

**FAMSI © 2007: Kirk D. French**

## **Proyecto Hidro-Arqueológico de Palenque**

*Traducido del Inglés por Miryan McDonald*



**Año de Investigación:** 2005

**Cultura:** Maya

**Cronología:** Clásico

**Ubicación:** Norte de Chiapas, México

**Sitio:** Palenque

### **Tabla de Contenidos**

[Resumen](#)

[Abstract](#)

[Introducción](#)

[Antecedentes](#)

[El Acercamiento Hidro-Arqueológico](#)

[Estación de Campo del 2005](#)

[Conclusión](#)

[Agradecimientos](#)

[Lista de Figuras](#)

[Referencias Citadas](#)

## **Resumen**

En julio del 2005, el Proyecto Hidro-Arqueológico de Palenque (PHAP), empezó controlando las condiciones climáticas e hidrológicas en la escarpa del sitio. Se instaló y programó una estación climatológica y sensores de corriente para tomar lecturas en intervalos de 20 minutos, por dos años consecutivos. Este nuevo acercamiento de hidro-arqueología, utiliza modelos e instrumentos de hidrología, climatología, meteorología, geología, y arqueología para entender mejor el ambiente urbano de las ruinas de Palenque.

Los mayas de Palenque construyeron un sistema elaborado de canales y desagües subterráneos, para manejar las numerosas corrientes que fluyen por sus fronteras. Sabemos que muchos de estos sistemas de riego, eran una parte del planeamiento de la ciudad, ya que varios cursan debajo de los templos y palacios monumentales. Si los arqueólogos pudieran ver el paisaje de la pre-ciudad, y ver lo que los arquitectos mayas vieron, serían más claras las razones para la inversión masiva de trabajo. La meta principal de PHAP, es reconstruir una vista pre-urbana de Palenque con la esperanza de comprender, porqué los antiguos mayas escogieron el plano urbano existente.

Estudios recientes han sugerido varias y grandes sequías en el mundo maya durante el período clásico (300-900 d.C.). Una de estas sequías (780-910 d.C.) corresponde con el abandono de Palenque en 799 d.C. Se espera que el producto final de esta investigación, revele nuevas respuestas acerca de los antiguos mayas de Palenque y el conocimiento de la planificación de la ciudad.

## **Abstract**

In July of 2005, the Palenque Hydro-Archaeology Project (PHAP) began monitoring the climatic and hydrological conditions on the site's escarpment. A weather station and stream sensors were installed and programmed to take readings on 20-minute intervals for two consecutive years. This new approach, hydro-archaeology, utilizes models and tools from hydrology, climatology, meteorology, geology, and archaeology to better understand the urban environment of the ruined city.

The Maya of Palenque constructed an elaborate system of subterranean canals and drains in order to manage the numerous streams that flow through its borders. We know that many of these water management features were a part of the city planning because several course beneath monumental temples and palaces. If archaeologists could view the pre-city landscape and see what the Maya architects saw, the reasons for the massive investment of labor would become clearer. PHAP's ultimate goal is to reconstruct a pre-urban view of Palenque in hopes of understanding why the ancient Maya chose the existing urban plan.

Recent studies have suggested several major droughts in the Maya world during Classic times (A.D. 300-900). One of these droughts (A.D. 780-910) corresponds with Palenque's abandonment at A.D. 799. The final product produced from this research will hopefully reveal new answers about the ancient Maya of Palenque and their knowledge of city planning.

Entregado el 1 de febrero del 2006 por:

Kirk D. French

[kdf146@psu.edu](mailto:kdf146@psu.edu)

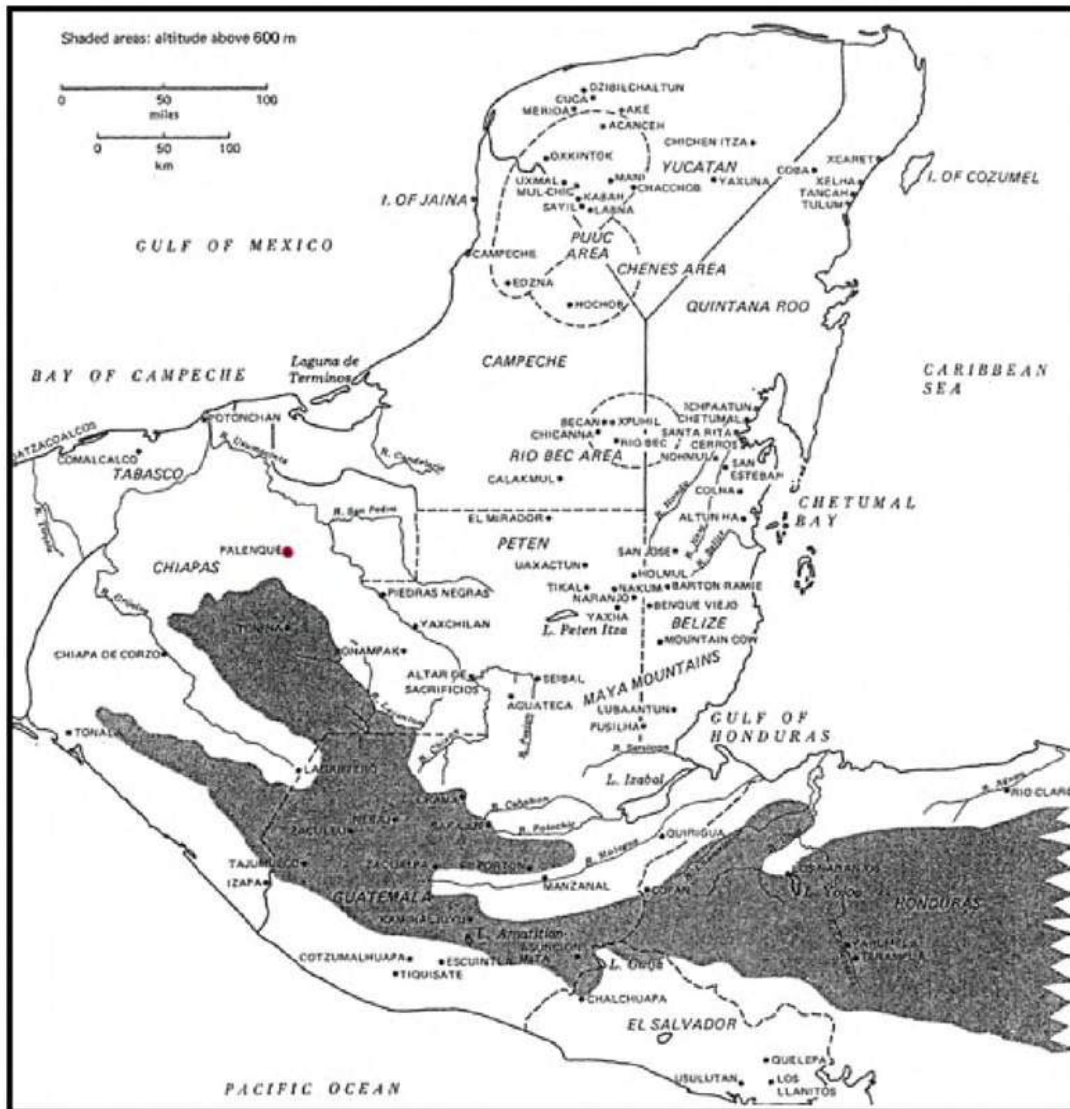


Figura 1. Mapa de la ubicación de Palenque (Modificado de Weaver, 1981).

## Introducción

El Maya Clásico de Mesoamérica ha sido famoso por sus logros tecnológicos desde hace mucho tiempo. La mayoría de los centros Mayas como Tikal y Caracol, se localizan en ambientes que generan una fuerte dependencia sobre sus lluvias para el consumo humano y la agricultura. Por el contrario, Palenque, ubicado en las estribaciones norteñas de Chiapas, México, es única por su paisaje saturado de agua ([Figura 1](#)). Mientras que la mayoría de otros centros urbanos Mayas, se preocupaban por almacenar agua, los Palenqueños buscaban métodos para el manejo de su abundante recurso (French 2002). Es este el aspecto que hace el sitio ecológicamente distintivo. El acercamiento hidro-arqueológico es el modelo de aplicación paleo-climatológico e hidrológico, para determinar como funcionan los sistemas de agua en un sitio. Una vez se apliquen las simulaciones de computadoras subsecuentes en Palenque, mostrará: 1) ¿qué tanto terreno cívico habitable existió, antes de la implementación de administración de agua?, 2) ¿qué niveles de lluvia se necesitaron para causar inundaciones de escarpadura? y 3) la cantidad de lluvia necesaria para recargar la represa, lo suficiente para sostener una población urbana. Palenque es una ubicación superior para este estudio, por sus altos niveles de lluvia y numerosos canales perennes ubicados dentro de los límites del sitio.

El Proyecto Hidro-Arqueológico Palenque (PHAP), se enfoca sobre las ruinas de Palenque ([Figura 2](#)) y no al pueblo moderno de Palenque, que está ubicado 8 km al norte del sitio arqueológico, ambos todavía están enlazados por agua. La moderna ciudad de Palenque y sus 60,000 habitantes, confían altamente en el agua que bombea directamente del Otolum, un importante arroyo que se origina en las montañas al sur y fluye debajo de la plaza mayor de la antigua ciudad. Durante el comienzo del verano del 2005, se secaron las fuentes perennes que alimentan el Otolum. Debido a que al pueblo de Palenque, le falta los recursos para monotorizar el caudal del arroyo y las lluvias, está sequía llegó inesperadamente. Pasaron cinco días y fue mucho el pánico antes de que se regeneraran las lluvias. Con el crecimiento de la población del moderno Palenque, se incrementa el estrés sobre los recursos medioambientales. PHAP se consagra para trabajar con la gente del pueblo y los planificadores de la ciudad de Palenque, con el objetivo de resolver problemas futuros causados por sequías, y crear un conocimiento basado en sistemas de agua en el área, a través de la tecnología y la educación. Enseñándole a la población cómo monotorizar el uso del agua, el caudal de los arroyos, y las lluvias, podrían estar mejor preparados para cuando ocurra la próxima sequía. De acuerdo a estos planes, he estado de acuerdo en transferir la propiedad de la estación del clima del proyecto al Parque Nacional de Palenque, y entrenar a un técnico de su conveniencia, para el monitoreo cuando el proyecto este completo en enero del 2008.

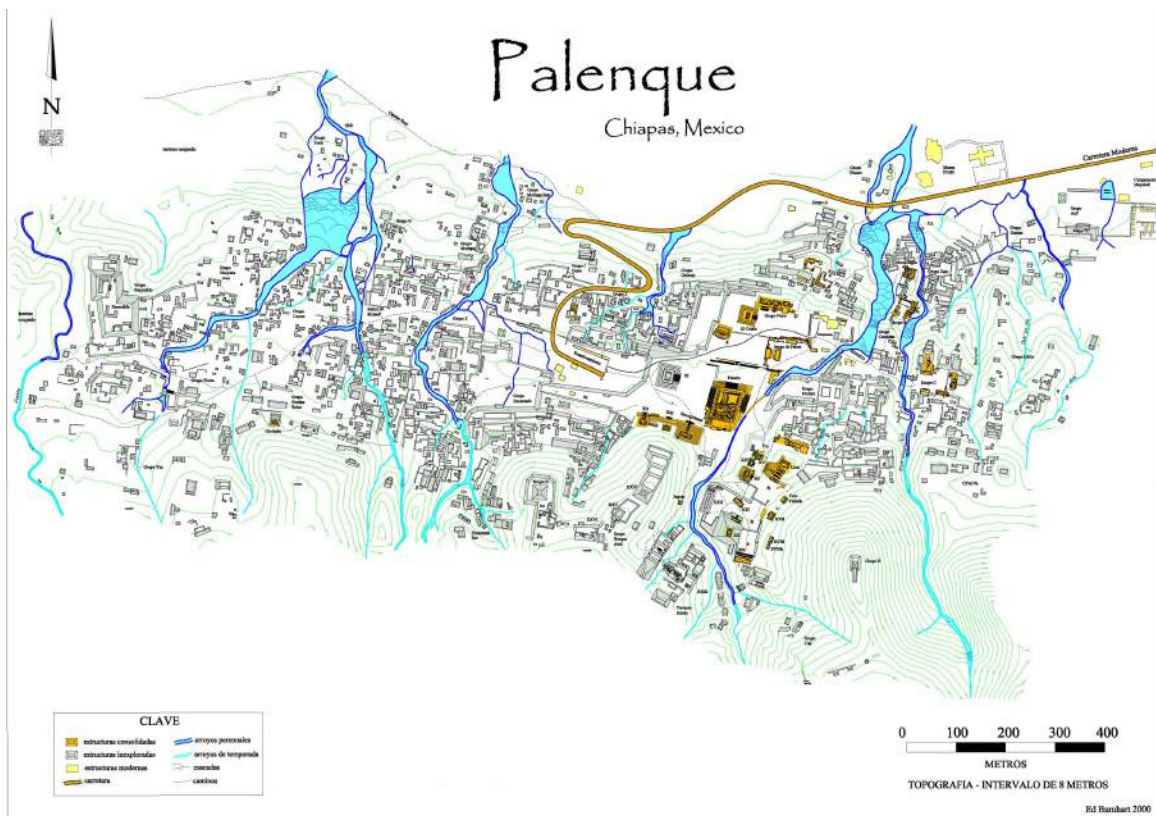


Figura 2. Mapa del sitio de Palenque.

## Antecedentes

Mientras los trabajos públicos de agua en otros sitios de las tierras bajas mayas, tienden a enfocarse en proveer agua potable y/o irrigación, la administración de agua de Palenque, proporcionó control de erosión e incrementó la cantidad de terreno cívico llano, (French 2002). R.M. Adams (1966) sugiere que los "incrementos tecnológicos" tenían que haber sido desarrollados por centros urbanos para llegar a ser más productivos, garantizando e incrementando trabajos monumentales públicos. La administración del agua es uno de estos incrementos más importantes, junto con los avances exactos hacia las ciencias predictivas, y una acumulación de riqueza centralizada.

Paradójicamente, sabemos relativamente poco acerca de los desarrollos en la administración de agua a través del tiempo, la relación de crecimiento y refinamiento de esta tecnología relativa a los regímenes medioambientales antiguos, ni tampoco los detalles de su papel en los procesos de cambios culturales humanos y de expansión. Esta falta de conocimiento se debe parcialmente, a la dificultad de encontrar evidencia bien preservada de los sistemas de administración de agua y los elementos asociados en el Nuevo Mundo. PHAP se está dirigiendo a éstos problemas con la esperanza de obtener un mejor entendimiento en los desarrollos culturales en las Tierras bajas Maya, y contribuir a la información de los estudios paralelos en otras regiones de

Mesoamérica. Adicionalmente, el acercamiento hidro-arqueológico tiene la capacidad de producir modelos aplicables para investigaciones similares a lo ancho del mundo.



**Figura 3. Acueducto del palacio subterráneo de Palenque.**

Construída sobre un escarpado estrecho rodeado por colinas empinadas, precipios, y arroyos profundos, Palenque sufrió escasez de terreno habitable. Muchos canales naturales fluyeron a lo largo de la topografía plana, creando un paisaje desarticulado inservible para una comunidad grande. En un único intento de incrementar la cantidad de espacio público, los Palenqueños antiguos construyeron varios acueductos subterráneos y cubrieron arroyos pre-existentes. Con esto, incrementaron el tamaño de sus plazas, para crear un área de superficie lo suficientemente grande para mantener la vida cívica normal, dentro de un centro Maya mayor (French 2002).



**Figura 4. Sección arruinada de acueducto.**

El Proyecto del Trazado Palenque (PMP), empezó creando el primer mapa estructural y topográfico del sitio en 1998 ([Figura 2](#)). Con el apoyo de FAMSI, el El Proyecto de Mapeo de Palenque pudo completar el mapa más exacto de cualquier sitio Maya a la fecha (Barnhart 2001). Durante el estudio, el equipo notó frecuentemente la existencia

de rasgos de administración de agua únicos, como los acueductos subterráneos (Figura 3, Figura 4, arriba, y Figura 5, abajo), puentes, diques, desagües, canales amurallados, y piscinas. Esta evidencia sugiere que los Palenqueños construyeron tales elementos para manejar las fuentes perennes numerosas ubicadas a lo largo del sitio.

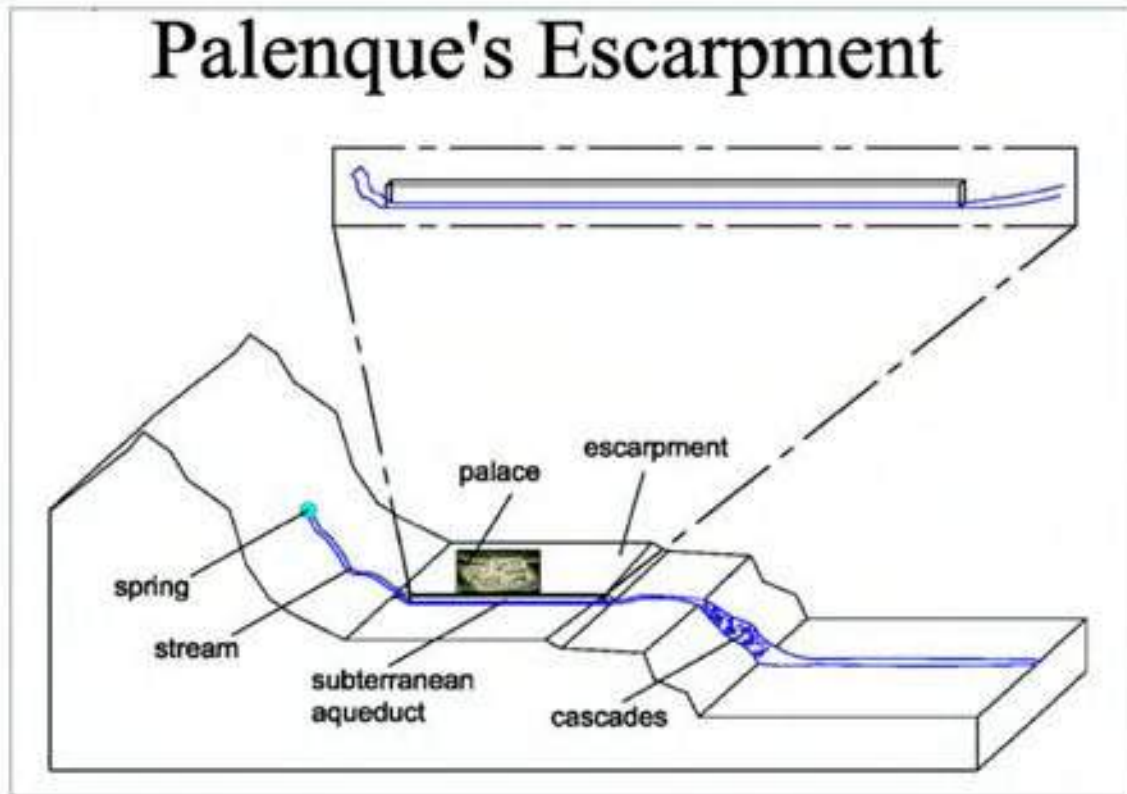


Figura 5. Perfil del escarpado de Palenque.

### El Acercamiento Hidro-Arqueológico

Los diseños de investigación PHAP, incluye, un análisis sensitivo basado sobre un modelo de computadora del sistema de drenaje de Palenque. Para proveer la entrada de información para el modelo, actualmente la siguiente información está siendo colectada en el sitio. El arroyo Otolum que fluye a través del centro de la ciudad se monitorea diariamente, para calcular tanto el flujo de arroyo como el flujo básico por 24 meses consecutivos. Se examinará la tierra por permeabilidad a lo largo del sitio en mayo del 2007, para determinar los promedios de recarga del agua subterránea, tomando muestras de los núcleos seleccionados al azar a lo largo del sitio. También diariamente se monitorea la lluvia. Entonces se introducirá los datos de la lluvia en un programa software Hydstra, que producirá simulaciones de 3-dimensiones del paisaje. Una vez se establezca un modelo hidrológico, bajo las condiciones corrientes del paisaje, se pueden remover los variables como acueductos, diques, y canales



amurallados, para crear un modelo, y ver cómo habría fluído el agua a través del sitio sin la interferencia de tales elementos.

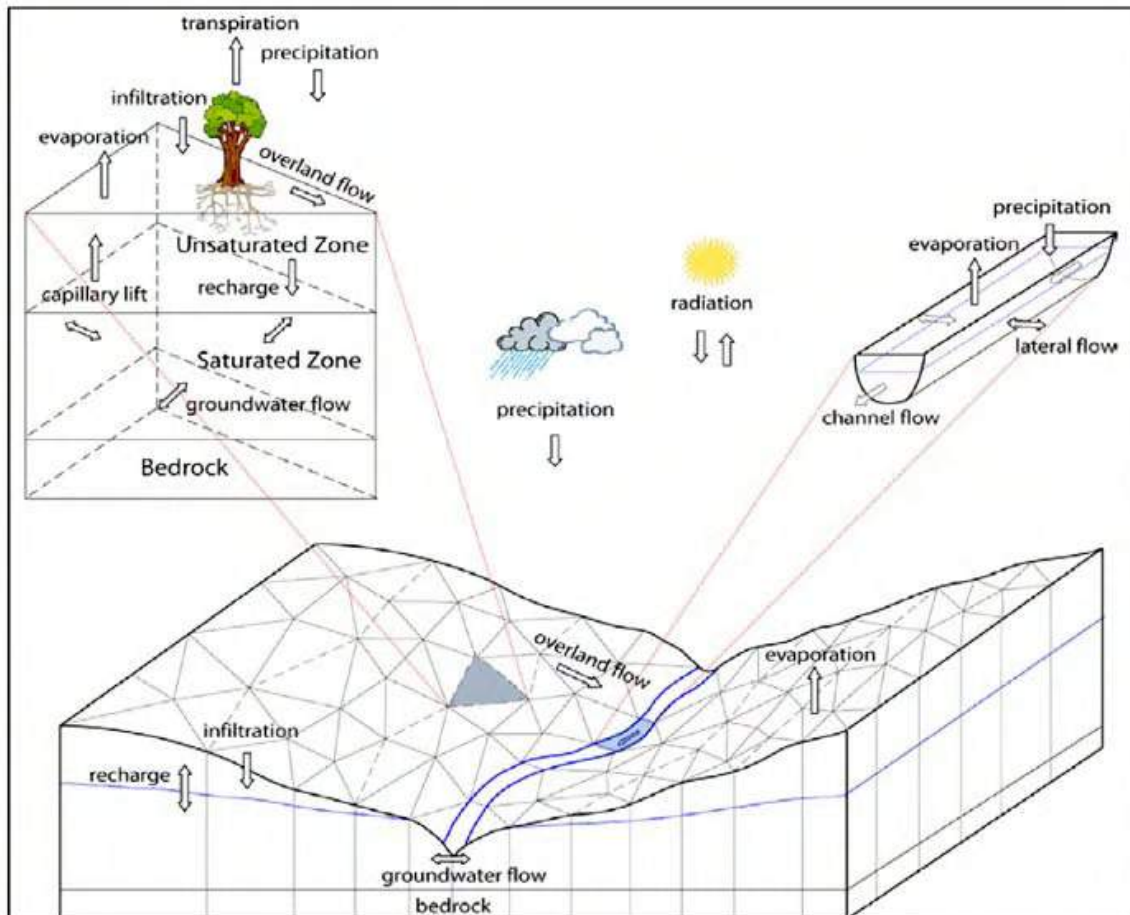
Esta vista pre-ciudad del paisaje, demostrará el potencial del desarrollo urbano limitado sin la implementación de elementos complejos de administración de agua. El modelo permitirá vistas variadas de los diferentes sitios, manipulando capas de elementos de administración de agua, y cambiando los patrones de lluvia y las cantidades. Lo más importante, es que hará una reconstrucción del Período Clásico de Palenque (300-800 d.C.) sobreponiendo el modelo hidrológico con el mapa AutoCad PMP. Estas simulaciones demostrarán las cantidades de terreno cívico pre-urbano, como también demostrará eventos de inundaciones.

Los meteorólogos, hidrólogos, y los ingenieros han trabajado juntos por décadas en la preparación de nuestros trabajos públicos, para los eventos de inundaciones (i.e. la capacidad de un puente para resistir la corriente de un río de 100 años). Después que los meteorólogos registran el tiempo y los hidrólogos supervisan el río, los ingenieros diseñan la capacidad del puente de resistir la cantidad de presión de agua causada por la cantidad de lluvia. Ha habido mucho suceso en predecir los efectos de eventos hidrológicos en este acercamiento multi-disciplinario, pero raramente se usan para entender los alcances del pasado. PHAP por primera vez, reconstruirá la administración de agua de una ciudad antigua a través del modelo hidro-arqueólogo, usando un acercamiento multi-disciplinario similar. Son vitales las reconstrucciones del clima encarados por los ingenieros de Palenque para el suceso del modelo hidro-arqueológico descrito.

Se necesita información paleoclimática para validar el modelo hidrológico que se usará para esta investigación. En lugar del representante del clima local, PHAP debe confiar en un registro paleoclimático más generalizado. Realizando un análisis de series de tiempo, basados en los datos paleoclimáticos recogidos de varias ubicaciones, a través de las Tierras bajas junto con el Índice de Severidad de Sequías Palmer (PDSI), proveerá un representante capacitado para las simulaciones de computadora necesarias.

Los procesos hidrológicos mayores dentro del ciclo hidrológico terrestre, operan sobre una amplia gama de escalas de tiempo con interacciones entre ellas, abarcando desde el no acoplado, al fuertemente acoplado. Las simulaciones numéricas de procesos hidrológicos no lineales acoplados, requieren un acercamiento eficaz y flexible. En este análisis, se implementará una nueva estrategia para la integración del modelo hidrológico. Este método reduce las ecuaciones diferenciales parciales de gobierno (PDE) a ecuaciones diferenciales ordinarias (ODE), usando el método volumen finito semi-discreto (FVM). Esto lleva a un sistema local ODE, que se refiere al modelo kernel, el cual se distribuye sobre una red de trabajo irregular triangular sin estructurar (TIN), construida de dominio de decomposición, usando Triangulación Delaunay. El sistema ODE global, se forma combinando el sistema ODE local, encima del dominio completo y el sistema se soluciona con un solvente ODE eficaz. Los elementos de volumen finito son prismas, proyectados de TIN generados con constreñimientos. Los

constreñimientos se relacionan a la red de trabajo del río y el límite del canal, contorno de elevación, etc. El modelo está diseñado para capturar "la dinámica" en procesos múltiples, mientras mantiene la conservación de la masa en todas las células, como se garantiza por la formulación del volumen finito (Qu y Duffy, en la prensa). Un caso hipotético se presenta para demostrar la flexibilidad y utilidad de este modelo ([Figura 6](#)).



**Figura 6. Discretización especificada usando tres dominios modelos de volumen finitos para el DEM original y corriente de red de trabajo para el Río Grande. El modelo incluye canales perennes y efímeros.**

La información necesaria para el modelo, actualmente se reúne usando la última tecnología en instrumentación hidrológica. Se está monitoreando el caudal con 15 minutos de intervalos con el SOLINST Levelogger™ Transductor de Presión Automática / Registros de Datos ([Figura 7](#), mostrado abajo). El Levelogger™ es un datalogger en miniatura de (2 cm × 13 cm) autónomo, diseñado para registros de niveles de agua subterránea en la supervisión de arroyos. El Levelogger se fija directamente dentro del lecho del arroyo y requiere un transmisor de información manual cada seis meses. Una vez se registra la información, ésta se transmite y se exporta dentro de una base de datos para la visualización y el modelo.



**Figura 7. SOLINST Levellogger™ Transductor de Presión Automática.**

Actualmente se colecta la información de la lluvia usando un Datalogger CR10X de Campbell Scientific y la Estación Meteorológica Remoto ([Figura 8](#)). Este dispositivo mide con precisión la temperatura del aire, dirección del viento, velocidad del viento, lluvia, presión barométrica, humedad relativa, intensidad solar, y la temperatura de la tierra/agua. La estación del tiempo se mantiene estable en un trípode de 3 m. La CR10X se adjunta a la base del trípode y puede almacenar hasta 21,000 mediciones.



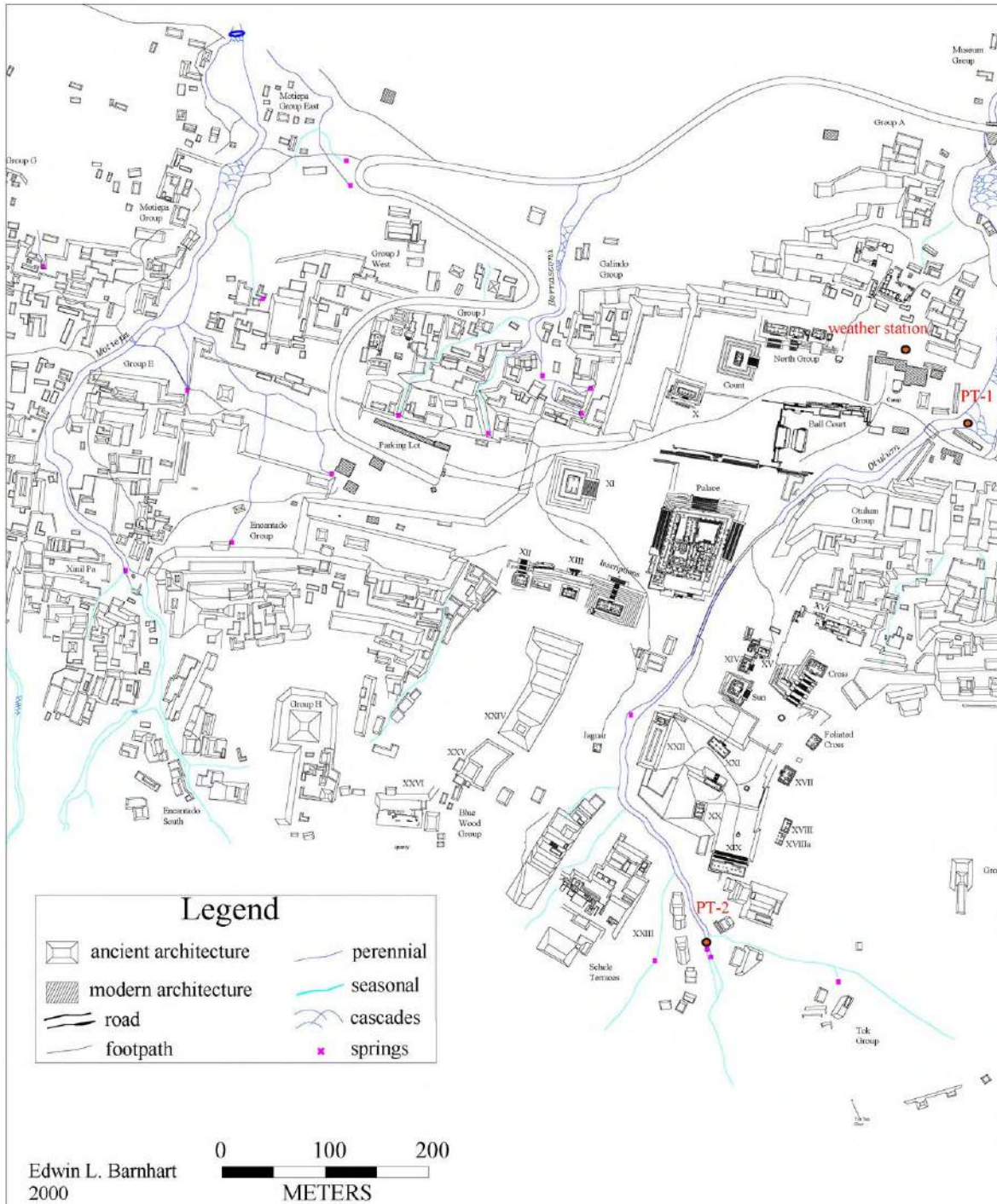
**Figura 8. El Datalogger CR10X de Campbell Scientific y la Estación Meteorológica Remoto.**

Se tomará una muestra del núcleo de la tierra usando un pedazo de centro de 4 cm, que proporcionará datos de permeabilidad de tierra. Las ubicaciones para el centro, serán en un lugar clave cerca de los nueve cauces, y conscientemente evitará los elementos arquitectónicos. La permeabilidad de la tierra es vital para entender los recargos del agua subterránea y las proporciones de ocurrencia de tormentas. Los centros de la tierra también permitirán visualizar dentro de la topografía de los escarpados anteriores para llegar a las alteraciones conducidas por el antiguo Maya. La topografía de la pre-ciudad ofrecerá una visión de cómo fluyó el agua sobre los acantilados sin los beneficios del manejo del agua.

### **Estación de Campo del 2005**

El Proyecto Hidro-Arqueológico Palenque (PHAP), se inició tarde en julio del 2005. La aventura empezó en la Universidad Parque de Pennsylvania con mi Subaru Outback 1998 completamente lleno, con una estación meteorológica completa, sensores de medir arroyos, algunas ropas, y Dusty, mi perro golden retriever. Seguido de una demora de cinco días en el límite y dos más manejando al sur hacia Chiapas, logramos

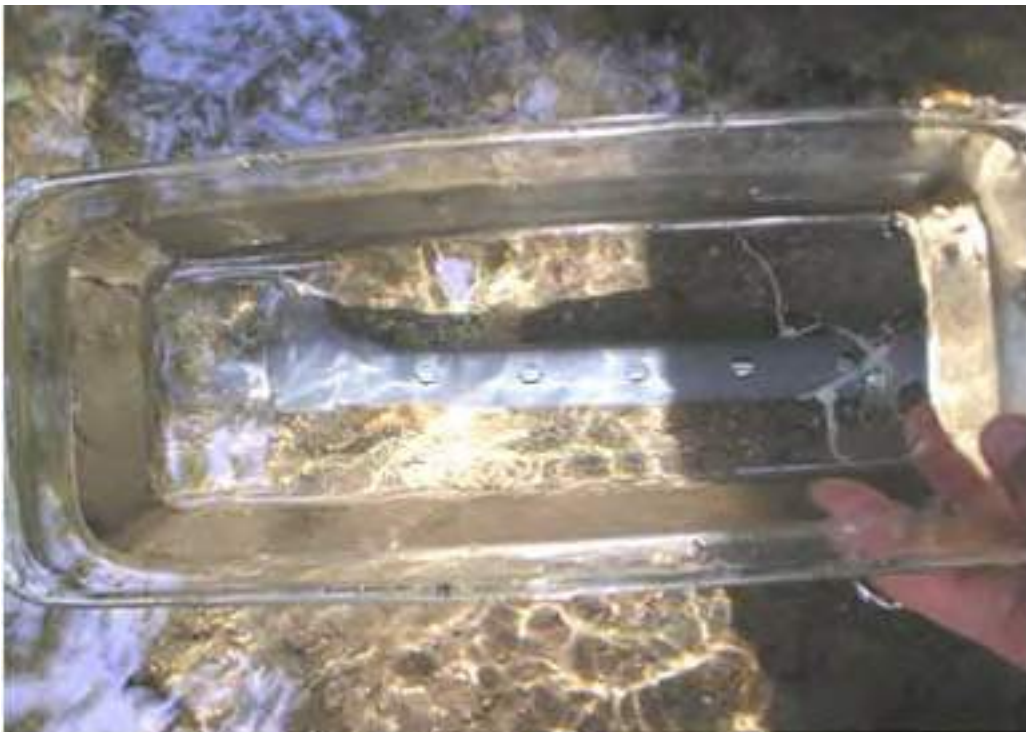
llegar a Palenque. Algunos días después, empezamos la dura tarea de instalar el equipo hidrológico y climatológico.



**Figura 9. Mapa de la ubicación del equipo.**

Se empezó la instalación de equipo fijando los dos transductores de presión en el lecho del arroyo Otolum. Se colocó el transductor de presión 1 (PT-1) en el sur, en la fuente

Otolum (OT-S1 y OT-S2); mientras que PT-2 se fijaba en el extremo norte del acantilado ([Figura 9](#)). Para que los sensores trabajen mejor, no se les puede permitir que se muevan durante el registro de la información. Con la ayuda del empresario local, Chato Morales, se construyeron cuatro anillos de acero inoxidable para que quedaran apretados herméticamente alrededor de los extremos de los transductores. Luego, se removieron las cabezas de cuatro tornillos de acero inoxidable grandes. Se soldó cada anillo encima de la base tratada de cada tornillo alterado. Entonces, después de taladrar dos hoyos (aproximadamente de 15 cm entre el uno y el otro), dentro del lecho rocoso del arroyo, pude atornillar herméticamente los anillos en el lugar. Esto permitió que cada transductor se deslizara a través de sus dos anillos fijados, los que estaban asegurados en su lugar con tirantes plásticos ([Figura 10](#), mostrada abajo).



**Figura 10.** Mirando el transductor de presión asegurado a través de un vidrio de cocinar.



**Figura 11. Kirk French taladrando en el lecho del arroyo por PT-1 con una broca de taladro extendida.**

Taladrar dentro del lecho del arroyo mismo fue una gran aventura. Me armé con un taladro inalámbrico de 14-voltios y una broca de taladro extendida para no mojarlo ([Figura 11](#), mostrado arriba). Este método trabajó enteramente con la instalación de PT-1, pero no trabajó tan bien para el PT-2. El nivel del agua en la cabecera del arroyo era mucho más profundo que cualquier broca-taladro que pudiera encontrar en Palenque. La necesidad de taladrar bajo el agua sin un taladro apropiado fue un gran problema, pero se pudo lograr con un poco de ingenuidad. Para mantener el taladro fuera del agua, corté la base de un (*garrafón*), de 5 galones de agua, sellé la parte de encima con cinta plástica, y coloqué el taladro adentro ([Figura 12](#) y [Figura 13](#), mostradas abajo). Este extraño aparato (se parecía a los brazos de un robot) mantuvo el taladro seco, pero creó mucha presión debido a la flotación. Mientras taladraba el hueco en el lecho de roca del arroyo, varias personas tuvieron que mantener el *garrafón* sostenido abajo, ([Figura 14](#), mostrada abajo).



**Figura 12. Marcus French con la aparato del garrafón.**



**Figura 13. Kirk French taladrando hoyos para PT-2 con la aparato del garrafón.**





**Figura 14. LeAndra Luecke y Hannah French asistiendo con el flotante del garrafón.**

La instalación de la estación meteorológica completa CR10X de Campbell Scientific, presentó otras dificultades. La ubicación para la estación del clima requirió seguridad contra el vandalismo y un radio ausente de 5 m de follaje arbóreo. La única opción lógica era el transpatio del campamento arqueológico INAH ([Figura 9](#)), sobre el extremo norteño del escarpado porque es la única área del sitio que reúne el criterio anterior. La asistencia del arqueólogo Miguel Angel Vázquez de la INAH, fue invaluable para obtener la rápida aprobación para la instalación de la estación de clima en esta ubicación ideal.



**Figura 15. Interior del Datalogger CR10X.**

Al comienzo de agosto, se fijó el trípode de 3 m de la estación de clima y se adjuntaron todos los instrumentos asociados y los cables al datalogger ([Figura 15](#), mostrada arriba). El próximo paso fue conectar el cuaderno electrónico al datalogger para asegurar funcionalidad ([Figura 16](#), mostrada abajo). El cable proporcionado para esta operación era incorrecto, y Campbell Scientific me informó que tomaría varias semanas antes de recibir un cable correcto. Además, el panel solar asociado no estaba recargando la batería apropiadamente. Después de agotar todas las probabilidades para resolver estos problemas, y además con mis deberes de asistente de profesor en el Estado de Pennsylvania que comenzarían la semana siguiente, estuve forzado a regresar a casa.



**Figura 16. Kirk French transmitiendo datos climáticos del CR10X.**

Cinco meses después a mediados de diciembre, regresé a Palenque con varios tipos de cables, un mejor medidor de tierra, y una batería nueva. Transmití la información almacenada del datalogger y rápidamente la analicé por inconsistencias. Afortunadamente, todo el equipo funcionó bien durante mi ausencia, excepto por una lectura intermitente del medidor de lluvia. Una vez inspeccionada cuidadosamente, mi personal de equipo y yo, descubrimos que un nido de hormigas había hecho un nuevo hogar en el balde ladeado del medidor de lluvia, lo que obstruía la grabación de la lluvia. Se resolvió pronto este problema con pesticida. Un miembro del proyecto, Alonso Mendez, estuvo de acuerdo en regresar de vez en cuando para darle al medidor de lluvia otra dosis de insecticida para evadir problemas futuros. Cuando dejé Palenque tarde en diciembre, la estación del clima estaba operando perfectamente.

También se chequearon ambos transmisores de presión, y ambos han sobrevivido su primera estación de lluvia sin ningún problema. Regresaré al sitio en marzo del 2006, con el hidrólogo del Estado de Pennsylvania Christopher Duffy, para chequear todo el equipo y descargar 10 semanas de información.

## Conclusión

Los sistemas del manejo de agua de Palenque eran una respuesta a las demandas que se modificaron a través del tiempo, debido al cambio social y contexto medioambiental. Finalmente, la investigación propuesta, comparará la funcionalidad del manejo del agua de la ciudad, durante la estación de lluvia intensiva a la de sus cuatros meses de estación seca (French, 2002), buscando maneras en las cuales la historia de crecimiento de Palenque, ilumine sobre los posibles movimientos de población y otras fuerzas demográficas y políticas de trabajo, a través del tiempo. Además, los modelos generados de la investigación pueden crear nuevos puntos de vista de la extinción de Palenque, por las respuestas ineficaces al cambio climático. Teniendo en cuenta la aridez de Palenque, permitirá la circulación de su umbral de cuencas para el abandono.

A lo largo de la región maya, también como en otras partes del mundo, los arqueólogos han conducido investigaciones de manejo de agua en un intento de reconstruir la manera como las sociedades pasadas, manipularon y usaron el agua (Wittfogel 1957, Butzer 1976, Bray 1986, Lansing 1991, Scarborough 1983). El problema con estos estudios arqueológicos, es que raramente incorporan los conceptos básicos de hidrología (i.e caudal del arroyo, corriente básica, ocurrencia de tormenta, recargo subterráneo, etc). Esta falta de conocimientos básicos hidrológicos, levanta muchas conjeturas. La PHAP reducirá el número de asunciones generalmente usadas en Arqueología aplicando metodología científica probada.

## Agradecimientos

Me gustaría sinceramente agradecer a las siguientes personas por su contribución al Proyecto Hidro-Arqueológico de Palenque. Su generosidad hizo de la primera estación un suceso.

Ed y Angela Barnhart, Arnoldo Gonzales Cruz, Miguel Angel Vazquez Delmerado, Christopher Duffy, Colin Duffy, Buster y Billie French, Chloe French, Hannah French, Mark y Lisa French, Joshua Balcells Gonzáles, Joaquín Garcia-Bárcena González, Robert Griffin, Maria Inclan, Jorge Juarez, Cathy Kahn, LeAndra Luecke, Blanca Maldonado, Alonso y Susan Mendez, Xun Mendez, Julia Miller, Alfonso Morales, Chato Morales, Moises Morales, Sandra Noble, Isidro Ovando Perez, Eric Rochette, Diane Snyder, Elisabeth Flores Torruco, Enrique Alvarez Tostado, y David Webster.

## Lista de Figuras

[Figura 1](#). Mapa de la ubicación de Palenque (Modificado de Weaver, 1981).

[Figura 2.](#) Mapa del sitio de Palenque.

[Figura 3.](#) Acueducto del palacio subterráneo de Palenque.

[Figura 4.](#) Sección arruinada de acueducto.

[Figura 5.](#) Perfil del escarpado de Palenque.

[Figura 6.](#) Discretización especificada usando tres dominios modelos de volumen finitos para el DEM original y corriente de red de trabajo para el Río Grande. El modelo incluye canales perennes y efímeros.

[Figura 7.](#) SOLINST Levellogger™ Transductor de Presión Automática.

[Figura 8.](#) El Datalogger CR10X de Campbell Scientific y la Estación Meteorológica Remoto.

[Figura 9.](#) Mapa de la ubicación del equipo.

[Figura 10.](#) Mirando el transductor de presión asegurado a través de un vidrio de cocinar.

[Figura 11.](#) Kirk French taladrando en el lecho del arroyo por PT-1 con una broca de taladro extendida.

[Figura 12.](#) Marcus French con la aparato del *garrafón*.

[Figura 13.](#) Kirk French taladrando hoyos para PT-2 con la aparato del *garrafón*.

[Figura 14.](#) LeAndra Luecke y Hannah French asistiendo con el flotante del *garrafón*.

[Figura 15.](#) Interior del Datalogger CR10X.

[Figura 16.](#) Kirk French transmitiendo datos climáticos del CR10X.

## Referencias Citadas

Adams, R. McC.

1968 "Evolution of Urban Society: Early Mesopotamia and Prehispanic México." In *Urbanism in World Perspective: A Reader*, edited by S. Fleis Fava. Thomas Y. Crowell Company, Inc., New York, NY.

Barnhart, E.L.

2001 *The Palenque Mapping Project: Settlement and Urbanism at an Ancient Maya City*. Ph.D. Dissertation. University of Texas, Austin.

Bray, F.

1986 *The Rice Economies: Technology & Development in Asian Societies*. University of California Press, Berkeley, California.

Butzer, K.W.

1976 *Early Hydraulic Civilization in Egypt: A Study in Cultural Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

French, K.D.

2002 *Creating Space through Water Management at the Classic Maya Site of Palenque, Chiapas, México*. M.A. Thesis. The University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio.

Lansing, J.S.

1991 *Priests and Programmers: Technologies of Power in the Engineered Landscape of Bali*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Qu, Y. and C.J. Duffy

In Press "An Integrated Hydrologic Model for Multi-Process Simulation." In *Water Resource Research*.

Scarborough, V.L.

1983 "A Preclassic Maya Water System." In *American Antiquity* Vol. 48, No. 4:720-744.

Weaver, M.P.

1981 *The Aztecs, Maya, and Their Predecessors: Archaeology of Mesoamerica*. Academic Press, Inc., San Diego, CA.

Wittfogel, K.A.

1957 *Oriental Despotism: A Comparative Study of Total Power*. Yale University Press, New Haven, Connecticut.