lepraria* (Cáceres M., 2006)

Lepraria sp.

Descripción: Líquen costroso estéril, contiene una continua capa de soredios (estructura vegetativa en líquenes de aspecto granular que contiene algunas células de algas rodeadas por filamentos del hongo, no presentan corteza) algunas veces los sordios tienen forma de bolas de algodón, el margen del talo es indefinido, algunas veces se observan lóbulos, es de color azul-gris, gris, verde o verde-amarillo. Sin presencia de apotecio (Brodo I.M, *et al.* 2001).

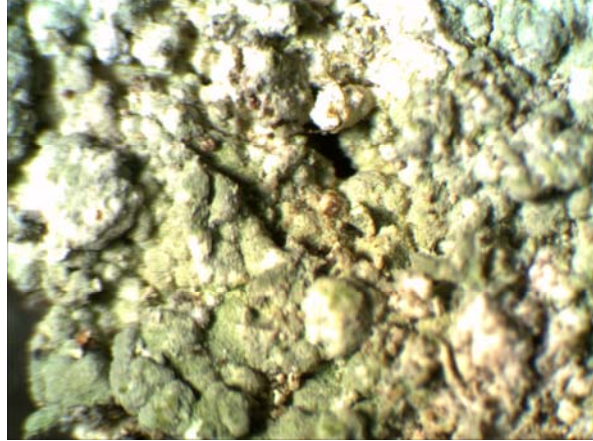


Figura 18. Líquen *Lepraria* sp. 20x. (Foto V. Ríos)

Hábitat: Crece sobre distintos tipos de sustratos; en madera, sobre corteza de árboles y en rocas húmedas, en sitios con sombra estos líquenes absorben la humedad del aire (Brodo I.M, *et al.* 2001).

Observaciones: Miden aprox. 3 cm. Se encontraron generalmente creciendo junto a los musgos, forman una capa de espesor de 0.5 mm a 1 cm aproximadamente.

Grupo Briofitas

Clasificación
Familia: Pottiaceae
Subfamilia: Merceyoidaea
Tribu: Barbuleae
Género: *Barbula*
Especie: *indica* (Gradstein, *et al.* 2001).

Barbula indica (Hooker)



Figura 19. Briofita *Barbula indica* (Hooker). 100x. (Foto V. Ríos)

Descripción: Plantas formando matas con forma de penachos de 2-25 mm de alto, amarillo-cafés a negruzcas-cafés. Tallos erectos. Hojas 0.5-2.0 mm de largo, liguladas-lanceoladas, cubriendo el tallo, erectas a expandidas cuando

se mojan, ápice agudo; márgenes enteros, densamente papiloso en la parte de atrás de la hoja. Seta lisa 10-20 mm de largo, roja o amarilla cuando es joven (Gradstein, *et al.* 2001). Cápsulas oblongas cilíndricas, erectas, lisas. Dientes del peristoma formando un espiral de 1.2 mm de largo (Allen B., *et al.* 2002)

Hábitat: En suelo, arcilla, cemento y rocas (piedras calizas); 10-2286 msnm. (Allen B., *et al.* 2002). En Petén según reporte de la Flora de Musgos de Centro América y en el Aporte al Catálogo de Musgos de Guatemala realizado por (Salazar N. *et al.*, 2006).

Observaciones: Único espécimen reportado con esporofito (estructura reproductiva) durante los tres meses de muestreo. Creció sobre embono.

Clasificación

Familia Pottiaceae
Subfamilia: Pottioideae
Tribu: Hyophileae
Género: *Hyophila*
Especie: *involuta* (Gradstein, *et al.* 2001).

Hyophila involuta (Hooker) A. Jaeger

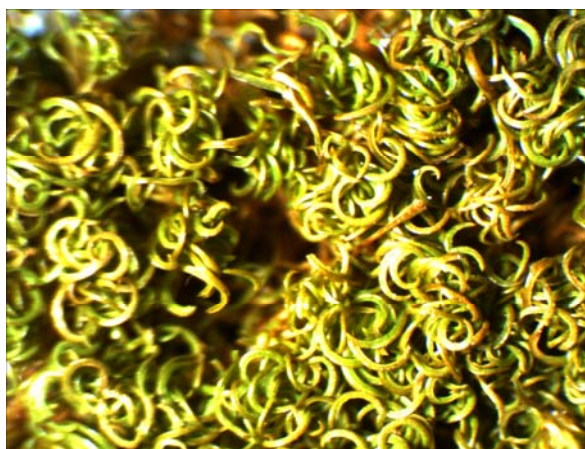


Figura 20. Briofita *Hyophila involuta* (Hooker) A. Jaeger 20x. (Foto V. Ríos).

Descripción: Plantas pequeñas 15 mm de alto, formando una capa densa de penachos, verdes oscuro a negro en la parte de arriba, rojos a rojo-café en la parte de abajo. Tallos erectos, radiculosos. Hojas 2-4 mm incurvadas cuando están secas, erectas expandidas cuando se mojan, ápices redondos a redondos obtusos; costa cubierta por una capa ventral de células cuadradas (Gradstein, *et al.* 2001).

En la parte superior de la hoja se localizan unas células mamilosas (Flora de Norte América

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=200001180)

Seta larga de 4-7 mm de largo; cápsula erecta, urna cilíndrica 1-2 mm de largo. Peristoma ausente (Gradstein, *et al.* 2001)

Hábitat: Sobre rocas (piedras calizas) y algunas veces en paredes de cemento; 10-1737 msnm. En Petén según reporte de la Flora de Musgos de Centro América y en el Aporte al Catálogo de Musgos de Guatemala realizado por (Salazar N. *et al.*, 2006).

Observaciones: Forman una capa de 0.5 mm a 1 cm de ancho. Se encontraron creciendo junto a *Lepraria* sp., *Trentepflia* sp. y *Riccia* sp.

Clasificación
Familia: Pottiaceae
Subfamilia: Trichostomoideae
Género: *Trichostomum* (Gradstein, et al. 2001).

Trichostomum sp.

Figura 21. Hojas de briofita *Trichostomum* sp. 20x. (Foto V. Ríos)



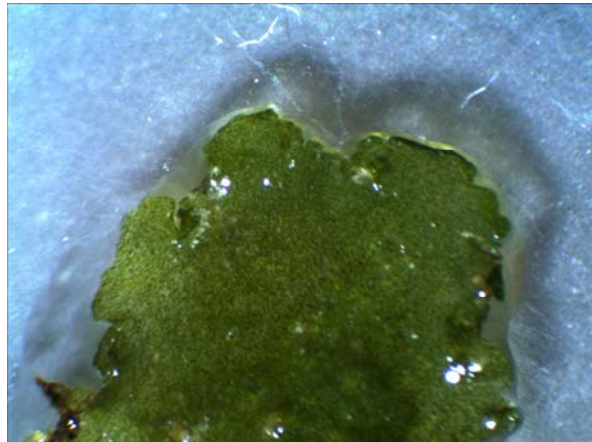
Descripción: Plantas pequeñas a medianas formando densos penachos. Tallos erectos hasta de 3 cm de alto, Hojas incurvadas 1-4 mm de largo, adpresas en la base cuando están secas, expandidas cuando se mojan lanceoladas, márgenes lilos o papilosos (Gradstein, et al. 2001).

Hábitat: Sobre suelo, rocas (piedras calizas) algunas veces en bases de troncos de árboles; 100-680 msnm. (Allen B., et al. 2002). En Petén según reporte de la Flora de Musgos de Centro América y en el Aporte al Catálogo de Musgos de Guatemala realizado por (Salazar N. et al, 2006).

Clasificación
Subdivisión: Hepaticae
Clase: Hepatopsida
Subclase: Marchantiaceae
Orden: Marchantiales
Familia: Ricciaceae
Género: *Riccia* (Gradstein, et al. 2001).

Riccia sp.

Figura 22. Hoja de briofita *Riccia* sp. 40x. (Foto V. Ríos)



Descripción: Talo bífido, formando rosetas o parches gregarios; lóbulos de 0.5-4 mm de ancho, verde, verde grisáceo, verde amarillo o glauco, algunas veces teñido con púrpura, rojo o violeta. Poros de la epidermis no se diferencian, cámara de aire formada por una capa de células. Células oleosas ausentes. Escamas ventrales usualmente en dos filas (Gradstein, et al. 2001)

Hábitat: Pioneras en lugares abiertos perturbados, en lugares expuestos y algunas veces en lugares con sombra, sobre suelo o rocas; desde el nivel del mar hasta 4500 msnm. (Gradstein, et al. 2001).

Observaciones: Se encontró únicamente en el Edificio N, creciendo sobre friso.

3.4. DIAGNÓSTICO DE CONSERVACIÓN

Caracterización de deterioros

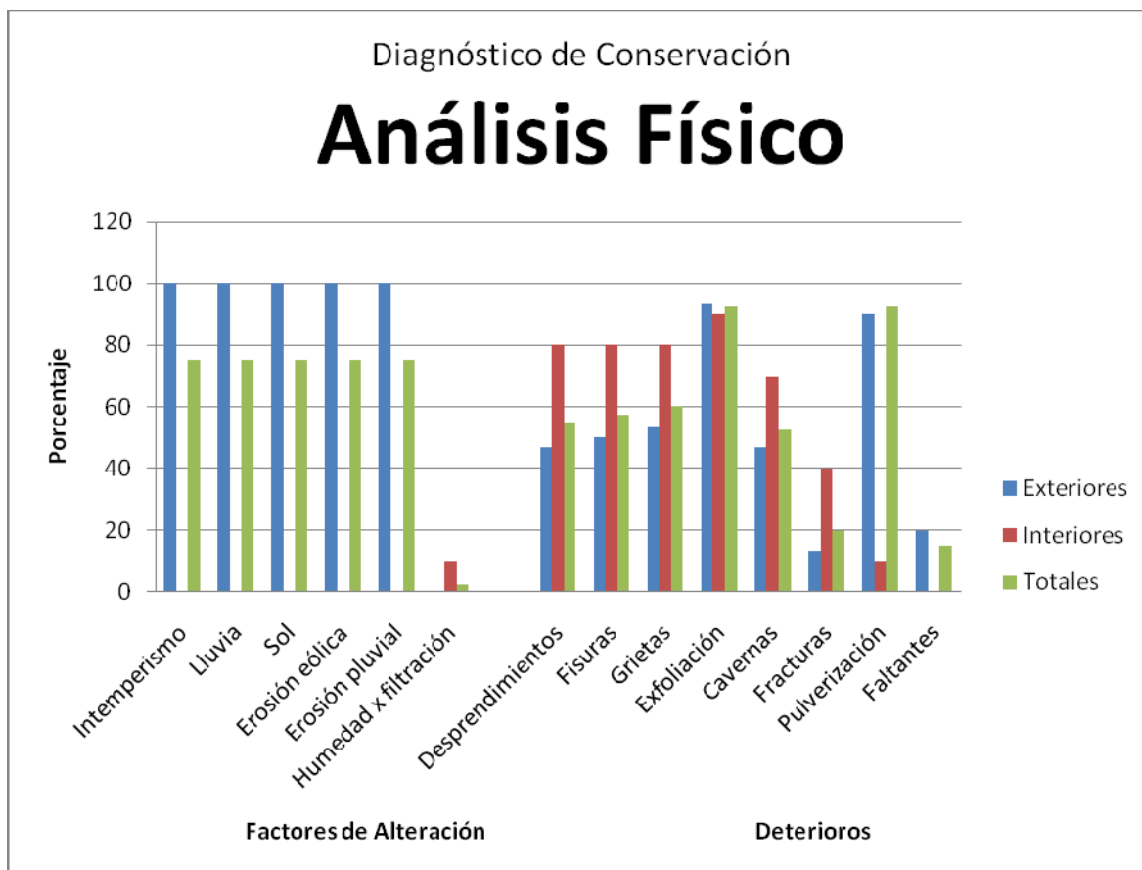
En el marco teórico fueron enumerados los principales factores de alteración que tienen lugar en los edificios mayas, de los cuales han sido seleccionados aquellos cuya presencia tiene un impacto y relación más directa con la presencia o ausencia de la microflora. Para ello se ha hecho una distinción entre los factores de alteración más comunes que influyen en el estado de preservación de los sustratos arquitectónicos y por otro lado los deterioros que sufren los elementos expuestos.

El examen de estos factores de alteración fue realizado por medio del análisis visual en dos categorías de observación siendo estos los deterioros físicos y los deterioros biológicos, y se omitió el análisis químico al no contar con los recursos y herramientas necesarias. De estos datos se desprende lo siguiente:

Deterioros Físicos: Existen diversas fuentes y orígenes que pueden impactar los materiales de construcción de los monumentos arquitectónicos mayas y que afectan significativamente su preservación. Entre los factores de alteración más comunes tenemos: el intemperismo, la lluvia, el impacto del sol y los cambios de temperatura que generan, la erosión eólica provocada por los vientos, la erosión pluvial provocada por el agua de lluvia y la humedad por filtración. Como puede notarse en el Cuadro 11, todas las áreas exteriores seleccionadas sufren inevitablemente este tipo de impactos ya que tienen que ver directamente con la exposición a los efectos y fenómenos naturales del clima; el único factor presente en las áreas interiores es la humedad por filtración que se encuentra presente en el área 9/10/40 localizada en el muro Oeste de la Cámara 11 del Edificio N.

En relación a los deterioros físicos se ha hecho evidente que en las áreas exteriores el desperfecto más común es la exfoliación, seguido muy de cerca por la pulverización, luego las grietas y fisuras, después los desprendimientos y la presencia de cavernas y por último los faltantes y fracturas, en tanto que en las áreas interiores la exfoliación, en este caso de los estucos es también el deterioro más recurrente, seguido por desprendimientos, fisuras y grietas, luego la presencia de cavernas y fracturas y por último la pulverización de los materiales de construcción. Este último dato contrasta visiblemente entre las áreas exteriores e interiores ya que en las primeras su presencia es del 90 % y en las segundas del 10 % por lo que es evidente que es el resultado de la exposición de los elementos arquitectónicos al intemperismo y todas sus variables.

La siguiente gráfica ilustra los porcentajes en que cada uno de los deterioros y factores de alteración aparecen en las áreas seleccionadas, es necesario mencionar que en el área interior 5/10/40 ubicada en la sección sur del muro Este de la cámara Este del Edificio A se encuentran grafitis de factura reciente, pero que no han sido incluidos en la gráfica por tratarse de vandalismo humano y no un defecto físico natural en los edificios mayas.



Cuadro 11. Diagnóstico de conservación de áreas seleccionadas, análisis físico. Sitio arqueológico Nakum.

Deterioros Biológicos: En este campo puede decirse que en las áreas seleccionadas tanto los factores de alteración como los deterioros provienen del crecimiento de vegetación o bien por la presencia de animales cuyas acciones y existencias provocan efectos nocivos en los elementos arquitectónicos.

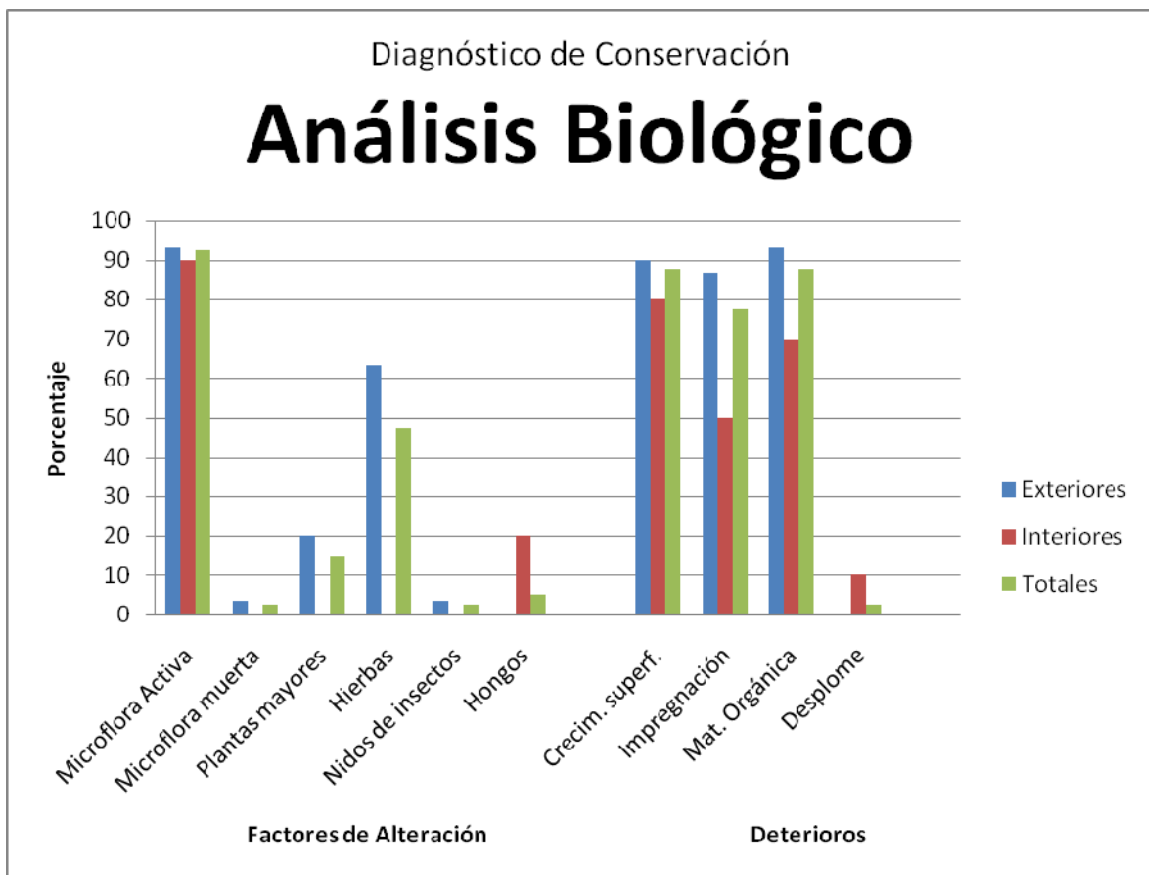
El clima tropical presenta altos valores de biodiversidad y de biomasa, así como un aumento de las sucesiones ecológicas que van desde las primeras etapas de colonización hasta las más maduras; en consecuencia, los procesos de biodeterioro en estos climas son igualmente diversos (Getty e IHAH 2006). De esa cuenta en las áreas seleccionadas se han considerado los siguientes aspectos:

Entre los factores de alteración identificados el más común tanto en áreas exteriores como interiores fue la presencia de microflora activa alcanzando en ambos casos más del 90 % de las áreas, lo cual pone en evidencia la importancia de la presente investigación. En los exteriores existe una mayor presencia de

factores de alteración siendo la presencia de hierbas la segunda variable con mayor presencia, seguido por las plantas mayores y en menor grado la microflora muerta y nidos de insectos.

Mientras tanto, en las áreas interiores no fueron reportados ningún otro tipo de alteraciones más que la microflora, en donde hay que destacar que en el área 9/10/40 localizada en el muro Oeste de la Cámara 11 del Edificio N ha sido el único sector en el que la presencia de hongos fue evidente a simple vista, en este caso la relación entre la humedad por filtración que se reportó en el numeral anterior y la presencia de estos microorganismos resulta incuestionable.

Por su parte, los deterioros reportados a causa de factores biológicos incluyen en las áreas exteriores la presencia de materia orgánica en superficie en primer lugar, seguido por los crecimientos en superficie y por último la impregnación de la microflora en los sustratos, en los tres casos la frecuencia de aparición es bastante alta alcanzando más del 85 %. En tanto que en las áreas interiores es el crecimiento en superficie el más presente, seguido por la presencia de materia orgánica, luego la impregnación y por último el desplome de segmentos de estuco a causa de factores biológicos.



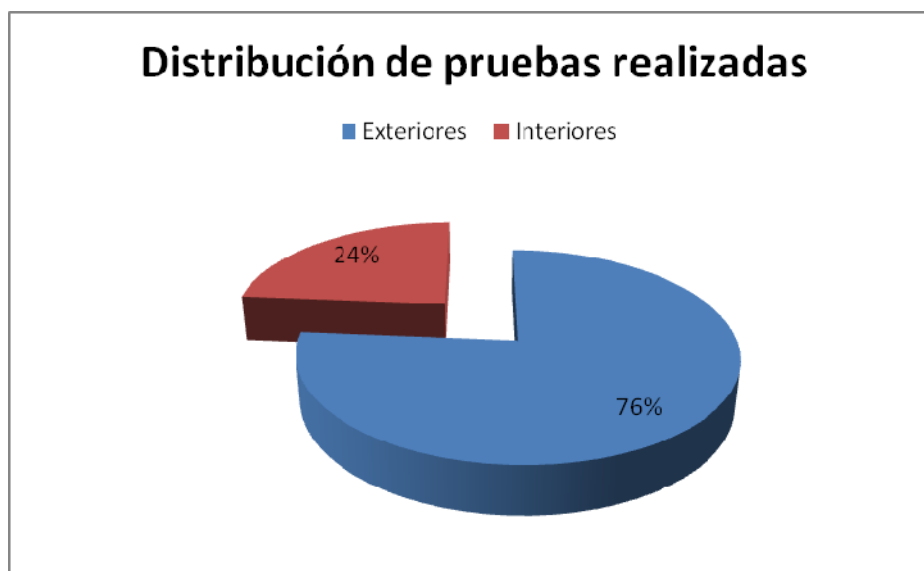
Cuadro 12. Diagnóstico de conservación de áreas seleccionadas, análisis físico. Sitio arqueológico Nakum.

Pruebas de conservación preventiva

Un total de 38 pruebas fueron realizadas en las distintas áreas que fueron seleccionadas aplicando los cuatro procedimientos distintos en porcentajes similares con el fin de que los resultados proporcionen una idea completa y equilibrada de su eficacia.

Todas las variables fueron atendidas y evaluadas sistemáticamente en dos ocasiones distintas, la primera realizada al momento mismo de su aplicación para conocer los resultados inmediatos los cuales se realizaron entre el 5 y 8 de agosto, y la segunda inspección se realizó tres meses después para evaluar cuales procedimientos son más efectivos a mediano plazo, actividad que tuvo lugar entre el 6 y 9 de noviembre.

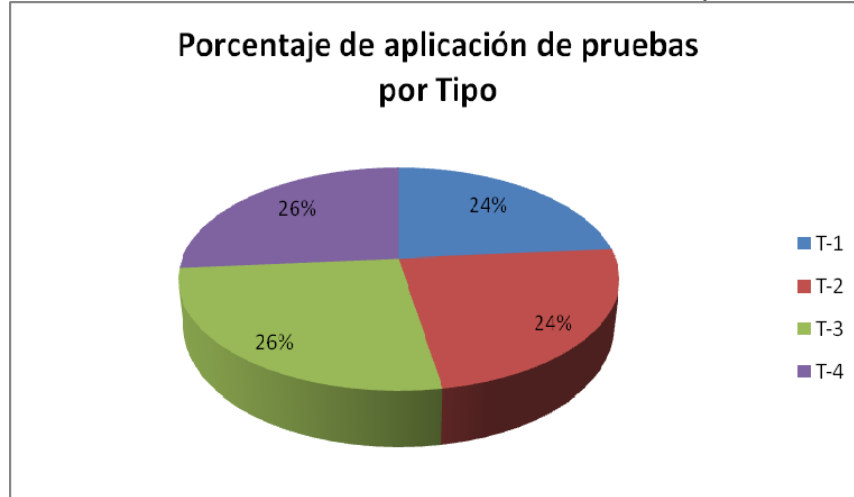
En primer lugar hay que indicar que del total de pruebas realizadas 29 fueron llevadas a cabo en áreas exteriores y 9 en los interiores representando porcentajes similares a la cantidad total de áreas seleccionadas, con el fin de ser consecuentes con los valores de análisis y evitar el sesgo al momento de interpretar los resultados obtenidos.



Cuadro 13. Distribución de pruebas de conservación preventiva según contexto. Sitio arqueológico Nakum.

En cuanto a la cantidad de pruebas realizadas por cada uno de las propuestas experimentales, es necesario indicar que las aplicaciones Tipos 1 y 2 contaron con nueve pruebas cada uno de ellos que representan el 23.68% del total de pruebas en cada caso, mientras que los Tipos 3 y 4 contaron con 10 pruebas representando el 26.32%. Con el fin de descartar posibles errores de ejecución, se privilegió la realización de tres aplicaciones por cada sustrato y cada contexto, para realizar un análisis directo de resultados absolutos, es decir, considerar que la tendencia se mantendrá hacia los dos resultados más parecidos.

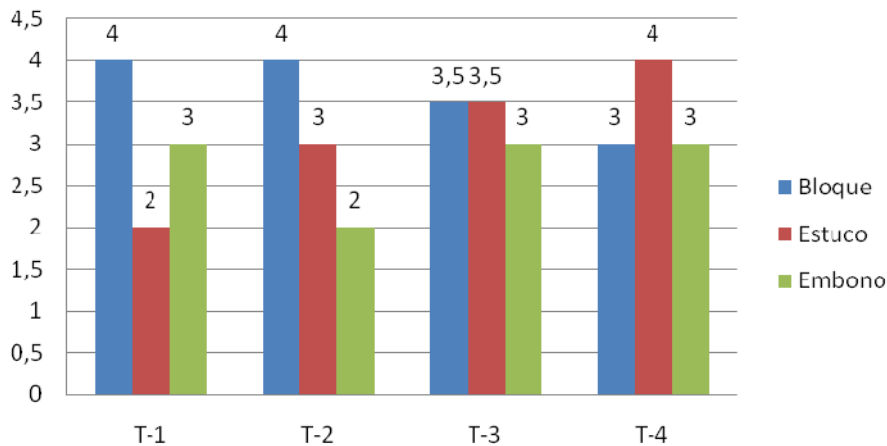
Sin embargo, por limitaciones de superficie afectada por crecimientos vegetales menores, no fue posible realizar este procedimiento en todos los casos, para lo que fue necesario auxiliarnos de análisis estadístico de eficacia y eficiencia.



Cuadro 14. Análisis estadístico de aplicación de pruebas de conservación preventiva. Sitio arqueológico Nakum.

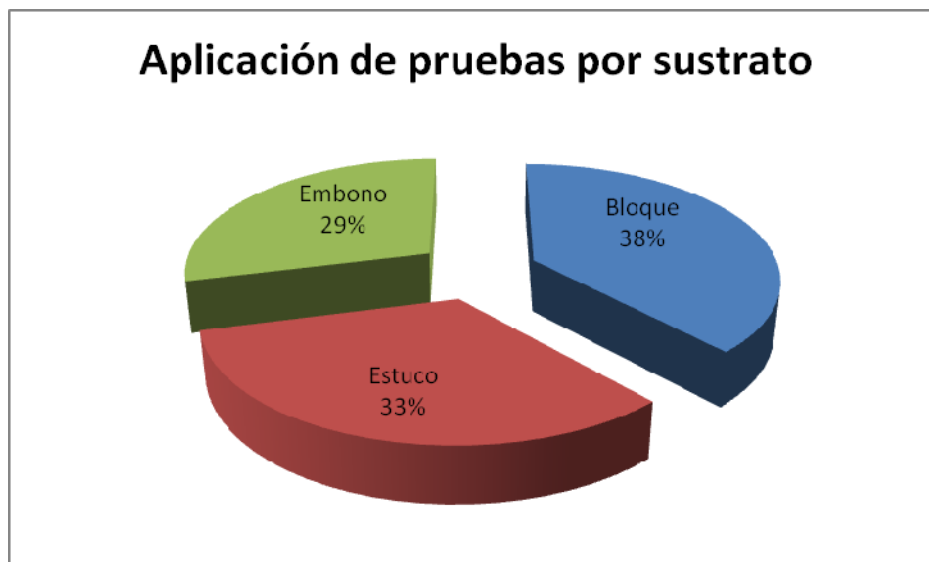
Finalmente, en cada uno de los casos, las pruebas fueron realizadas sobre los distintos tipos de sustratos presentes en la arquitectura expuesta de Nakum, hay que hacer la salvedad que no se llevaron a cabo pruebas en los rellenos constructivos expuestos debido a su escasa presencia en las áreas seleccionadas, además que por tratarse de sectores expuestos por ya más de mil años, la impregnación de la biopelícula es considerable, además que los materiales habrían perdido en mayor medida sus propiedades adhitivas.

Distribución de pruebas por sustrato



Cuadro 15. Análisis estadístico de distribución de pruebas de conservación preventiva por sustrato. Sitio arqueológico Nakum.

El porcentaje total de pruebas por sustrato tuvo mayor presencia en bloques tallados, seguido por los estucos y finalmente en embono, a causa de los valores porcentuales registrados durante el análisis material de la superficie seleccionada. [ver cuadro 02]



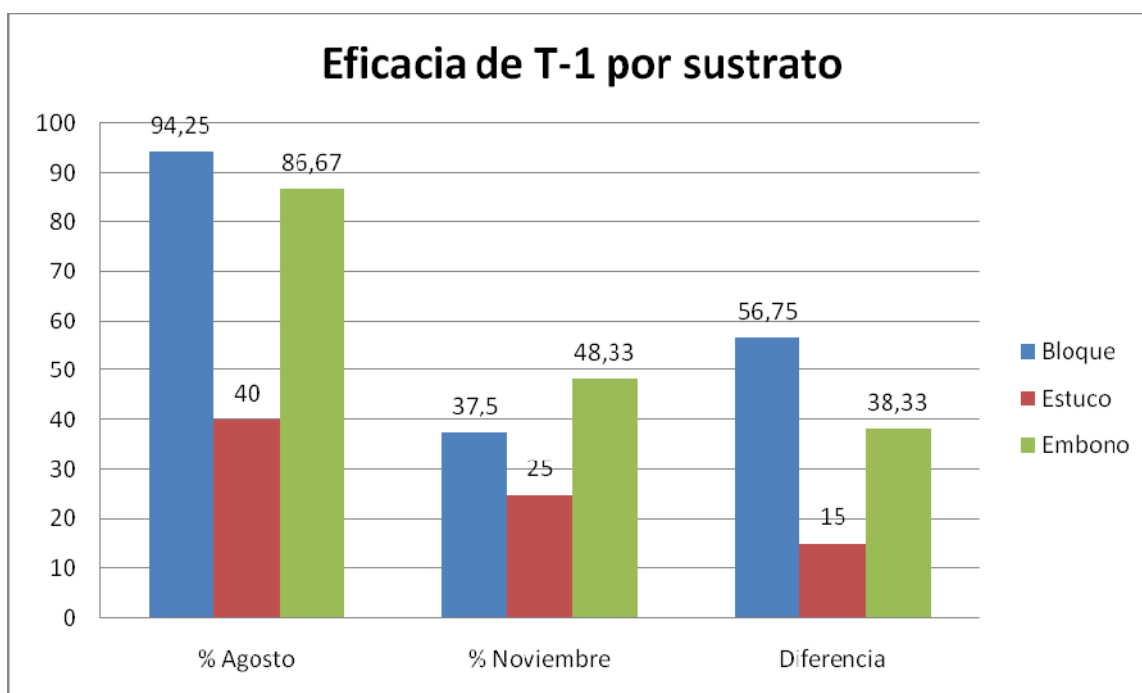
Cuadro 16. Análisis estadístico de aplicación de pruebas de conservación preventiva según sustrato. Sitio arqueológico Nakum.

Los cuadrantes en los que fueron aplicadas las pruebas fueron seleccionados a partir del análisis de cobertura vegetal con el fin de comprobar la eficacia de cada uno de los tratamientos en la eliminación de cada uno de los tipos de microflora identificados en campo.

Procedimiento Tipo – 1: La labor de remover las capas de organismos vegetales menores por medio de limpieza mecánica es prácticamente imposible, sobre todo en los casos que el sustrato presenta erosión o pulverización superficial, puesto que se encuentran con mayor impregnación. Aunque en algunos casos se alcanzó una remoción considerable, en la mayoría de las ocasiones no se logró remover ni siquiera el 50% del material orgánico. Además, como en otros casos ya ha sido reportado (Torres 1993, Aquino et al. 2008, 2009), la limpieza mecánica ocasiona erosión superficial durante el procedimiento.

Aunque el agua de cal posee características biocidas, las capas de algas y briofitas presentan gran resistencia, regenerándose a las pocas semanas de la aplicación, en ese sentido, si bien la eficiencia de este tratamiento puede calificarse con un rendimiento aceptable al momento de su aplicación, los resultados obtenidos luego de tres meses son bastante pobres, con diferencias bastante elevadas.

En cuanto a su eficacia en cada uno de los sustratos es preciso indicar que el resultado más sobresaliente al inicio fue sobre los bloques calizos, sin embargo, la inspección final reveló mejores resultados sobre las áreas con embono, no obstante, siguen siendo poco satisfactorios. Mientras tanto su aplicación en estucos es prácticamente inútil dándose incluso el caso en la cata 35/2009 en la que la efectividad al momento de la aplicación fue del 0%.



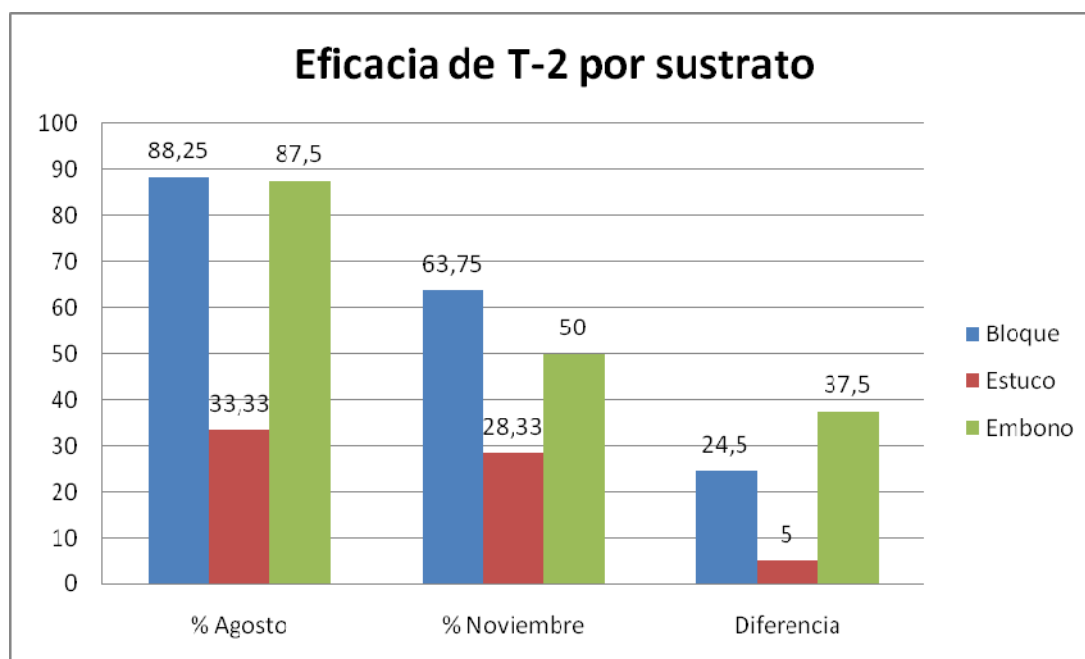
Cuadro 17. Eficacia inmediata y eficiencia a media plazo de pruebas de conservación preventiva T-1. Sitio arqueológico Nakum.

Procedimiento T-2: Los resultados de este tratamiento son prácticamente idénticos con los observados para el procedimiento T-1 evidenciando una ligera mejoría debido al fortalecimiento del efecto biocida del agua de cal, gracias a la aplicación del jabón neutro como agente preservante, la limpieza ha conseguido resistir hasta durante un tiempo ligeramente mayor, retardando el recrecimiento.

Nuevamente el principal problema de este procedimiento es que la limpieza mecánica ocasiona erosión superficial durante su aplicación que a pesar de registrarse en niveles milimétricos, a largo plazo podría considerarse como otro factor importante de deterioro para los elementos arquitectónicos que pretendemos conservar.

En cuanto a la eficacia de este procedimiento de conservación preventiva en cada uno de los sustratos en que fuera aplicado es justo indicar que el resultado más sobresaliente al inicio fue sobre los bloques calizos y ligeramente menor sobre el embono, resultados que permanecieron constantes durante la inspección final, no obstante, siguen siendo poco satisfactorios.

Mientras tanto su aplicación en estucos tuvo un rendimiento menos satisfactorio incluyendo la Cata 34/2009 cuyo resultado fue del 0% desde el momento mismo de su aplicación, sin embargo, en las otras áreas con estuco luego de tres meses los recrecimientos reportados fueron bastante escasos.



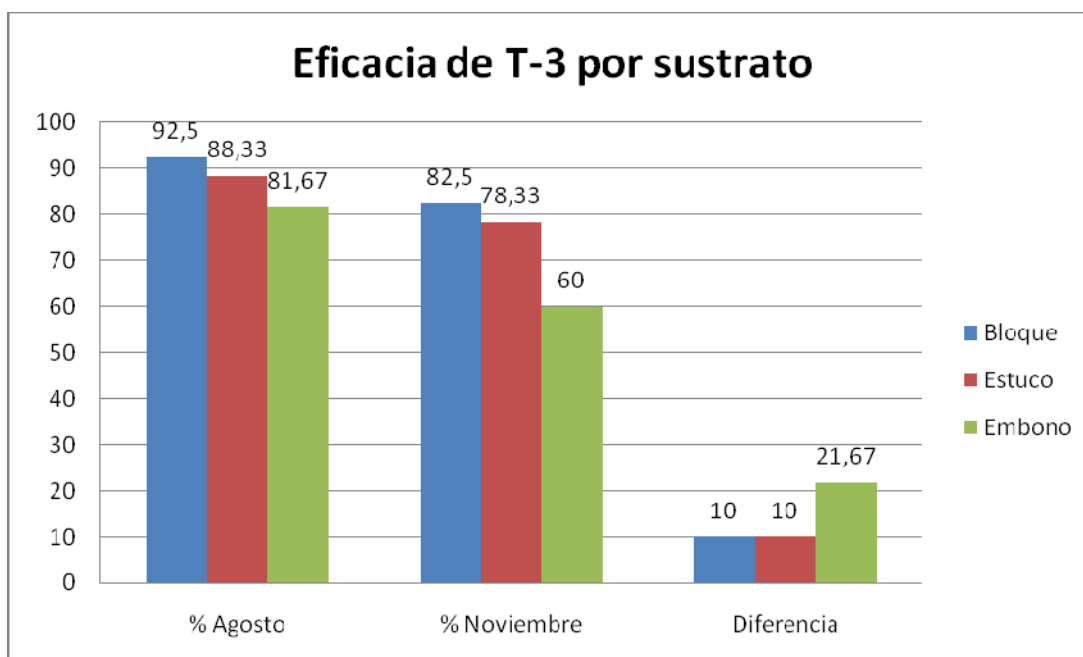
Cuadro 18. Eficacia inmediata y eficiencia a media plazo de pruebas de conservación preventiva T-2. Sitio arqueológico Nakum.

Procedimiento T-3: Los resultados denotaron desde el principio una eficacia mayor en todos los casos, aunque en algunos casos inicialmente daba la impresión que no se lograría la remoción del material orgánico impregnado sobre la superficie, las pruebas superaron el 80% sobre los tres sustratos demostrando una regularidad bastante aceptable.

A diferencia de las pruebas de T-1 y T-2, al evaluar este procedimiento luego del monitoreo de eficiencia ha demostrado que luego de 3 meses, las áreas intervenidas se mantienen limpias, aunque se empiezan a observar algunos pequeños recrecimientos.

En este sentido, las catas realizadas tanto en bloques como en estucos han demostrado una eficacia cercana al 80% luego de tres meses de la aplicación, mientras que en embono fue del 60% siendo los porcentajes más altos de los cuatro tratamientos realizados.

El caso de la cata 23/2009, realizado en el área 23/30/40 ubicado en bloques y estuco del sector Este del Muro Sur de la Cámara 5 del Edificio L es particular, ya que al momento de la aplicación de la prueba su eficacia fue del 90% y luego de transcurridos tres meses ningún recrecimiento se ha reportado, manifestando una efectividad del 100%.



Cuadro 19. Eficacia inmediata y eficiencia a media plazo de pruebas de conservación preventiva T-3. Sitio arqueológico Nakum.

6.5.4. *Procedimiento T-4:* Este procedimiento proporcionó los segundos mejores resultados luego del Procedimiento T-3, un resultado interesante dado que este procedimiento incluye la aplicación de jabón neutro junto al agua de cal que actúan como biocida y preservante, por lo que en papel se esperaba que los resultados fueran más efectivos que en el caso anterior.

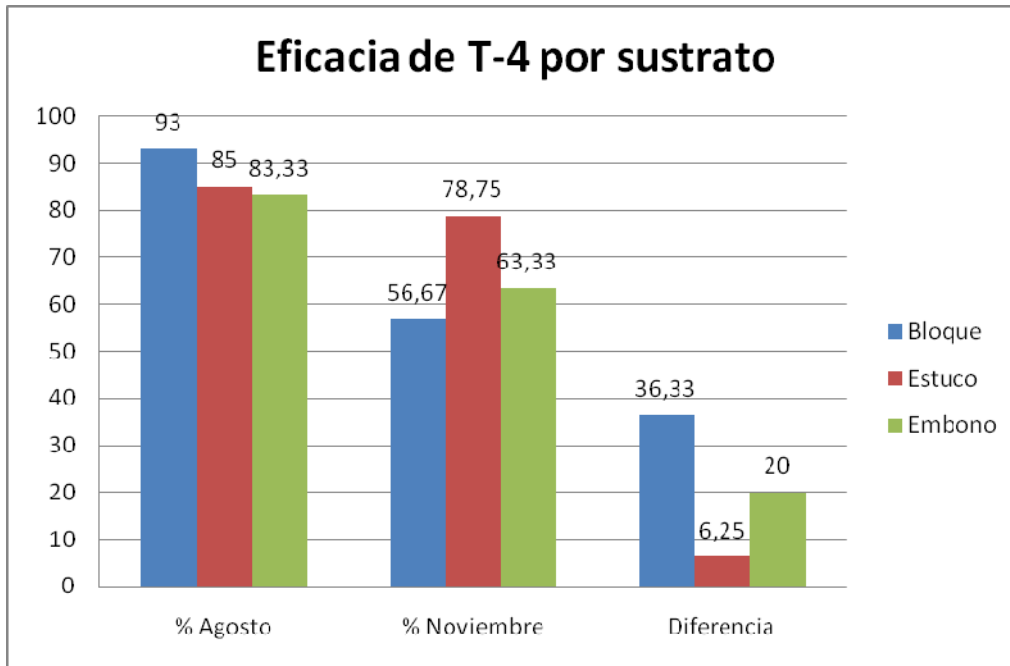
Estas perspectivas se vieron fortalecidas luego de los resultados obtenidos en el mes de agosto, inmediatamente después de la aplicación de dicho procedimiento cuando la eficacia sobre los tres sustratos superó fácilmente el 80% de efectividad, sin embargo, la evaluación realizada en el mes de noviembre reveló mayores recrecimientos que en las catas en que fuera realizado el Procedimiento T-3.

De cualquier manera, en los tres sustratos los resultados superan el 50% de eficacia, siendo los estucos los más beneficiados al contar con un 78.75% de efectividad, mientras que en las áreas de embono fue de 63.33%, siendo las cifras más altas reportadas para cualquiera de los tratamientos anteriores, ligeramente mejores que con T-3.

Curiosamente fue en los bloques calizos en donde la diferencia fue mucho mayor, alcanzando apenas el 56.67% de efectividad, no obstante, esta baja significativa fue marcada por el bajo rendimiento demostrado por la cata 12/2009 que fuera aplicada en el área 3/30/40 ubicada en la esquina Noreste del Patio 1 sobre el basamento Sur del Edificio D, en donde luego de la aplicación se tuvo un 99% de efectividad, mientras que luego de tres meses, por razones que desconocemos su efectividad fue de apenas el 5%, es decir que la garantía fue

prácticamente nula, resultado que influyó fuertemente en el resultado general, ya que si se suprimiera dicho resultado, la efectividad de este Procedimiento alcanzaría un nivel de eficacia similar al reportado para T-3.

Por su parte, los resultados de este procedimiento sobre los estucos demuestran datos importantes ya que la diferencia luego de tres meses es realmente mínima, tal como puede apreciarse en la gráfica siguiente:



Cuadro 20. Eficacia inmediata y eficiencia a media plazo de pruebas de conservación preventiva T-4. Sitio arqueológico Nakum.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El sitio arqueológico Nakum se considera uno de los asentamientos más importantes de las Tierras Bajas Mayas Centrales, su ubicación privilegiada a un costado de una de las rutas de comunicación e intercambio más importantes de la época prehispánica, seguramente le aseguró el constante desarrollo y reconocimiento dentro del esquema político regional. Aunque no se cuenta con evidencias epigráficas, el estilo arquitectónico denota la intensa relación que sostuvieron con su importante vecino Tikal, el estado más poderoso de la región en el periodo Clásico. No se conoce con certeza la naturaleza de esta relación, sin embargo se puede interpretar como una alianza simbiótica, donde Tikal le garantizaba la seguridad a Nakum, mientras que este le facilitaba el suministro de materiales y artefactos foráneos, ya fueran utilitarios o ceremoniales, procedentes del Mar Caribe a través del río Holmul.

La importancia y desarrollo de Nakum en la época prehispánica se ve reflejado en la prolongada ocupación de la ciudad, la monumentalidad de sus edificaciones, la capacidad para superar por más de 150 años la crisis del Colapso Maya, así como la dedicación de monumentos escultóricos en el siglo IX dC, cuando sus grandes vecinos Tikal, Yaxha y Naranjo, se encontraban abandonados.

La larga historia de ocupación de Nakum se ve reflejada en la perfección de las evidencias arquitectónicas conservadas en el lugar, lo que nos permite conocer los procesos políticos, económicos y culturales ocurridos durante la época prehispánica en las Tierras Bajas Centrales. Ha sido posible conocer la secuencia constructiva gracias a largos años de investigaciones arqueológicas realizadas por diversas personas e instituciones, que pueden considerarse un modelo de investigación y restauración de una ciudad maya.

A lo largo de su desarrollo evolutivo, la arquitectura de Nakum se clasifica dentro de las tradiciones del Peten Central, como resultado de las intensas relaciones sostenidas con otras ciudades como Tikal, Yaxha y Naranjo, a causa de su ubicación estratégica en la margen del río Holmul. Gracias a la constante actividad de intercambio de bienes e ideas, los habitantes y la élite de Nakum siempre tuvieron la posibilidad de acceder y utilizar los estilos arquitectónicos regionales a lo largo de su ocupación, mejorando su conocimiento tecnológico sobre el uso de los materiales constructivos locales, al mismo tiempo que incluían estilos foráneos en sus construcciones, lo que demuestra su participación en redes socio-políticas y culturales a nivel regional.

Algunos elementos constructivos y las representaciones iconográficas evidencian las relaciones a larga distancia que Nakum sostuvo durante el Clásico Terminal, con las ciudades emergentes ubicadas en la península de Yucatan, entre las que ya se puede considerar a Chichen Itza (Zralka *et al.* 2007).

Aunque la mayoría de edificios y elementos que los componen tienen reminiscencias en un estilo regional dominante, Nakum presenta algunos elementos que le confieren características particulares, tal como los accesos circulares o en forma de arco de medio punto de los Edificios A, Y y N, así como la ventana ovalada en la recinto 6 de este último, tratándose de elementos únicos en las Tierras Bajas del área maya.

Actualmente Nakum cuenta con un considerable inventario de arquitectura prehispánica expuesta, la cual requiere de labores estratégicas y permanentes de conservación, que se caractericen por procedimientos sencillos, económicos y eficaces. En este sentido, a través del presente estudio se espera contribuir con la formulación de una parte de dichas labores, apostando a la prevención con el fin de evitar que los deterioros afecten de manera irreversible nuestro Patrimonio Cultural Edificado.

Como hemos indicado anteriormente, los crecimientos de organismos vegetales menores están íntimamente relacionados con los deterioros superficiales de los materiales constructivos, pero si no se atienden oportunamente, pueden llegar a ocasionar problemas de carácter estructural. A través del análisis de estos organismos, hemos podido determinar tres tipos bien definidos: Algas, cianobacterias, briófitas y líquenes, caracterizados por ser especies pioneras, generadoras de condiciones apropiadas para el desarrollo de otros organismos vegetales mayores.

El porcentaje de cobertura vegetal está supeditado a las condiciones microclimáticas, tales como humedad, exposición a la luz solar y tipo de sustrato.

En general no se observaron crecimientos de líquenes y briofitas en áreas de interior, debido a que las condiciones ambientales no son propicias para el crecimiento de estos organismos. Al igual que en Yaxha, es interesante el hecho de que sí se observaron crecimientos de mohos, algas y cianobacterias, y no de líquenes; considerando que un líquen es una asociación simbiótica entre un hongo y un alga.

Fueron los crecimientos de cianobacterias los que adquirieron una mayor importancia en las áreas de interior, se registraron las especies *Lyngbya* sp. y *Pseudanabaena* sp. creciendo sobre estuco, en donde formaban grandes manchas verdes y negras. De acuerdo a las características fisiológicas, cuando comienzan a formarse, sus colonias pueden apreciarse como manchas verdes, que se van tornando cada vez más oscuras a medida que se acumulan, hasta que llegan a formar costras o escamas. Estas formaciones tuvieron lugar tanto sobre las superficies de bloque como en estuco, aunque se observó una obvia preferencia por los ambientes húmedos y con luz indirecta, a aquellos que eran secos y con luz directa. Lo anterior es porque las algas prefieren los ambientes húmedos, dado que necesitan del agua para su reproducción.

En la mayoría de las áreas seleccionadas se registró el crecimiento de colonias de organismos vegetales menores que incluyen algas, cianobacterias, briófitas y líquenes, al parecer las capas de bio-película iniciales contribuyen con crecimientos posteriores. Durante el mes de agosto se pudo observar una capa de humus en algunas regiones del área de muestreo, probablemente se trató de sustrato que ayudo a la adhesión de más organismos ya que algunas muestras de musgos presentaron estructura reproductiva o pueden ser cianobacterias muertas (R. Kumar y A. Kumar 1999).

Aunque la cobertura vegetal no es tan considerable como los ejemplos registrados en Yaxha durante la temporada 2008, también se reportaron algunas áreas con índices de cobertura muy próximos al 100%. Se pudo determinar un promedio de cobertura que fue del 26.2% en junio, al 35.9% en agosto y finalmente al 17.6% en septiembre, demostrando que los procesos ecológicos son

considerablemente acelerados y que se relacionan directamente con las variables de humedad, temperatura y precipitación pluvial. Es necesario contemplar que las capas de microhumus registradas sobre la arquitectura de Nakum no fue considerada como restos de antiguas coberturas vegetales, sin embargo, algunos autores opinan que la habilidad para colonizar cualquier superficie se debe al aprovechamiento de antiguas colonias de microorganismos que permiten el desarrollo de nuevos crecimientos (R. Kumar y A. Kumar 1999).

En los exteriores los grupos más comunes fueron los líquenes y los musgos. Contrario a lo registrado en Yaxha, en esta ocasión se registraron dos especies de líquenes, *Lepraria* sp. y *Graphis* sp., que crecen directamente sobre las rocas calizas y en algunas ocasiones sobre estuco, contribuyendo con el deterioro de estos sustratos. Las especies *Hyophila involuta* (Hooker) A. Jaeger, *Barbula indica* (Hooker), presentaron los porcentajes más altos de cobertura vegetal, durante los tres meses de muestreo.

Nuevamente, las briofitas presentaron una capacidad para crecer sobre cualquier sustrato, aunque presentaron una preferencia por el bloque calizo, principalmente en los ambientes húmedos con luz directa, lo cual responde a sus necesidades fisiológicas. En general, se observó que el porcentaje de cobertura briofítica está directamente relacionado a condiciones de luz y humedad elevadas.

Fue interesante notar que los crecimientos algales presentaron casi el mismo comportamiento que las briofitas, con la excepción de que un pequeño porcentaje de algas verdes si fue capaz de crecer en condiciones de sombra.

La única especie de alga verde que fue posible determinar es de un tipo de alga filamentosa de color naranja (familia Trentepohliaceae) que al igual que Yaxha, formaba pequeños céspedes aislados. Aunque presenta una coloración naranja, en realidad se trata de un alga verde; el verde de la clorofila se ve enmascarado por la alta concentración de b-carotenos, lo que le da una tonalidad naranja. Estas algas crecieron únicamente en ambientes húmedos con luz directa en bloque calizo. Es interesante que estas formaciones algales sean de poca importancia en la zona de Nakum, y que representa un verdadero problema en algunos sitios arqueológicos de México, en donde esta alga puede llegar a cubrir paredones completos. Este fenómeno se encuentra directamente relacionado con la biología de dichas algas, la cual es poco conocida.

Se encontró que la especie dominante es el musgo *Hyophila involuta* (Hooker). En el sitio arqueológico de Nakum, esta especie forma densas alfombras sobre la roca caliza, en donde incluso pueden llegar a crecer sobre los tapetes dejados por las generaciones anteriores. La formación de estos tapetes de materia orgánica muerta es una de las características principales en briofitas saxícolas, cuyo papel ecológico primordial es el de iniciar procesos formadores de suelos, y brindar un sustrato orgánico para el establecimiento de propágulos de especies pioneras de plantas vasculares.

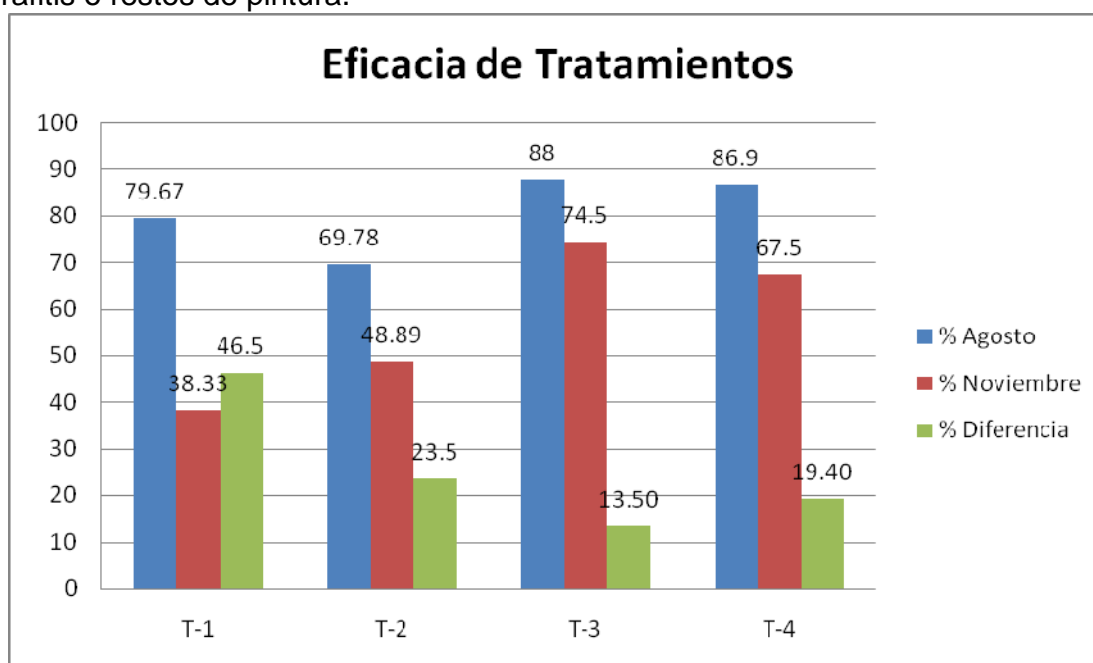
Un dato interesante es el patrón de crecimiento de los organismos vegetales menores respecto de los sustratos, que en la mayor parte de los casos mostraron preferencia por los bloques calizos y las capas de estuco. La parte preocupante es que también la mayor parte de los deterioros superficiales atribuidos a estos organismos (erosión, pulverización, impregnación, etc.) se registraron en los mismos espacios, es decir, que el sustrato determina el tipo de

crecimiento vegetal y esta a su vez ocasiona deterioros superficiales a los elementos constructivos.

Ha quedado demostrado claramente que los Procedimientos T-3 y T-4 han brindado los resultados más acordes con el objetivo planteado manifestando además de un alto grado de eficacia en la eliminación inmediata de los distintos tipos de microflora presente en Nakum, así como una mayor resistencia a los factores que influyen en el recrecimiento de las mismas.

Por consiguiente, los procedimientos húmedos de remoción han demostrado ser más eficientes en términos de tiempo y resultados, sin embargo, no se recomienda realizarlo de manera indiscriminada en toda la arquitectura expuesta, hasta no evaluar los impactos ambientales que pudiera ocasionar al ecosistema que rodea al sitio.

Los procedimientos de limpieza en seco o Tratamientos T-1 y T-2 mostraron porcentajes de rendimientos menores, aunque si bien es cierto que el segundo casi alcanzó el 50% luego de tres meses de aplicación es probable que sus efectos desaparezcan en un corto plazo. No se recomienda la aplicación de ninguno de estos procedimientos para la remoción de organismos menores en estucos ya que el rendimiento es bastante pobre además de producir erosión milimétrica que podría degenerar en la pérdida de evidencias importantes como grafitis o restos de pintura.



Cuadro 21. Análisis estadístico de eficacia y eficiencia de las pruebas de conservación preventiva 2009. Sitio Arqueológico Nakum.

Puede notarse en la gráfica que si bien las diferencias entre T-2 y T-4 entre el momento de la aplicación de los procedimientos y la evaluación realizada luego de transcurridos tres meses es mínima, los resultados se inclinan hacia la segunda debido al alto grado de eficacia demostrado luego de su aplicación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta constituye la segunda ocasión en que se implementa esta metodología en Guatemala, la primera temporada se realizó en el sitio arqueológico Yaxha y durante 2009 se le dio continuidad al proyecto en el sitio arqueológico Nakum. Considerando los resultados obtenidos en ambas temporadas de investigación, a continuación se presentan una serie de conclusiones técnicas y recomendaciones para dar seguimiento a las propuestas generadas:

- Consideramos conveniente y fructífero el trabajo en equipo, principalmente un equipo de características multidisciplinarias, lo que enriquece el desarrollo científico y contribuye en el arduo camino por alcanzar los objetivos trazados.
- Las labores de conservación y gestión del Patrimonio Cultural Edificado deben ser atendidas por personal capacitado, que cuenten con el apoyo de una unidad administrativa permanente, pero lo más viable para el futuro, será involucrar una suerte de equipo multisectorial para poder garantizar la protección y conservación de nuestros vestigios culturales, a través de la participación ciudadana y de la sociedad civil organizada.
- Es necesario continuar con el monitoreo medio ambiental en los sitios arqueológicos Yaxha y Nakum, puesto que durante el presente proyecto solamente se ha realizado durante una parte del año. Por lo menos se debería contar con un año de datos recopilados para tener estimaciones más acertadas, sin embargo, de acuerdo a las ciencias meteorológicas, hace falta más de 10 años de datos para realizar modelos de condiciones medio ambientales.
- Los sitios arqueológicos Yaxha y Nakum se encuentran dentro de la Reserva de Biosfera Maya, comparten una serie de condiciones medio ambientales, materiales y contextuales, se encuentran separados por apenas 12 km y finalmente, hemos evidenciado que los organismos vegetales menores que crecen y deterioran el Patrimonio Cultural Edificado no presenta las mismas colonias y especies de crecimientos.
- Los organismos vegetales menores responden de manera directa y acelerada a las variaciones climáticas, incrementando o disminuyendo las dimensiones de su cobertura, lo que implica que el proceso de sucesión ecológica a este nivel, puede repetirse alrededor de 3 o 4 veces por año.
- Los crecimientos vegetales menores no se consideran una amenaza a la integridad física del Patrimonio Cultural Edificado cuando se

cuenta con un programa de manejo y conservación preventiva, sin embargo, si no se atienden de manera adecuada y continua los edificios patrimoniales, estos mismos crecimientos generan las condiciones para la fijación y colonización de los vestigios por parte de plantas vasculares, las que ocasionan considerables daños estructurales a las edificaciones si no se atienden de manera oportuna.

- En base a los resultados obtenidos y luego del análisis de eficiencia realizado varios meses después de la aplicación sobre los distintos crecimientos, se considera necesario continuar con estudios más profundos para evaluar el impacto que este tipo de intervenciones pueda ocasionar sobre los vestigios arqueológicos.
- Se considera que los recintos interiores de los edificios prehispánicos de Yaxha y Nakum, son factibles de liberar de todo tipo de crecimientos vegetales, contribuyendo con su preservación a largo plazo. Se necesita realizar inicialmente la limpieza curativa de la superficie y luego desarrollar un programa de conservación preventiva que contemple la aplicación de los métodos T-3 y T-4 en intervalos de seis meses.
- No se considera viable realizar la limpieza general de todos los crecimientos vegetales menores en las superficies exteriores de las edificaciones patrimoniales de Yaxha y Nakum, sin embargo, es fundamental establecer un programa permanente de manejo del Patrimonio Cultural Edificado, con el fin de evitar la proliferación de los organismos menores y sobre todo, el crecimiento de plantas vasculares o arbóreas, las que si pueden ocasionar daños estructurales a las edificaciones.
- Luego de finalizar la redacción del presente informe, se iniciará la elaboración de un manual operativo sobre los resultados y recomendaciones para el manejo adecuado de la arquitectura prehispánica de Nakum, con el fin de desarrollar una serie de talleres de capacitación técnica, dirigidos al personal operativo que diariamente se encarga de realizar las labores de conservación preventiva de los edificios prehispánicos en el sitio.
- Es necesario que las autoridades responsables de la protección y conservación de los sitios arqueológicos de Guatemala se motiven a conformar un equipo multidisciplinario permanente, con el fin de afrontar temas de esta naturaleza, los cuales son inherentes a la conservación del Patrimonio Cultural Edificado.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, Richard E.W.

1971 *The Ceramics of Altar de Sacrificios*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Vol.63, No.1. Harvard University, Cambridge.

ÁGUILA Escobar, Gonzalo.

2005 *Estudio lingüístico y glosario de los términos especializado de la arqueología*. Tesis doctoral. Departamento de Lengua Española. Universidad de Granada, España.

Allen B. et al,

2002 *Moss Flora of Central America. Part 2. Encalyptaceae-Orthotrichaceae*. Missouri Botanical Garden Press. USA.

AQUINO, Daniel

2005 *Informe Técnico 2005. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

2006 *Informe Técnico 2006. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural /Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

AQUINO, Daniel y Adriana Segura

2008 Los Monumentos del sitio arqueológico Yaxha, Petén: la problemática de su conservación. En: *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Julio 2007*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

AQUINO, D., S. de Samayoa, I. Álvarez, R. Casas, I. Zamora y J. García

2007 *Conservación Preventiva en Arquitectura Prehispánica: intervenciones en los edificios 260 y 261, Plaza A del sitio arqueológico Yaxha*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

AQUINO, D., V. Matute, G. Flores, W. Salazar y A. Segura.

2008 *Crecimiento y distribución de los organismos vegetales menores en la arquitectura prehispánica y su relación con el deterioro del Patrimonio Cultural Edificado: Propuesta técnica para su control, Sitio Arqueológico Yaxha*. Informe Final. DIGI-USAC.Guatemala.

2009a El Misterio del Manto Verde: identificando la cobertura vegetal de la arquitectura prehispánica. En *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala 2008*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

AQUINO, D., E. Barrios, V. Ríos y C. Espigares

2009b *Identificando la cobertura vegetal en la arquitectura prehispánica del noreste de Petén, Guatemala: estudio multidisciplinario en las antiguas ciudades mayas Yaxha y Nakum*. Ponencia presentada en el III Congreso Centroamericano de Arqueología. Museo Nacional de Antropología. El Salvador.

BARSANTI, L. y P. Gualtieri

2006 *Algae, Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. Taylor & Francis.

BARRIOS, Edy

2006 *Tres Islas Un puesto de control comercial en el río La Pasión*. Seminario de Técnico en Arqueología. CUDEP-USAC. Petén, Guatemala.

2009 Los monumentos de la cuenca Sur del Lago Petén Itza. En *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2008*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

BRAVO, H.A. *et. Al.*

2000 Chemical composition of precipitation in a Mexican Maya región. En *Atmospheric Environment*. No. 34, pp. 1197-1204

BRODO I.M., et al,

2001 *Lichens of North America*. Yale University Press. USA.

BREUIL-MARTÍNEZ, V. y D. Aquino

2004 *Diagnóstico de Conservación y Restauración*. Parque Nacional Tikal. Reporte presentado al Instituto de Antropología e Historia. Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

CÁCERES, M.E.

2007 *Corticolous Crustose and Microfoliose Lichens of Northeastern Brazil*. Libri Botanici Vol. 22. IHW-VERLAG..

CALDERÓN, Zoila, Bernard Hermes, Breitner González y Telma Tobar.

2008 La Acrópolis Interior de Nakum. En *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía) p. 349-356. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

CASTAÑEDA, José, S. Nakamura y O. Ortega-Morales

2009 Aportes al Estudio de bio-deterioro en la Acrópolis del Norte de Tikal, En *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2008*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

CERÓN, R.M.B. *et. Al.*

2002 Rainwater chemical composition at the end of the mid-summer drought in the Caribbean shore of the Yucatan Peninsula En *Atmospheric Environment* No. 36 pp. 2367–2374

CHAPARRO, M. y Aguirre, J.
2002 *Hongos liquenizados*. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
Facultad de ciencias. Departamento de Biología. Colombia.

CHASE, Arlen
1983 *A contextual consideration of the Tayasal-Paxcaman zone, El Peten, Guatemala*. 3 Vols. Tesis doctoral. Departamento de Antropología.
Universidad de Pennsylvania.

COE, William.
1988 *Tikal. Guía de las antiguas ruinas mayas*. The University Museum,
University of Pennsylvania, Philadelphia, Asociación Tikal, Editorial
Piedra Santa, 2da. Edición. Guatemala.

CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS
2001 *Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya. 2001-2006*. CONAP, The
Nature Conservancy/USAID. Editorial Serviprensa, S.A. Guatemala.

CRONQUIST A.
2000 *Introducción a la Botánica*. 3era. reimpresión. Compañía Editorial
Continental.

CULBERT, T. Patrick
1999 La secuencia cerámica Preclásica en Tikal y la Acrópolis del Norte. *En XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998* (editado por J.P. Laporte y H. L. Escobedo), pp.63-74. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

DEL CID, Rosa María
2006 *Propuesta Museográfica para el Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo*.
Ministerio de Cultura y Deportes. Dirección General del Patrimonio Cultural
y Natural. PROSIAPETÉN-KfW. Guatemala.

DEMAREST, Arthur, Prudence Rice y Don Rice (eds)
2004 *The Terminal Classic in the Maya Lowlands: Collapse, transition and transformation*. University Press of Colorado.

DREHWALD,
2000 *Bryomonitor: un sistema de biomonitorio en selvas neotropicales*. 12 pp.

FIALKO, Vilma
2000 *Distribución de los asentamientos Preclásicos Mayas entre Tikal, Nakum, Yaxha y Naranjo*. *En XIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1999* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo, B. Arroyo y A.C. de Suasnávar), pp.501-513. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (versión digital).

- 2005 Diez años de investigaciones arqueológicas en la cuenca del río Holmul, región noreste de Petén. En *XVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2004* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp.244-260. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- 2006 El palacio mayor de la realeza de Naranjo, Petén. En *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2005* (editado por J. P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.325-332. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

FLORES, José Alejandro

- 1997 El silencio de los monumentos: Su manejo y difusión. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 15-20. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

FORD, Anabel

- 1981 *Conditions for the Evolution Complex Societies: The Development of the Central Lowland Maya*. Ph. D. dissertation. University of California, Santa Barbara. USA.

FORSYTH, Donald W.

- 1996 *La secuencia cerámica de la Isla Flores, Peten*. En *Mayab*. Sociedad española de estudios mayas. No. 10. 1996. pp. 5-14

FREIDEL, David, Linda Schele y Joy Parker

- 1999 *El Cosmos Maya: Tres mil años por la senda de los chamanes*. Fondo de Cultura Económica. México.

FREIRE, Virginia. Mervin Pérez y Felipe Ramírez

- 2004 Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo "Los Musgos" del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal Lic. Mario Dary Rivera, Purulhá, Baja Verapaz. En: *Resúmenes de Investigación 2004*. Dirección General de Investigaciones –DIGI-. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Flora of North America.

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=200001180

GÁMEZ, Laura.

- 2005 *Resultados del programa de salvamento arqueológico: Proyecto de saneamiento y agua potable en Flores, Santa Elena y San Benito*. Informe presentado al IDAEH. Solel Boneh Int. Ltd.

GAYLARDE, P, G. Englert, O. Ortega-Morales y C. Gaylarde.

- 2006 Lichen-like colonies of pure Trentepohlia on limestone monuments. En *International Biodeterioration & Biodegradation* (58):119-123. www.elsevier.com/locate/ibiod. Elsevier Science Ltd.

GENDROP, Paul.

1983 *Los estilos Río Bec, Chenes y Puuc*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

GETTY - IHAH

2006 *La Escalinata Jeroglífica de Copán, Honduras: Resultados de los estudios y propuestas de conservación*. Getty Conservation Institute, California, USA. Instituto Hondureño de Antropología e Historia, Tegucigalpa, Honduras.

GÓMEZ, Oswaldo

2004 El problema de la desintegración de la roca caliza de Tikal. En *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003*. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds.). pp.1071-1076. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

GONZÁLEZ, Breitner y Telma Tobar.

2008 Apoyo gráfico y virtual para la mejor comprensión de los sitios arqueológicos del Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo. En *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía) p. 283-292. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

GONZÁLEZ, María José

1997 Unión de naturaleza y cultura en el desarrollo turístico del Parque Nacional Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 21-28. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

GRADSTEIN, S. R., S. P. Curchill y N. Salazar

2001 Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of The New York Botanical Garden*. Vol. 86. NYBG press, Bronx, New York. 10-14 pp.

GRIMALDI, Dulce María

2007 Importancia de las algas en la conservación de los monumentos prehispánicos de Palenque, Bonampak y Yaxchilán. En *Lakamha'* (22):8-11. Palenque. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

GRUBE, Nikolai

2000 Monumentos esculpidos e inscripciones jeroglíficas en el Triángulo Yaxha-Nakum-Naranjo. En *El sitio Maya de Topoxte: Investigaciones en una isla del lago Yaxha, Petén, Guatemala*. Pp. 249-268. Wurster (Ed). Verlag Phillip von Zabern, Mainz.

HALLE, Mason E.

- 1979 Control of the lichens on the monuments of Quirigua. En *Quirigua Report: I* (editado por R. Sharer y W. Ashmore). University Museum Monograph No. 37. Universidad de Pennsylvania. Pp. 33-38.

Hansen, Richard D.

- 1992 El proceso cultural de Nakbe y el área del Petén nor-central: las épocas tempranas. En *V Simposio de investigaciones arqueológicas en Guatemala*, Julio 1991. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, (J.P. Laporte, H. L. Escobedo y S. Villagrán de Brady, eds.): 81–87. Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

HANSEN, E. F., R. Hansen y M. Derrick

- 1995 Los análisis de los estucos y pinturas arquitectónicas de Nakbe: Resultados preliminares de los estudios de los métodos y materiales de producción. En *VII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1993*. J.P. Laporte y H.L. Escobedo Eds. MNAE. Guatemala. pp.543-560.

HARRISON, Peter D.

- 1970 *The Central Acropolis, Tikal, Guatemala: A preliminary study of the function of its structural components during Late Classic period*. Tesis doctoral. Universidad de Pennsylvania.
- 1986 Tikal: Selected topics. En *City-States of the Maya: Art and Architecture*, Benson, Elizabeth (Ed.) Rocky Mountain Institute for Pre-Columbian Studies.
- 1999 *The Lords of Tikal: Rulers of an ancient maya city*. Thames and Hudson Ltd. London, England.

HECKEL, P.F. *et. Al.*

- 2007 A Summary of the International Workshop on the Influences of Air Quality on the Mayan Heritage Sites in Mesoamerica. En *EM Feature. Air & Waste Management Association*. Pp. 24-30. www.awma.org.

HELLMUTH, Nicholas

- 1976 Maya Architecture of Nakum, El Petén, Guatemala. Foundation for Latin American Anthropological Reserch. Progress Reports, Vol.2, No.1.
- 1992a A report to IDAEH on four days research at Nakum. Foundation for Latin American Anthropological Reserch.
- 1992b *A report for IDAEH on research accomplished at the Maya ruins of Nakum, Peten*, Guatemala. Foundation for Latin American Anthropological Research.

HERMES, Bernard

- 2001 La secuencia de ocupación prehispánica en el área de la laguna Yaxha, Petén: una síntesis. En *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Pp. 177-204. Laporte, Escobedo y Suasnavar (Eds). Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

HERMES, Bernard y Zoila Calderón

2003 La secuencia de ocupación prehispánica en Nakum: Una visión preliminar. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.305-319. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

HERMES, Bernard, J. Olko y J. Zralka.

2001 En los confines del arte: Los graffiti de Nakum (Petén, Guatemala) y su contexto arquitectónico, arqueológico e iconográfico. En *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*. ISSN 0185-1276, N°. 79, 2001 , p. 29-70.

HERMES, Bernard, W. Koszkuł y Z. Calderón.

2006a Los Mayas y la cultura Teotihuacana: Descubrimientos en Nakum, Petén. En *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2005* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.895-910. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

HERMES, Bernard, J. Zralka y Z. Calderón

2006b La periferia de Nakum, Petén: Datos recientes sobre la complejidad urbana de un asentamiento. En *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2005* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.911-928. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

HERRERA, Rudy y Vilma Fialko

2006 *Plan Maestro 2006-2010 del Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Cultura y Deportes. The Nature Conservancy (Ed.). Guatemala.

ICOMOS: *Carta de Venecia*, versión electrónica: webmaster@icomos.org. 1964.

ICOMOS: *The Burra Charter*. The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance 1999. Artículo 1.4.

IGLESIAS, María Josefa.

2003 Problematical deposits and the problems of interaction: The material culture of Tikal during the Early Classic Period. En *The Maya and Teotihuacan: Reinterpreting Early Classic interaction* (editado por Braswell, G.). University of Texas Press, Austin. Pp. 167-198.

INSIVUMEH www.insivumeh.gob.gt

KEIT SEI S.A.

2006 Informe de los trabajos de Excavación y Restauración del sitio arqueológico Yaxha, Petén. Tomos I y II. Reportes presentado a la

- UECPDS/CATIE, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.
- 2007 Informe de los trabajos de Excavación y Restauración del sitio arqueológico Yaxha, Petén. Tomo III. Reportes presentado a la UECPDS/CATIE, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.
- KOSZKUL, Wieslaw, J. Zralka, B. Hermes, S. Martin y E. V. García.
- 2007 Proyecto Arqueológico Nakum: Resultados de la Temporada 2006. En *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.651-670. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- KUMAR, Rakesh y Anuradha V. Kumar.
- 1999 *Biodeterioration of stones in tropical environments: An overview*. Research in conservation. The Getty Conservation Institute.
- LACAYO, Tomás E.
- 2002 Factores de alteración *in situ*: Conservación preventiva del material arqueológico. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001*. Laporte, Escobedo y Arroyo (Eds.). Pp.453-457. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Laporte, Juan Pedro y Héctor E. Mejía
- 2002 Tras la huella del Mopan: Arquitectura del Clásico Terminal y del Postclásico en el sureste de Petén. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.59-88. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- LAPORTE, Juan Pedro y FIALKO, Vilma.
- 1995 Un reencuentro con Mundo Perdido, Tikal, Guatemala. En *Ancient Mesoamerica*. No. 6. pp. 41-94.
- 1998 *Historia General de Guatemala, Época Prehispánica*. Popenoe de Hatch, M. Ed. Asociación Amigos del País. Fundación para la Cultura y Desarrollo. Notinet. Guatemala.
- LARIOS, Rudy
- 1997 Intervenciones en Tikal, Copán y otros lugares. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 62-71. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.
- 2003 Plan de Conservación del Patrimonio Cultural para el Parque Nacional Tikal 2004-2008. Ministerio de Cultura y Deportes / Instituto de antropología e Historia. Guatemala
- 2006 *Restauración del Templo IV, Fase 1; y Plan de restauración y conservación del Templo IV de Tikal, Patrimonio Mundial*. Ministerio de

Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia, Parque Nacional Tikal. Guatemala.

LARIOS, Rudy y Miguel Orrego.

1997 *Términos de referencia para la conservación de Tikal, Patrimonio Cultural de la Humanidad, Proyecto de conservación Tikal, Etapa I.* CRISARQ-CONSULT. Ministerio de Cultura y Deportes, IDAEH. PANAT. Guatemala.

LOOPER, Matthew.

2007 *Quirigua: A guide to an ancient maya city.* Editorial Antigua, Guatemala.

MARTIN, Simon.

2003 *In the line of the founder.* En *Tikal: Dynasties, foreigners and affairs of state*, Sabloff, Jeremy ed. School of American Research Press. pp. 31-35.

MARTIN, Simon y Nikolai Grube.

2000 *Chronicle of the Maya Kings and Queens.* Thames & Hudson. Londres, Reino Unido.

MÉNDEZ, M., T. Tobar, L. Guardado y B. González.

2006 *Análisis de la Arquitectura Expuesta del Sitio Prehispánico Nakum.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Arquitectura. USAC. Guatemala.

MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTES

2005 *Yaxha, Laguna Encantada.* Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo. Fundación G&T. Guatemala.

MORENO, E., A. Sánchez y J. Hernández

2007 *Guía ilustrada de hongos liquenizados de Venezuela.* Departamento de publicaciones, Fundación instituto botánico de Venezuela. Venezuela.

MORLEY, Sylvanus G.

1937-38 *The Inscriptions of Peten.* Carnegie Institution of Washington. Publication 437. 5 vols. Washington D.C.

MUÑOZ, Gaspar.

1997 La conservación de edificios de fábricas pétreas en Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas.* Pp. 53-61. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

2003 *La arquitectura maya: El Templo I de Tikal.* Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. España.

MUÑOZ, Gaspar y Cristina Vidal.

2004 Análisis comparativo de los diferentes sistemas constructivos en el área Maya. En *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003* J.P. Laporte, et. Al. Eds. MNAE. Guatemala. pp.736-748.

NIMIS, P. L., D. Pinna y O. Salvadori

1992 *Licheni e Conservazione dei Monumenti*. Cooperativa Libreria Unversitaria Editrice Bologna. Italia.

NORIEGA, Raúl Eduardo

1999 Trabajos de restauración en el Edificio A de Nakum, Petén. En *XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998* (editado por J.P. Laporte, H.L. Escobedo), pp.139-146. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

NORIEGA, Raúl, B. González y E. F. Valiente

2008 Procesos y resultados de las intervenciones de conservación en Nakum y el Edificio 218 de Yaxha. En *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía) p. 275-282. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

NORIEGA, Raúl y Bernard A. Hermes

2000 Avance en los trabajos de investigación arqueológica y restauración en los Edificios N, 60 y 61 de Nakum. En *XIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1999* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo, B. Arroyo y A.C. de Suasnávar), pp.341-353. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (versión digital).

NORIEGA, Raúl y Oscar Quintana

2002 Programa de restauración: Proyecto Protección de Sitios Arqueológicos en Petén. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.228-238. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

2003 La Acrópolis Sur de Nakum: Su arquitectura y distribución espacial. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.296-304. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

NOVELO, Eberto, Mónica Ramírez y Alejandro Villalobos

2007 Las algas epilíticas de las zonas tropicales en los monumentos mayas. En *Lakamha'* (22):3-7. Palenque. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

ORTEGA-MORALES, O, J. Guezennec, G. Hernández, C. Gaylarde y P. Gaylarde.

2000 Phototrophic Biofilms on Ancient Mayan Buildings in Yucatan, Mexico. En *Current Microbiology: An International Journal* (40):81–85.

PÉRIGNY, Maurice de

1910 Les Ruines de Nakcum, en *Comtes Rendus des Séances de l'année 1910*, pp. 1-5, Académie des Inscriptions et Belles Lettres, Paris.

1911 Les ruines de Nackum. *Journal de la Société des Américanistes* 8 (1-2):1-22. Paris.

POIKOLAINEN, J.

2004 *Mosses, epiphytic lichens and tree bark as biomonitors for air pollutants – specifically for heavy metals in regional surveys*. University of Oulu, Finland.

PURVIS, W.

2000 *Lichens*. Natural History Museum. London. 113 pp.

QUINTANA, Óscar

1997 Experiencias del Proyecto Nacional Tikal en la intervención de edificios Mayas 1987-1995. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 29-40. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

1999 Los resultados de la Segunda Fase del Proyecto Triángulo Cultural Yaxha-Nakum-Naranjo, Octubre 1993- Octubre 1997. En *XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998* (editado por J.P. Laporte y H.L. Escobedo), pp.102-109. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

2002 Resultados de la tercera fase del Proyecto Triángulo Cultural Yaxha-Nakum- Naranjo: Octubre 1997-Junio 2001. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.239-247. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

2003 Las ciudades Mayas del Noreste de Petén: Potencial plataforma para impulsar un desarrollo regional. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.381-390. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

QUINTANA, O. y W. W. Wurster

2001 Ciudades Mayas del Noreste del Petén, Guatemala: un estudio urbanístico comparativo. *Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*. Band 59. KAVA. Mainz.

2002 Un nuevo plano del sitio Maya de Nakum, Petén, Guatemala. *Sonderdruck aus Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, Vol.22, pp.243-275. Verlag Philipp von Zabern, Mainz.

RICE, Don

1976 *The Historical Ecology of Lakes Yaxha and Sacnab, Peten, Guatemala*. PhD. Dissertation. Department of Anthropology, Pennsylvania State University.

1979 Population growth and subsistence decision making in the Yaxha-Sacnab region, Peten, Guatemala. En *Proceedings of the International Congress of Americanists* 8:313-325. Paris.

- RICE, Prudence M. y Don S. Rice
 2004 *Late Classic to Postclassic transformations in the Petén Lakes Region, Guatemala*. En *The Terminal Classic in the Maya Lowlands. Collapse, Transition, and Transformation* (editado por A. Demarest et. al.), University Press of Colorado. pp. 125-139.
- RIVERA DORADO, Miguel.
 2001 *La ciudad maya: Un escenario sagrado*. Editorial Complutense. Madrid, España.
- ROSAL, Marco Antonio y Juan Antonio Valdés
 2005 El Grupo E de Uaxactun. En *El Período Clásico en Uaxactun, Guatemala: Arqueología en el Centro de Petén* (editado por Valdés, J. A.) USAC. Guatemala.
- RYÖMÄ, R. y Laaka-Lindberg, S.
 2005 *Bryophyte recolonization on burnt soil and logs*. Scandinavian Journal of Forest Research 20(Suppl 6):5-16.
- SABLOFF, Jeremy A.
 1973 Continuity and Disruption during Terminal Late Classic Times at Seibal: Ceramic and Other Evidence. In *The Classic Maya Collapse*, edited by T. Patrick Culbert, pp. 107–131. University of New Mexico Press, Albuquerque.
 1975 *Excavations at Seibal: Ceramics*. Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Vol.13, No.2. Harvard University, Cambridge.
- SALAZAR Allen, Noris. Jose E. De García y Clementina Chung
 2006 Aporte al catálogo de musgos de Guatemala. En: *Biodiversidad de Guatemala*. Pp. 69-146. Enio B. Cano (Ed.) Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. Centro América.
- SANTOS, G.
 2005 *Descripción de la Cuenca del río Mopán*. Documentos técnicos de la Facultad de Agronomía, FAUSAC. Guatemala.
- SCHELE, Linda y Peter Mathews
 1998 *The code of kings. The language of seven sacred maya temples and tombs*. Touchstone Book, Simon & Schuster, E.U.A.
- SCHWARZ, Kevin R.
 2003 La transformación Clásica-Postclásica en patrones de asentamiento rurales: Las investigaciones de la isla Quexil Oriental, Petén. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.248-262. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

- SHARER, Robert J.
 1978 Archaeology and history at Quirigua, Guatemala. En *Journal of field archaeology*. Boston University. Vol. 5. No. 1. pp. 51-70. .
- SMITH, Ledyard
 1937 Structure A-XVIII, Uaxactun. En *Contributions to American Archaeology*. No. 20 Carnegie Institution of Washington publication 483. Pp. 1-47.
- SOCHTING, U.
 1999 *Lichens of Bhutan: Biodiversity and use*. University of Copenhagen, Botanical institute, Department of Micology. 30 pp.
- TORRES, Pablo
 1993 *La ficoflora de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas*. Colección Científica – Serie Conservación y Restauración. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- TOZZER, Alfred M.
 1913 Preliminary Study of the Prehistoric Ruins of Nakum, Guatemala: A Report of the Peabody Museum Expedition 1909-1910. *Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, Vol.5, pp.137-201. Harvard University, Cambridge.
- VALDÉS, Juan Antonio, Valladares, Marco y Díaz, José.
 2008 *Historia de la arquitectura prehispánica de las Tierras Bajas Mayas de Guatemala: El Preclásico*. Informe Final, DIGI-USAC. Guatemala.
- VALDÉS, Juan Antonio et Al.
 2001 *Aportes para la restauración: análisis físico-químicos y mecánicos de la mampostería de Tikal*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Línea Fodecyt. Proyecto 61-99. Informe Final. Guatemala.
- VALIENTE, E. Francine
 2005 Proyecto de Restauración del Palacio 218 de Yaxha. Reporte presentado a PROSIA-Petén. Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Guatemala.
- VIDELA, Héctor, P.S. Guiamet, S. Gómez de Saravia
 2000 Biodeterioration of Mayan archaeological sites in the Yucatan Peninsula, Mexico. En *International Biodeterioration & Biodegradation* 46(335-341). www.elsevier.com/locate/ibiod. Elsevier Science Ltd.
 2003 Biodeterioro de materiales estructurales de sitios arqueológicos de la civilización maya. En *Revista del Museo de La Plata* 44(1-11). Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Argentina.
- WAUCHOPE, Robert.

1983 *Modern maya houses: A study of their archaeological significance*. Carnegie Institution of Washington. Publication No. 502.

WERH J.D. y G.S. Robert

2003 *Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification*. Academic Press.

WHITTON B.A. y Malcom Poots

2002 *The Ecology of Cyanobacteria, Their Diversity in Time and Space*. Kluwer Academic Publishers.

WILLEY, Gordon

1977 The rise of Maya civilization: a summary view, in *The Origins of Maya Civilization*, ed. R.E.W. Adams. pp. 383–423. University of New Mexico Press, Albuquerque.

WILLEY, G., A. L. Smith, Gair Tourtellot, III, e I. Graham

1975 Excavations at Seibal: introduction. The site and its setting. *Memoirs, Peabody Museum, Harvard University* 13(1)

WURSTER, Wolfgang W. (Ed.)

2000 El Sitio Maya de Topoxte: investigaciones en una isla del lago Yaxha, Petén, Guatemala. *Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*. Band 57. KAVA. Mainz.

ZRALKA, Jaroslaw

2005 Terminal Classic Occupation in the Maya sites located in the area of Triangulo Park and the problem of their collapse. Ph. D. Dissertation. Jagiellonian University. Cracow.

2007 The Nakum Archaeological Project: Investigations on the Banks of the Holmul River, Guatemala. FAMSI. USA.

ZRALKA, Jaroslaw, B. Hermes y Z. Calderón

2007 El Clásico Terminal en Nakum: El momento de mayor auge constructivo y aumento poblacional de un sitio maya del noreste de Petén. En *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.513-537. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

ZRALKA, Jaroslaw, W. Koszkul, B. Hermes y G. Martínez.

2008 Nuevos hallazgos en Nakum: La segunda temporada de Proyecto Arqueológico Nakum. En *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía) p. 409-429. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

ANEXOS

1. Catálogos Generales 2009
2. Ficha de Registro Arqueológico
3. Ficha de Registro Biológico
4. Ficha de Control de Muestras
5. Ficha de Diagnóstico de Conservación
6. Ficha de Aplicación de Pruebas
7. Ficha de Monitoreo Ambiental
8. Contenido de Material Digital
(CD: Proyecto 2009 DIGI – USAC 4.8.63.3.18).

**DC**

forma cat-09-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA
PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO
PROYECTO 2009 DIGI-USAC 4.8.63.3.18

Catálogo de arquitectura prehispánica de Nakum

Departamento PETÉN Municipio FLORES Sitio arqueológico NAKUM

Código			Descripción			Restaurado	Responsable
2008-MMV-001	Arq	Nk	Plaza Central	Edificio A	Piramidal	Si	PRONAT
2008-MMV-002	Arq	Nk	Plaza Central	Edificio C	Piramidal	Si	PRONAT
2008-MMV-003	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio D	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-004	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio E	Piramidal	Si	PRONAT
2008-MMV-005	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio F	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-006	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio G	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-007	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio H	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-008	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio I	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-009	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio L	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-010	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio M	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-011	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio N	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-012	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio O	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-013	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio P	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-014	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio Q	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-015	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio R	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-016	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio S	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-017	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio T	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-018	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio Y	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-019	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio Z	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-020	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Laberinto	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-021	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 13	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-022	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 24	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-023	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 26	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-024	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 27	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-025	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 60	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-026	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 61	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-027	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 63	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-028	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 63A	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-029	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 64	Palacio	Si	PRONAT
2008-MMV-030	Arq	Nk	Acrópolis Sur	Edificio 65	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-031	Arq	Nk	Plaza Sureste	Edificio U	Piramidal	Si	PRONAT
2008-MMV-032	Arq	Nk	Plaza Este	Edificio V	Piramidal	Si	PRONAT
2008-MMV-033	Arq	Nk	Plaza Norte	Edificio W	Palacio	No	PRONAT
2008-MMV-034	Arq	Nk	Grupo Norte	Edificio X	Piramidal	No	PRONAT

**DG**

forma 02-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

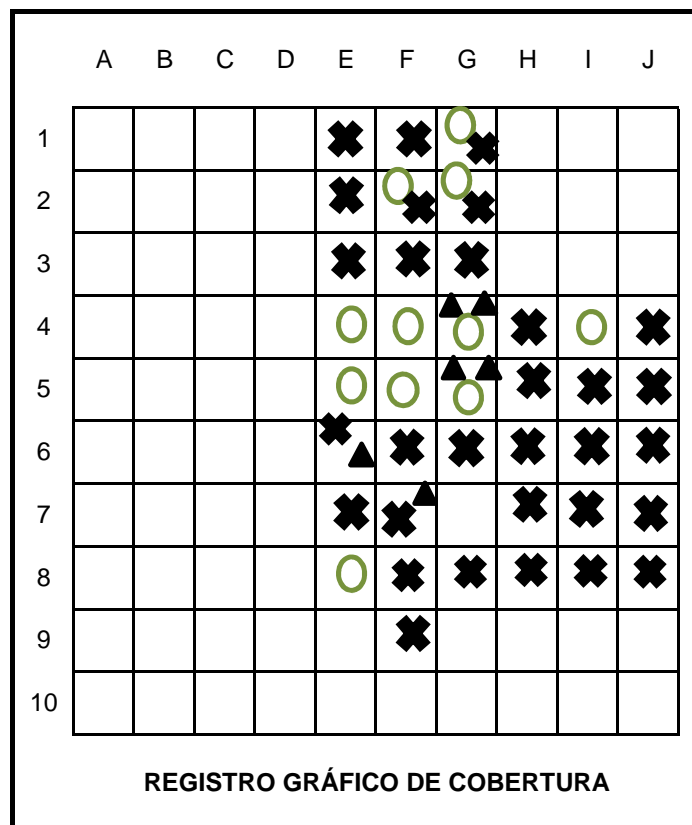
CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO
 PROYECTO 2009 DIGI-USAC 4.8.63.3.18

Ficha de Registro Biológico

área seleccionada No. **3/30/40**Fecha _____ Departamento **Petén** Municipio **Flores**

Variables generales: Orientación Sur

Sitio arqueológico	Nakum	
Conjunto	Acropolis Sur	
Estructura	Edificio D	
Muro o fachada	Fachada, Basamento Sur	
Contexto	interior	exterior
Luminosidad	directa	indirecta sombra mínima
Humedad	seco	húmedo mojado
Coordenadas UTM	244202	1900666
Altitud		
Altura		



Cobertura vegetal

Número	%	Color	Textura	Espesor	Ubicación	Sustrato	Estado
1	40	Verde	Liso	0.2 a 0.5	E a la G - 1,2,3	Bloque	
*2	12	Verde/Blanco	Farinosa	0.02mm	I y J - 4, H a la	Bloque	
*3	4	Anaranjado	Filamentosa	0.03	I - 5, E a la	Bloque	
					J - 6, E,F,Ha		
					I a J - 7; F a la		
					I - 8; F - 9		

Observaciones Ubicación (o)líquien= G - 1; F, G - 2; F a la G y I - 4; E a la G - 5; G - 7, G - 8
 Ubicación de alga= G - 4 y 5; G - 7, G - 8

Responsable: **M. V. Ríos** Digitalizó: **C. Espigares**



Anexo 8. Contenido de Material Digital

(CD: Proyecto 2009 DIGI –USAC 4.8.63.3.18)

- Ficha 01-MMV-2009 (Registro arqueológico: 40 boletas)
- Ficha 02-MMV-2009 (Registro biológico: 120 boletas)
- Ficha 03-MMV-2009 (Control de muestras: 120 boletas)
- Ficha 04-MMV-2009 (Diagnóstico de conservación: 40 boletas)
- Ficha 05-MMV-2009 (Aplicación de pruebas: 38 boletas)
- Ficha 06-MMV-2009 (Monitoreo ambiental: 40 boletas)
- Registro fotográfico digital 2009 (630 archivos, 0.98 GB)
- Ponencia XXIII Simposio de Arqueología (La Arquitectura de Nakum: el reflejo material del desarrollo cultural)
- Ponencia III Congreso Centroamericano de Arqueología (Identificando la cobertura vegetal en la Arquitectura Prehispánica del Noreste de Petén, Guatemala: estudio multidisciplinario en las antiguas ciudades mayas Yaxha y Nakum)
- Diagnóstico Integral de Conservación Arquitectura Expuesta de Nakum (Edificios 25, 26, D, F, G, J, R, S y Laberinto: 234 boletas)