

CIENCIAS ESPACIALES

Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen 4, Número 1 Primavera, 2011
ISSN: 2225-5249



ARQUEOASTRONOMÍA Y
ASTRONOMÍA CULTURAL

 editorial
universitaria



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

CIENCIAS ESPACIALES

Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)

Volumen 4, Número 1 Primavera, Año 2011. ISSN: 2225-5249

Portada:

Juego de Pelota, Parque Arqueológico de Copán Ruinas, Honduras

Fuente de imágenes:

Foto. Nohemy Rivera

Directora

María Cristina Pineda de Carías

Edición

Eduardo Rodas

Consejo Editor

Eduardo Rodas

Yessica Sosa

Martha Talavera

Consejo Científico

Gustavo Buzai

Joaquín Bosque Sendra

Antonio Malpica

Marcos Carías

Silvia Fernández

Diagramación y Maquetación

Editorial Universitaria

SEDI UNAH

Elizabeth Figueroa M.

Contacto:

Dra. María Cristina Pineda de Carías

Email: mcpinedacarias@gmail.com

Facultad de Ciencias Espaciales

El 17 de Abril de 2009, mediante Acuerdo No. CU-O-043-03-2009 el Consejo Universitario de la UNAH creó la Facultad de Ciencias Espaciales en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH).

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales. El contenido de cada artículo es responsabilidad de su(s) autor(es).

La suscripción de esta publicación es gratuita, solamente se cobrará el costo de su envío.

Contenido

Volumen 4, Número 1 Primavera, 2011

ARTÍCULO DE FONDO

Arqueología de las zonas de estudio de un proyecto de teledetección en la República de Honduras

Vito Veliz, Arnulfo Ramírez, César Rodríguez, Yenny

Castellanos, Rafael Corrales y Juan Gregorio Rejas Ayuga

6

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Operación de radiotelescopios remotos desde el Departamento de Astronomía y Astrofísica de la Facultad de Ciencias Espaciales

Yvelice Castillo.

29

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El Concepto de Ladera Urbana

Elsa Lily Caballero Zeitún

41

Cambios en la Cobertura Boscosa en la zona sur de la Montaña de Botaderos, Olancho, utilizando Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica

Yessica Sosa Reyes

62

Localización espacial del uso del suelo poblacional del municipio de San José Colinas, Santa Bárbara, (Honduras), utilizando como herramienta un sistema de información geográfico

Yeny Castellanos

75

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

Posición de la estelas 10 y 12 respecto del Parque Arqueológico de Copán Ruinas

*Roberto Schöngarth, Deborah Forrest, Edward Milla,
Ricardo Pastrana*

85

NOTAS INFORMATIVAS

Revista Ciencias Espaciales, instrucciones a los autores y criterios para el diseño, diagramación y maquetación

105

ARTÍCULO DE FONDO

Arqueología de las zonas de estudio de un proyecto de Teledetección en la República de Honduras

Vito Veliz , Arnulfo Ramírez, César Rodríguez,
Yenny Castellanos, Rafael Corrales
y Juan Gregorio Rejas Ayuga

Resumen

Con este proyecto se pretende aplicar tecnologías digitales recientes para identificar, ubicar y registrar restos de patrimonio cultural, especialmente los prehispánicos. Una vez identificados esos restos y estudiado el entorno, se espera desarrollar programas contra riesgos naturales y humanos. Con estas prácticas se espera predecir zonas de peligro y proponer usos diferentes de la tierra para mejorar la protección de los restos arqueológicos. Ya que el proyecto se irá desarrollando por etapas, se espera con el tiempo tener suficiente información para relacionar estructuras dentro de los sitios arqueológicos y también poder llegar a relacionar sitios arqueológicos entre zonas y tratar de encontrar así, si es que existen, las relaciones entre estructuras y entre sitios con los puntos cardinales y con los astros.

Palabras claves: arqueologia, teledeteccion, patrimonio cultural, Honduras

Abstract

This project aims to apply recent digital technologies to identify, locate and register remains of cultural heritage, especially the pre-Hispanic. Once identified the remains and studied the environment, it is expected to develop programs against natural and human hazards. These practices are expected to predict danger areas and propose different land uses to improve the protection of the archaeological remains. Since the project will develop in stages, it is expected eventually to have sufficient information to relate structures within archaeological sites and also to reach related archaeological sites between areas and try to find as well, if there exist, relations between structures and between sites with the cardinal points and the stars.

Keywords: archaeology, remote sensing, cultural heritage, Honduras

Vito Veliz¹, Amulfo Ramírez¹, César Rodríguez¹, Yenny Castellanos², Rafael Corrales² y Juan Gregorio Rejas Ayuga³.¹ Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural. ² Departamento de Ciencias y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. ³ Depto. de Ingeniería y Morfología del Terreno, Universidad Politécnica de Madrid, UPM.

Introducción

Después de haber escuchado sobre la identificación de distintos objetos o fenómenos en la superficie terrestre por medio de imágenes satelitales, la en aquel entonces Sección de Arqueoastronomía del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (OACS/UNAH) propuso verbalmente a la Universidad Politécnica de Madrid la idea de desarrollar un proyecto para identificar sitios arqueológicos en Honduras, restos que son parte de nuestro patrimonio cultural.

La idea fue aceptada y el Profesor Juan Gregorio Rejas Ayuga presentó el proyecto ante las autoridades españolas, teniendo también el aval de las autoridades de la UNAH, incluyendo a la Vicerrectoría de Relaciones Internacionales y a la Dirección del OACS. En vista de que el patrimonio cultural hondureño está bajo el cuidado y resguardo del Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH), también a esta institución se le invitó a participar. Esta participación sería en doble sentido: por un lado, contando con la participación de profesionales y/o técnicos en el proyecto; por otro, proporcionando al OACS la información pertinente sobre sitios arqueológicos ya conocidos. El proyecto en general podría así acrecentar la lista de sitios arqueológicos que el IHAH ha venido conformando.

La pretensión de esa lista de sitios arqueológicos es finalmente lograr un Atlas Arqueológico de Honduras, que pueda servir a propios y extraños para la investigación. Ésta es una tarea que el IHAH ha venido desarrollando a través de varios años y nuestro proyecto busca avanzar y ampliar la información. Es la intención trabajar con las tarjetas que ya ha elaborado el IHAH y, de ser posible, mejorarlas para avanzar en ese registro.

Se comenzó a elaborar la lista de sitios arqueológicos, partiendo de una división temporal (Véliz, 1983) de las investigaciones arqueológicas en Honduras. Para poner el trabajo de Véliz al día, se fijaron seis períodos para lograr esa lista de yacimientos arqueológicos en Honduras. Se comenzó así a elaborar la lista de los sitios arqueológicos que cada investigador registró en su momento. Se continúa trabajando y parte de ese esfuerzo son los sitios arqueológicos que, junto con los miembros de CTIG (Departamento de Ciencias y Tecnologías de la Información Geográfica), (Rafael Corrales y Jenny Castellanos), se han logrado insertar en una tabla con información mínima.

Los Objetivos de esta investigación se enmarcan en la importancia del uso de Sistemas de Información Geográfica en Arqueología y su futura aplicación en Honduras.

La metodología empleada se basa en una amplia revisión bibliográfica, análisis de documentos y registro de sitios arqueológicos encontrados procurando su ubicación geográfica, el uso de SIG y prospección de campo para validación y toma de puntos de interés para la investigación.

Se presentan en esta investigación definiciones y conceptos relacionados con la investigación arqueológica en Honduras y su estado legal.

Se espera que los resultados de esta investigación nos permitan comprobar la noción acerca del gran potencial de Honduras para investigaciones arqueológicas.

La selección de áreas de estudio en Honduras para la aplicación de Nuevas Tecnologías de la Información Geográfica, nos da una idea de algunas regiones seleccionadas de acuerdo a su potencial arqueológico e influencia cultural, siendo hasta ahora desconocidos muchos de los sitios a investigar.

Se destaca en este documento: El futuro de las investigaciones arqueológicas mediante Nuevas Tecnologías de la Información Geográfica en Honduras, lo cual nos permitirá estudiar amplias e importantes zonas del país por medio de tecnología satelital, contribuyendo a la realización de estos estudios que normalmente representan un alto costo económico en el campo.

Objetivos

Principal:

Desarrollar y aplicar metodologías no intrusivas, empleando tecnologías de detección y registro digitales, integradas en sistemas de información, para estudio y para mejorar la protección del patrimonio cultural y de los hábitats humanos de Honduras ante riesgos y desastres naturales y humanos.

Específicos:

- Identificación y localización de restos o sitios arqueológicos.
- Registro digital de los sitios arqueológicos.

- Identificación de lugares de valor patrimonial amenazados por causas naturales o humanas.

Metodología

Se ha comenzado con la revisión de literatura para ubicar sitios arqueológicos ya conocidos y se ha continuado con el registro digital de esos sitios arqueológicos. Se pondrá especial interés en el registro de nuevos sitios arqueológicos. Los modelos de predicción, en cuanto a la existencia de sitios arqueológicos, que se propongan en base al estudio de las imágenes satelitales, se validarán en el campo. Se realizará la prospección arqueológica por medio de técnicas no destructivas, mediante sensores (espaciales, aeroportados y de rango corto) y GPR (Ground Penetration Radar), para la detección y el registro de restos culturales debajo de la superficie terrestre. Posteriormente se identificará las áreas vulnerables, utilizando datos de los Sistemas de Información Geográfica y de muestreos en el campo. Se propondrá así usos alternativos de la tierra para mejorar la protección del patrimonio ante situaciones de riesgo o desastre, tanto natural como humano.

La búsqueda de relación entre estructuras, sitios, puntos cardinales y astros, se realizará ubicando todos estos datos en mapas y trazando líneas para encontrar estas relaciones, si es que existen. Por fin, los resultados de estos esfuerzos se darán a conocer al público por medio de charlas y de publicaciones escritas de los resultados.

DEFINICIONES Y CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA INVESTIGACION

A continuación se presentan una serie de definiciones de Patrimonio Cultural y Patrimonio Arqueológico, tanto de la UNESCO como de la legislación hondureña. Es importante poder conocer estos conceptos que apoyan nuestra investigación, sentando las bases teóricas en esta línea de investigación muy desconocida y de interés nacional, por lo que se incluyen en este artículo para apoyo y entendimiento del trabajo realizado.

- **Patrimonio Cultural**

En general, patrimonio es lo que uno posee o ha heredado.

Según la **UNESCO**, el patrimonio cultural lo componen conjuntos y lugares, obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos,

que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de lo histórico, estético, etnológico, artístico y antropológico.

Expresándolo de otra manera, la UNESCO dice que el patrimonio cultural es el conjunto de objetos o artefactos, significados, convenciones que constituyen la expresión de una cultura específica y que destacan sea porque no hay muchos, por la artesanía con la que fueron elaborados o porque poseen características únicas de tal cultura.

La **Constitución** de la República de Honduras, Capítulo VIII, Artículo 172, dice: “Toda riqueza antropológica, arqueológica, histórica y artística de Honduras forma parte del patrimonio cultural de la Nación.

La ley establecerá las normas que servirán de base para su conservación, restauración, mantenimiento y restitución, en su caso.

Es deber de todos los hondureños velar por su conservación e impedir su sustracción.

Los sitios de belleza natural, monumentos y zonas reservadas, estarán bajo la protección del Estado”.

El Artículo 173 dice: “El Estado preservará y estimulará las culturas nativas, así como las genuinas expresiones del folklore nacional, el arte popular y las artesanías”.

En sus considerandos, la **Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación (Decreto No. 220-97)** dice que conforman el Patrimonio Cultural de la Nación los bienes culturales que poseen especialmente valor por su importancia histórica y antropológica.

También dice que los bienes culturales constituyen uno de los fundamentos de la cultura de los pueblos y que adquieren su verdadero valor cuando se conocen con precisión su origen, historia y contexto y se divulgan para el conocimiento de la población.

Menciona además que la Conferencia General de la UNESCO aprobó, en 1964, una recomendación con este objeto; y que la misma Conferencia General en su 16ª reunión, celebrada en París, en noviembre de 1970, aprobó la Convención Sobre Medidas que deben adoptarse para la Protección del Patrimonio Cultural de las Naciones.

En su Capítulo I, Artículo 1, esta Ley para la Protección del Patrimonio Cultural dice que “tiene por objeto la defensa, conservación, reivindicación, rescate, restauración, protección, investigación, divulgación, acrecentamiento y transmisión a las generaciones futuras de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación en todo el territorio nacional y en las aguas jurisdiccionales”.

- **Patrimonio Arqueológico**

De acuerdo con el Capítulo II de la Ley de Patrimonio, Artículo 2, “se considera que forma parte del Patrimonio Cultural:

- **Los Monumentos:** Aquellos bienes inmuebles de la época precolombina, colonial y republicana que por su arquitectura o ingeniería sean de interés antropológico histórico.
- **Bienes Muebles:** Grabados, pinturas, esculturas, mobiliario, joyería, moneda, armas, vestuario, máquinas, herramientas u otros objetos de interés antropológico e histórico.
- **Los Conjuntos:** Agrupación de bienes inmuebles y su entorno natural que forman un patrón de asentamiento, continuo o disperso, que puede ser claramente delimitado, condicionado por una estructura física representativa de la evolución de una comunidad humana, por ser testimonio de su cultura.
- **Sitio Arqueológico:** Aquella área o lugar abandonado que presenta evidencias de actividad humana en forma de artefactos, rasgos y/o alteraciones producto de la misma, sean éstas de época precolombina, colonial o republicana de interés antropológico e histórico e incluyendo las evidencias que se encuentran en aguas jurisdiccionales en la superficie y en el subsuelo.
- **Zona Arqueológica:** Es un lugar donde existe un conjunto o grupo de sitios arqueológicos.
- **Las Manifestaciones Culturales de los pueblos indígenas vivos,** sus lenguas, sus tradiciones históricas, sus conocimientos y técnicas, sus formas de organización, sus sistemas de valores, sus prácticas religiosas y los lugares asociados a ellas; y,
- **Las Manifestaciones Culturales de origen vernáculo vivas** que sean de interés antropológico e histórico, organizaciones y celebraciones

religiosas, música y danza, los prototipos de la producción artesanal y del arte culinario, la tradición oral.

Para nuestro interés, en su Artículo 7, el **Reglamento para la Investigación Arqueológica en Honduras** agrega una categoría más a las diez anteriores: **Parque Arqueológico**. Éste se define como “Monumento, conjunto o sitio arqueológico previamente declarado; con fines de conservación, investigación, educación y visita-ción”.

Volviendo a la Ley de Patrimonio, en ese mismo Capítulo II, Artículo 3, se dice que “los bienes culturales protegidos que integran el Patrimonio Cultural Nacional se clasifican de la manera siguiente:

- Bienes Nacionales Culturales de Uso Público, entendiéndose como tales:
 - La totalidad del Patrimonio precolombino;
 - El patrimonio cultural sumergido; y,
 - Los fondos documentales y bibliográficos de uso público;
- Bienes culturales propiedad de instituciones eclesiásticas.
- Bienes culturales propiedad de particulares que formen parte del patrimonio personal o familiar o hayan sido obtenidos lícitamente en su momento; y,
- Bienes de cultura popular, que son propiedad de las comunidades que los producen”.

En ese mismo Capítulo II, Artículo 4, también dice que “para la adecuada defensa del Patrimonio Cultural, el Estado de Honduras declara el dominio o propiedad permanente, inalienable, imprescriptible y no comerciable sobre los bienes a los que se refiere el numeral 1) del Artículo 3 de esta Ley.

Inventario

Para el registro e inventario de los bienes culturales, el Decreto 220-97 estipula en su Capítulo IV, Artículo 5, que “el Instituto Hondureño de Antropología e Historia elaborará y mantendrá al día un inventario nacional de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural y tendrá la obligación de resguardarlos....”.

En el Artículo 13 dice que el “Patrimonio Cultural deberá estar debidamente registrado en el Instituto Hondureño de Antropología e Historia, caso contrario, se tendrá como posesión ilícita y deberá ser recuperado y administrado....”.

El Capítulo V se refiere a los particulares propietarios de bienes culturales en los siguientes términos: “Toda persona natural o jurídica que esté en posesión legítima de bienes nacionales culturales...se considera depositaria temporal y responsable de su conservación y custodia.... (Artículo 14).

Se menciona también que el Instituto Hondureño de Antropología e Historia en coordinación con el Instituto Geográfico Nacional emitirá las disposiciones para conservar el acervo toponímico, en las lenguas indígenas originales y rescatar aquellos nombres tradicionales indígenas y de origen colonial que hayan caído en desuso o hayan sido suplantados por intervención de cualquier dependencia del Estado o de particulares (Artículo 55).

Valorización del Patrimonio Cultural

Para la valorización del patrimonio cultural se toman en cuenta cuatro valores fundamentales: Comunidad, familia, país y mundo entero. A la suma de estos valores se le conoce como significado cultural. En la Ley de Patrimonio Cultural se expresan estos valores como valor antropológico y valor histórico. El valor antropológico se deriva de la información que todo tipo de cultura material e inmaterial (objeto, sitio o manifestación cultural) brinda a la arqueología o a la etnología. El valor histórico se desprende de la importancia que tiene un objeto, sitio o manifestación para dar información sobre el cambio de una sociedad a través del tiempo.

Clasificación de Sitios Arqueológicos

Willey fue el pionero en cuanto a la clasificación de sitios arqueológicos en Honduras (Willey y Leventhal 1979: 81-83). Para esa clasificación se tomó en cuenta solamente el tamaño de los montículos y la complejidad de los grupos de montículos. Pero ni él ni los siguientes investigadores han tomado en cuenta los lineamientos de valorización de la UNESCO ni de otros organismos, si es que aplican.

Por lo que se encuentra en la documentación revisada, hasta el momento, en ningún documento se define el **valor** de un bien cultural. Los arqueólogos han producido clasificaciones, pero basándose en lo que aflora en la superficie. Así, en el Proyecto La Entrada (Nakamura, Aoyama y Uratsuji 1991, Tomo I: 12-13), por

ejemplo, lo que toman en cuenta para la clasificación de los sitios arqueológicos son los siguientes criterios:

- Tamaño
- Ordenamiento Arquitectónico
- Complejidad
- Extensión
- Presunta Función

En base a esos criterios, las categorías de sitios arqueológicos que se definieron en La Entrada, son las siguientes (Nakamura, Aoyama y Uratsuji 1991, Tomo I: 13-14):

Categoría 1

Artefactos dispersos en la superficie, sin estructuras presentes.

Categoría 2

Una estructura aislada o agrupamientos de estructuras de menos de 2 mts. de altura. Algunos agrupamientos tienen patios, los que se supone son unidades habitacionales de campesinos.

Categoría 3

Se definen por las siguientes características:

- Estructura más alta mide aproximadamente de 2 a 3.5 mts. de alto.
- Casi todos tienen patios (o plazas).
- El tamaño de las estructuras aumenta, pero en comparación con las de Categoría 4, son bastante pequeñas.
- En algunos existe pisos de estuco, tiestos policromados y piedra tallada. El residente se supone haber sido alguien con cierto poder político local.

Categoría 4

Estos sitios tienen las características siguientes:

- La estructura más alta mide de 3.5 a 6 mts. de alto.
- Existe una plaza extensa delimitada por montículos pequeños a su alrededor.
- No tiene patrón de asentamiento tan complejo.
- En comparación con los de Categoría 3, las estructuras principales aumentan en tamaño notablemente.

Categoría 5

Son las unidades más grandes y se supone funcionaban como centros regionales. Sus características son:

- La estructura más alta alcanza de 5 a 12 mts. de alto.
- Varios grupos, de montículos, con su respectiva plaza de grandes dimensiones.
- Ocupa zona bastante extensa y tiene un patrón de asentamiento interno complejo.
- Aparecen elementos culturales mayas como estelas, jeroglíficos, construcción con bóveda, campo de pelota, etc.

Categoría Especial

Cementerios, estructuras sobre cerros, petroglifos, lugares de producción de cerámica y de lítica.

Conceptos Aplicados al Estudio Arqueológico Mediante nuevas Tecnologías de la Información Geográfica

Sensores/Métodos Pasivos

Instrumento que mide variaciones en la intensidad de radiación electromagnética producida por el Sol al interactuar con los objetos de la superficie terrestre.

Sensores / Métodos Activos

Instrumento que mide variaciones en la intensidad de radiación electromagnética que él mismo emite en determinadas longitudes de onda y que puede registrar como respuesta al interactuar con los objetos de la superficie terrestre.

GPR Ground Penetrating Radar.

El geo-radar o radar de subsuelo, internacionalmente GPR (Ground Penetrating Radar), técnica de teledetección cercana (rango corto) y prospección basada en la emisión de un pulso electromagnético de muy corta duración (1-20 ns) caracterizado por una frecuencia nominal que puede oscilar entre los 10 MHz y los 2,5 GHz, en función de la antena seleccionada. (Rejas, 2011).

Es una técnica no destructiva, no intrusiva, rápida y eficaz empleada en las investigaciones en profundidad de subsuelo, con buenos resultados para la detección de objetos enterrados. Prácticamente todo tipo de sepultura que cree un contraste de parámetros eléctricos es detectable con el GPR. Esto incluye parámetros de un cuerpo, parámetros de cualquier recinto de un cuerpo, y también el contraste en los parámetros del suelo creado por la excavación y relleno. Incluso una pequeña urna con las cenizas de la cremación crea un contraste detectable. GPR se ha demostrado satisfactoriamente para la localización de una gran variedad de lugares de enterramiento (Rejas, 2011).

Estudio de Sitios Arqueológicos de Interés en Honduras.

Se comenzó una investigación sistemática, en el Archivo Etnohistórico del IHAH, sobre los diferentes sitios arqueológicos de Honduras. Se inició con una lista de sitios arqueológicos de El Paraíso, Valle de Sula, Islas de la Bahía, cuya información contenía coordenadas, municipio, mapas, etc. Se logró también información arqueológica de la Biosfera del Río Plátano (Olancho y Gracias a Dios). A pesar de los problemas que surgieron, en cuanto al acceso a la información, se logró información considerable.

Otra forma de lograr información sobre sitios arqueológicos de Honduras fue siguiendo como guía el artículo de Véliz (1983). Allí se divide la actividad arqueológica del país en cinco períodos, comenzando con los informes más tempranos y avanzando hacia los más recientes. Para cubrir información hasta el 2008, se agregó un sexto período. Los nombres y fechas que cubren los períodos son los siguientes: 1. Curiosidad 1576-1880, 2. Contacto 1880-1910, 3. Intimidad 1910-1950, 4. Receso 1950-1965, 5. Renacimiento 1965-1980 y 6. Esplendor 1980-2008.

Selección de Áreas Prioritarias de Estudio en Honduras

En vista de la imposibilidad de poder cubrir todo el país desde el inicio, se decidió comenzar con ciertas zonas. No obstante, se hizo un esfuerzo inicial por recopilar la información sobre los sitios arqueológicos en el país; pero, debido a la poca información a nuestra disposición, fue poco lo que se logró para todo el país (Tabla 3).

El interés primordial era definir unas tres o cuatro zonas de interés para el IHAH y concentrar nuestros esfuerzos en esas zonas. Fue, en consulta con las autoridades del IHAH, cuando se logró definir tres zonas en el país. Además del interés del IHAH, para seleccionar estas zonas se tomó en cuenta el entorno natural, tratando de incluir zonas con entornos diferentes. El ensayo primordial en este proyecto es definir las características que en una imagen satelital representan un sitio arqueológico con estructuras visibles sobre la superficie terrestre. Ya que algunas zonas de estudio están bajo cultivo, se tendrá también la oportunidad de reconocer contrastes que aparezcan con respecto a diferencias de color del suelo. Las zonas seleccionadas fueron el Valle de Otoro, la Planicie Costera de Choluteca y una zona boscosa en Olancho, alrededor del Río Aner, afluente del Río Ahua Huas, el que finalmente desemboca en el Río Patuca (Figura 1).

- **Valle de Otoro**

Este valle está en el Departamento de Intibucá, Región Centro-Occidental del territorio hondureño, a pocos minutos hacia el oeste desde Siguatepeque, carretera a La Esperanza. Al Valle de Otoro lo baña y lo drena el Río del mismo nombre que, conocido como Río Puringla, nace en las Montañas de la Sierra, al sur, las que se extienden desde el Departamento de La Paz hacia el norte hasta el extremo sur del Departamento de Intibucá, donde está el valle. En Intibucá se le llama Río Grande o Río de Otoro y en el Departamento de Santa Bárbara se conoce como Río Jicatuyo, el que se convierte en el Río Ulúa, uno de los más importantes ríos de Honduras.

El Valle de Otoro tiene una extensión de 110 kms² y se aprovecha básicamente para la agricultura y la ganadería.

En este valle reina una vegetación de matorral, resultado de un bosque seco subtropical. El suelo del valle es arcillo-pedregoso y el tipo de plantas que alberga son resultado de una adaptación a la larga estación seca que reina en la

zona. En este ambiente, muchas veces las hojas se transforman en espinas y, durante el verano, las hojas se caen. Los árboles son bajos y de madera dura.

La fauna que prevalece en este valle incluye: armadillos, conejos, zorrillos, comadreja, lagartijas, garrobos, gatos de monte, ratones. Las aves que se encuentran en la zona son: pucuyo (pocuyo), alcaraván, tijul, paloma montera, chinchilote, lechuga de llano, codorniz (Pineda Portillo 1997: 170-171).

Arqueológicamente hablando, el valle es muy rico. De acuerdo con los estudios del IHAH (Cruz 2004), en 12 kms² se ha encontrado doce sitios arqueológicos, de los cuales diez son prehispánicos, uno es colonial y uno de petrograbados. De los prehispánicos, cinco son de Categoría 5, lo que quiere decir básicamente que tienen estructuras de 5 a 12 mts. de altura y dos son de Categoría 4, con montículos de 3.5 a 6 mts. de altura. El resto son de tamaños menores (Ver Tablas 1, 2 y 3).

Categorías	1	2	3	4	5	Otros
Características	-Sin estructuras (campamentos, talleres)	-Menos de 2 mts. -aislados	-2 a 3.5 mts -Pacios o plazas -Pisos de estuco -Tiestos policromos -Piedra tallada	-3.5 a 6 mts -Plaza externa -Patrón interno no complejo	-5 a 12 mts -Varias plazas -Zona amplia -Patrón interno complejo -Elementos culturales característicos (estelas, altares)	Abrigos, cuevas, petroglifos, colonial, estelas, campos de pelota, jeroglíficos
Sitios		-La Canoa -Guayamanel -Santa Cruz -Los Dos Brazos -Santiago -Guayamán	-Naranja -Suntul	-Quebrada Seca -Quila	-Sinsimbla -Agua Caliente -Agua Blanca -Mixcure -San Marcos	-Tatumbia -Pisila -Tenambia -Quelala

Tabla 1. Categorías arqueológicas de sitios en el Valle de Otoro. Según Vito, Veliz

Sitio	UTM	Ubicación desde Pueblo	Plazas	Montículos	Margen Río	Categoría	Conjuntos	Fechas	Altitud Máxima Montículo
Quila		SW	2	4+	Izquierda	4	2		
Tatumbla	N1801300 E389500	W	Templo (adobe y madera)		"	Colonial		Finales Siglo XVI	
Sinsimbla	N1802200 E391200	NW	1	9+	"	5	A los 4 p.c.	Clásico Tardío	15 mts.+
Naranjo	N1802800 E390750	NW	1	4	"	3			3 mts.
Agua Blanca		NW	1	11	"	5			11.34
Mixcure	N390000 E1803300	NW		13	"	5	3		
Canoas	N1804600 E390650	NW		4	"	3			
Agua Caliente	N388980 E1806650	NNW			"				14 mts.
Quebrada Seca	N388150 E1806950	NNW		5+	"	4	3		
San Marcos	N392050 E1806w550			7	Derecha	5			16 mts.
Suntul	N1805800 E391400			4	"				
Pisilla		E			"				
Los Dos Brazos									
Santiago									
Guayamán Santa Cruz									
Quelala	Ningún Registro								

Tabla 2. Los Sitios Arqueológicos Registrados en el Valle de Otoro. Fuente IHAH

Tabla 3. Resumen de algunos de los sitios arqueológicos identificados para el estudio.

Fuente CTIG-DAQAC

ID	SHAPE	NOMBRE	DEPTO	CON. MUNI	MUNICIPIO	COO. MUNI	PERIODO	LAT	LONG	UTM		CLASIF. LP	C. ARG.	FUENTE	AUTOR	OBSERVACION
										ESTE	NORTE					
1	Punto	Robel Peters	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°17'41"	86°34'26"	545500	180160	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
2	Punto	Officuly Hill	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°16'33"	86°35'17"	544500	180150	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
3	Punto	Charley Brow	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°16'49"	86°35'28"	543700	180000	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
4	Punto	Antiquail	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°27'35"	86°24'35"	563000	181090	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
5	Punto	Duarte Hill	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°20'52"	86°29'53"	553600	180750	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
6	Punto	Buena Vista Hill	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'32"	86°21'13"	569000	181430	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
7	Punto	Brazil on the Ocean Hill	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°20'01"	86°31'21"	551000	180590	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
8	Punto	Puget Hill Site	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°25'27"	86°16'20"	577700	181600	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
9	Punto	Cemetery	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°18'53"	86°33'46"	546700	180380	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
10	Punto	R-2	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°16'33"	86°35'17"	544000	179950	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
11	Punto	R-7	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°27'27"	86°24'22"	563400	181150	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
12	Punto	R-6	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°16'49"	86°35'27"	543700	180000	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
13	Punto	R-9	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'07"	86°22'47"	567500	181330	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
14	Punto	R-13	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°21'54"	86°27'21"	558100	180940	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
15	Punto	R-14	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°21'51"	86°27'18"	558200	180930	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
16	Punto	R-12	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°23'52"	86°22'27"	566800	181305	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
17	Punto	R-14	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°21'51"	86°27'18"	558200	180930	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
18	Punto	R-15	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°21'47"	86°26'37"	559400	180970	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
19	Punto	R-16	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°22'39"	86°25'37"	562200	181080	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
20	Punto	R-17	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°23'21"	86°24'27"	564000	181210	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
21	Punto	R-18	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°20'11"	86°31'21"	551000	180590	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
22	Punto	R-19	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°21'35"	86°28'22"	556300	180800	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
23	Punto	R-20	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'29"	86°22'21"	566700	181390	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
24	Punto	R-21	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°23'37"	86°21'23"	568700	181260	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
25	Punto	R-22	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°26'46"	86°17'37"	576400	181560	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
26	Punto	R-24	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°27'18"	86°25'16"	561800	181200	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
27	Punto	R-25	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°25'20"	86°17'20"	575300	181580	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
28	Punto	R-26	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'48"	86°17'07"	576500	181480	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
29	Punto	R-27	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'48"	86°17'10"	576200	181480	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
30	Punto	R-28	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'48"	86°16'50"	576800	181480	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
31	Punto	R-29	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'41"	86°16'43"	577000	181460	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
32	Punto	R-30	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°24'48"	86°17'47"	575100	181480	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
33	Punto	R-31	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°19'22"	86°33'25"	547300	180470	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
34	Punto	R-33	Islas de la Bahía	11	Roatán	1101	Periodo VI	16°18'53"	86°33'56"	546400	180380	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Jeremiah F. Epstein	Lic. Arnulfo Ramírez
35	Punto	Puerto Escondido	Cortés	05	San Pedro Sula	0501	Periodo VI			994085	181390	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Juan A. Durón y Anthony Wonderley	Lic. Arnulfo Ramírez
36	Punto	Playa de los Muertos	Cortés	05	Pimienta	0504	Periodo VI					Sitio		Revista YAGN Volumen V, N°1 Junio 1982 Pg. 110	Nedena C. Kennedy	Lic. Arnulfo Ramírez
37	Punto	Calabazas	Cortés	05	Villanueva	0511	Periodo VI					Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Juan A. Durón	Lic. Arnulfo Ramírez
38	Punto	Los Naranjos	Cortés	05	Santa Cruz de Yojoa	0510	Periodo VI			389295	16522100	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Osvaldo Cruz y Erik Walter F.	Lic. Arnulfo Ramírez
39	Punto	Travesía	Cortés	05	San Manuel	0509	Periodo VI			2662 III	59981	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	James J. Steady y Vito Vais	Lic. Arnulfo Ramírez
40	Punto	Naco	Cortés	05	San Pedro Sula	0501	Periodo VI				215916025	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Anthony Wonderley	Lic. Arnulfo Ramírez
41	Punto	CR211	Cortés	05	Villanueva	0511	Periodo VI			15°19' 00"	88°00' 00"	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Juan A. Durón	Lic. Arnulfo Ramírez
42	Punto	Las Peñas	Cortés	05	Cortés	0505	Periodo VI			2663 III	996468	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	John Henderson	Lic. Arnulfo Ramírez
43	Punto	La Mora	Cortés	05	San Manuel	0509	Periodo VI			2662 III	55504	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	John Henderson	Lic. Arnulfo Ramírez
44	Punto	Pulhapanzak	Cortés	05	Santa Cruz de Yojoa	0510	Periodo VI			2661 III	2921610	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Juan A. Durón	Lic. Arnulfo Ramírez
45	Punto	Yanmela	La Paz	12	La Paz	1201	Periodo VI				87°39'00"	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH		Lic. Arnulfo Ramírez
46	Punto	Cueva del Gigante	La Paz	12	Marcala	1208	Periodo VI					Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH	Timothy E. Scheffer	Lic. Arnulfo Ramírez
47	Punto	Talgua	Olancho	15	Catacamas	1503	Periodo VI			14°53' 58"	85°51' 58"	Sitio		Archivo Etnohistórico del IIAH		Lic. Arnulfo Ramírez

- **Planicie Costera de Choluteca**

Esta zona está en la Región Sur de Honduras y la planicie costera del litoral Pacífico abarca un total del 2% del territorio nacional. Tiene una longitud de 133 kms. y la cruzan cuatro ríos, siendo estos, de oeste a este: Goascorán, Nacaome, Choluteca y Negro. El de mayor interés para nosotros en este momento y el de mayor caudal es el Río Choluteca. Formado por cuatro afluentes y dividiendo las ciudades gemelas de Tegucigalpa y Comayagüela, desde aquí se le conoce como Río Choluteca. Sigue rumbo norte, luego se dirige al este y por fin hacia el sur, teniendo una longitud de 250 kms (Pineda Portillo 1997: 91).

Esta planicie costera goza de un clima de sabana, tropical lluvioso y seco, con altas temperaturas todo el año. De seis meses cada una, prevalecen dos estaciones bien marcadas: una de sequía (verano) de noviembre a abril y otra de lluvias (invierno) de mayo a octubre.

A partir del litoral y hasta los 600 msnm. Hacia el norte, la planicie goza de una vegetación de bosque seco tropical. El litoral es una unidad fisiográfica de limos y arcilla aluviales. La planicie está en la cadena de volcanes del Cuaternario, que viene desde Guatemala y se extiende hasta Panamá, pasando por el Golfo de Fonseca. Las islas (conos) de este golfo son testigo de esa actividad volcánica antigua.

En este litoral abundan los manglares, plantas que crecen a orillas del mar, en los estuarios formados por los ríos y las olas del mar. El mangle crece en suelo lodoso, proyectando una espesura de raíces aéreas. Al bajar las mareas, mucha vida acuática queda atrapada en esas raíces, aprovechándola otros animales terrestres y el humano aprovechando ambas, vida acuática y terrestre. Con sus raíces y los sedimentos atrapados, los manglares le van ganando terreno al mar y estos manglares son también una muy buena fuente de carbón vegetal.

Desde el punto de vista arqueológico, se tiene información general sobre salineras (Baudex s.f.) e información concreta de la existencia de dos sitios arqueológicos (Stone 1957: 97-98). Uno conocido como La Ola, un poco al noroeste de la Ciudad de Choluteca y se extiende a ambos lados del Río Choluteca; el otro sitio conocido como Colama, un poco al suroeste de la Ciudad de Choluteca. Ambos tienen montículos bajos de tierra y piedra. Se ha encontrado vasijas policromas.

El IHAH ha comenzado a utilizar en sus registros arqueológicos, los mismos números que para los Departamentos y los Municipios ha venido utilizando el Registro Nacional de las Personas (RNP). De modo que, para los sitios del Valle de Otoro, estaremos utilizando el número 10, que es el que le corresponde al Departamento de Intibucá, según el orden alfabético de los 18 departamentos del país. Seguirá en este sentido luego el número 7, el que alfabéticamente le corresponde al municipio de Jesús de Otoro. Por último se agregara el número asignado para cada objeto (Montículo, altar, cerámica, lítica y hueso) estudiado en el sitio arqueológico. Lo anterior lo podemos resumir en la siguiente descripción arqueológica según: (#departamento + #municipio + # de objeto encontrado). Por ejemplo (10 (Departamento de Intibucá)-7 (municipio de Jesús de Otoro) -120 (lítica)).

Otro ejemplo en Choluteca será primero el número 6, (según el orden alfabético de los 18 departamentos del país). Luego el número de municipio y al final el número asignado a cada objeto estudiado.

Vale la pena aclarar que, la numeración de los municipios de un departamento, comienza con aquel donde está la cabecera departamental y posteriormente se enumeran los municipios de cada Departamento en orden alfabético. Como otro ejemplo para la zona de estudio del Río Aner, se asignara el número 15, correspondiente al Departamento de Olancho, seguido por el número 5, representando al Municipio de Dulce Nombre de Culmí y, por último, el número de objeto en estudio. (15 (Departamento de Olancho) -5 (municipio de Dulce Nombre de Culmí) -1550 (Cerámica utilitaria)).

La realidad es que, en la actualidad, se dispone de información concreta solamente para la zona del Valle de Otoro. En este valle, el IHAH ha venido realizando varias temporadas de campo y uno de los resultados más importantes para nuestros objetivos es la ubicación de sitios arqueológicos y los mapas de la mayoría de ellos. De uno de estos sitios, San Marcos, se obtuvo muestras de suelo para aplicar un análisis, conocer la reflectividad de este material y poder así ir comparando ya con lo que aparece en las imágenes satelitales. Ver figura 2.

Según los mapas disponibles, se puede ver ya alineamientos con los puntos cardinales, pues prácticamente todos los sitios y sus estructuras están dispuestos norte-sur. Esto nos lleva a concluir que puede haber alineamientos con los astros, en sus viajes de este a oeste.

Con estudiantes de la Asignatura Optativa "Introducción a la Arqueoastronomía", ya se hizo una primera visita a Jesús de Otoro para tratar de encontrar

esas relaciones o alineamientos. Desafortunadamente, durante nuestra visita no fue posible corroborar nada, debido a la situación climática, pues tanto por la mañana como por la tarde no fue posible observar ni la salida ni la puesta del sol, astro con el cual deseamos iniciar nuestros estudios arqueoastronómicos.

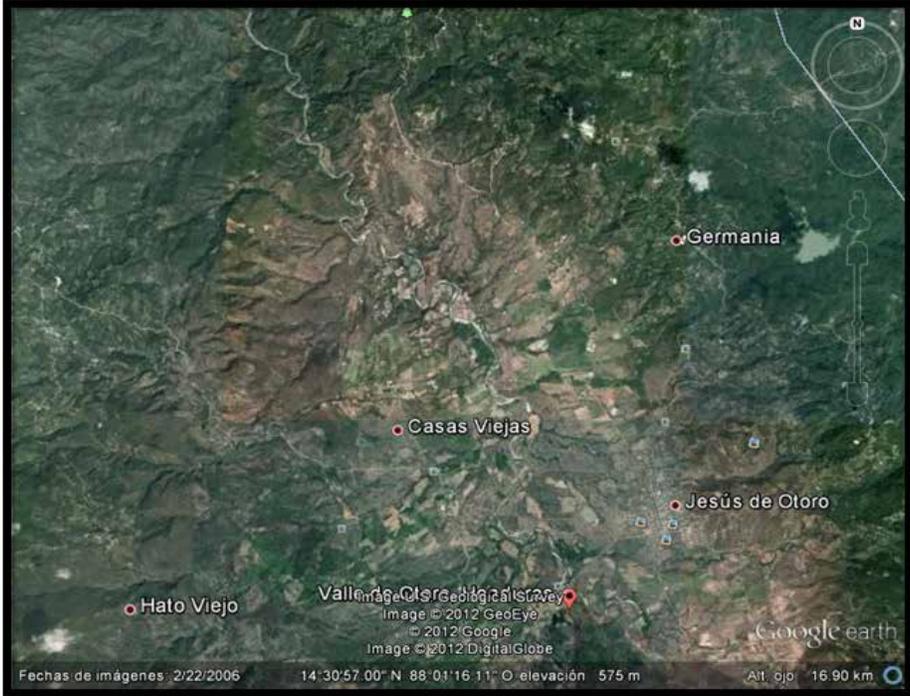


Figura 2. Muestra de imagen satelital de una de las zonas de estudio (Valle de Jesús de Otoro) obtenida de Google Earth para demostración.

Conclusiones:

Debido a la situación política en Honduras, el ritmo de este proyecto bajó. No obstante, tanto los investigadores españoles como los hondureños continuamos recopilando y organizando información. La búsqueda de información para la **Identificación y localización de restos o sitios arqueológicos** se intensificará y, en cuanto las condiciones climáticas y la disponibilidad de fondos lo permitan, estaremos saliendo al campo a recopilar la información pertinente sobre sitios arqueológicos visibles en la superficie y a tratar de reconocer esos sitios arqueológicos en las imágenes satelitales y a reconocer y a describir las características que esos sitios demuestran en las imágenes.

Este proyecto ha permitido identificar técnicas modernas que ayudan a reconocer más rápidamente esos restos culturales en la superficie de la tierra. La técnica general de que se dispone es la teledetección, la que utiliza Sistemas de Información Geográfica, siendo la fuente de información los datos registrados por Sistemas de Observación de la Tierra, para estudio y para mejorar la protección del patrimonio cultural y de los hábitats humanos de Honduras ante, riesgos y desastres naturales y humanos.

Se realizó un **Registro digital de los sitios arqueológicos**. Pero además de ese registro, se espera estudiar el entorno para encontrar aquellas amenazas sobre los restos culturales. Esas amenazas pueden ser naturales (fuegos, inundaciones, huracanes) y/o antrópicas (proyectos de viviendas, agricultura, industria). Al identificar esos riesgos, se propondrá mecanismos de concientización y alternativas de uso de la tierra.

Se sabe que nuestros antepasados lograron mucho conocimiento astronómico y que mucho de ese conocimiento lo aplicaron en la distribución y orientación de monumentos dentro de los sitios arqueológicos y también entre sitios arqueológicos. La ubicación exacta de estos restos culturales en las imágenes satelitales servirá para encontrar esas relaciones en y entre sitios y la relación de monumentos y sitios arqueológicos con los astros.

Bibliografía

- Baudez, Claude F. s.f. Les Camps de Saliniers de la Cote Meridionale du Honduras: Donnees Archeologiques et Documents Historiques. En **L'Homme, Hier et Aujourd'hui: Recueil d'Études en Hommage a Andre Leroi-Gourhan**, (sin recopilador), pp. 507--519. Editions Cujas.
- Cruz, Oscar Neill. 2004. Patrón de Asentamiento Prehispánico en el Valle de Jesús de Otoro. *VIII Seminario de Antropología Hondureña*. Tegucigalpa.
- Estado de Honduras. 1997 *Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación* (Decreto Legislativo 220-97). Instituto Hondureño de Antropología e Historia.
- Nakamura, Seiichi, Kazuo Aoyama y Eiji Uratsuji, Editores. 1991 *Proyecto Arqueológico La Entrada, Primera Fase: Investigaciones Arqueológicas en la Región de La Entrada*. Tomo I. Servicio de Voluntarios Japoneses para la Cooperación con el Extranjero e Instituto Hondureño de Antropología e Historia. Sociedad Nacional Papelera, San Pedro Sula.

- Pineda Portillo, Noé. 1997 *Geografía de Honduras*. Tercera Edición. Editorial Guaymurás, Tegucigalpa.
- Rejas, Juan Gregorio. 2011. Plataformas y Sensores en Prospección del Terreno. Tecnología GPR en excavación y recuperación de Restos Óseos. II Seminario Internacional de Antropología Forense, FOROST. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM. México D.F., 28 de marzo de 2011. Consulta en: http://forost.org/seminar/Segundo_seminario/rejas_forost_2011.pdf
- Stone, Doris. 1957 The archaeology of central and southern Honduras. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*. Vol 49, No. 3. Cambridge, Massachusetts.
- Véliz, Vito. 1983 Síntesis histórica de la arqueología en Honduras. *Yaxkin*, Vol. VI, Nos. 1 y 2: 1-8. Órgano de Divulgación del Instituto Hondureño de Arqueología e Historia, Tegucigalpa.
- Véliz, Vito, Rafael Corrales y Yeny Castellanos. 2009 Proyecto teledetección: Informe de Avance.
- UNESCO s.f. Documento de la convención sobre la protección del *patrimonio mundial, cultural y natural*.
- Willey, Gordon Randolph y Richard M. Leventhal. 1979 A preliminary report on prehistoric Maya settlements in the Copan Valley. *En Maya Archaeology and Ethnology*. Editores Norman Hammond y Gordon R. Willey, pp. 75-102. University of Texas Press, Austin.

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Operación de radiotelescopios remotos desde el Departamento de Astronomía y Astrofísica de la Facultad de Ciencias Espaciales de la UNAH

Yvelice Castillo

Resumen

El motivo principal para operar radiotelescopios remotos desde el Departamento de Astronomía y Astrofísica (DAAF) de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES) es lograr que los estudiantes de este departamento desarrollen competencias en preparación, captura, manejo, tratamiento y análisis de datos astronómicos, en cualquier época del año, superando así la dificultad de los cielos nublados durante la mayor parte del año en Tegucigalpa. La frecuencia de la señal recibida por los telescopios en esta ocasión fue de 1420 MHz.

Palabras clave: radiotelescopio, antena, receptor, frecuencia.

Yvelice Castillo, Departamento de Astronomía y Astrofísica de la Facultad de Ciencias Espaciales de la UNAH.

Introducción

Los radiotelescopios (en adelante, RT) son instrumentos que recogen y analizan las ondas de radio que emiten los objetos espaciales. La *antena* del RT se encarga de recoger las ondas de radio que generan los átomos y las moléculas del espacio, y el *receptor* de hacerlas descifrables, de modo que la señal interceptada se reproduzca más convenientemente, en forma numérica o gráfica. Esta información es luego procesada por medio de computadoras. El radio-astrónomo interpreta la información recibida.

La antena recibe energía en frecuencia de radio celeste, transformándola en una pequeña corriente eléctrica, la cual se puede medir después de muchos procesos. Las antenas más grandes pueden enfocar mejor la energía de una región pequeña en el cielo. La región del cielo en la cual la antena es más sensible se conoce como patrón de haz de la antena. El tamaño de la antena debe aumentar en la medida que queramos obtener una resolución similar a la de un telescopio óptico.

Los estudiantes de la Maestría Académica Regional Centroamericana en Astronomía y Astrofísica operaron desde Tegucigalpa dos radiotelescopios remotos del Observatorio Espacial Onsala, de la Universidad de Tecnología Chalmers, en Suecia. Esto se logró ingresando remotamente a los servidores de los telescopios SALSA-2 y SALSA-3 (*Such a Lovely Small Antenna*), del Observatorio Espacial Onsala, Göteborg, Suecia, con el apoyo de la señora Cathy Horellou, a cargo del proyecto. Empleamos el programa *qradio* y el programa con entorno gráfico *KStars* para maniobrar los telescopios.

Los RT SALSA son antenas parabólicas de televisión modificadas, con un diámetro de 2.3 m. Esto proporciona una resolución angular de alrededor de 7° . El receptor tiene un ancho de banda de 2.4 MHz. El receptor de los telescopios SALSA permite detectar rápidamente la emisión de radio debida a la línea espectral del hidrógeno atómico a la longitud de onda de 21 centímetros (1420 Mega Hertz), obteniendo espectros de nubes de hidrógeno atómico de La Galaxia, con los que construimos una curva de rotación y un mapa de Nuestra Galaxia.

Procedimiento

En la experiencia con los telescopios *SALSA-Onsala* aprendimos a usar el programa *qradio*, para traducir la señal del receptor a un gráfico. El sistema operativo usado por la computadora de Onsala es Linux, con escritorio *KDE*. Los

programas que usan para controlar el radiotelescopio son *qradio* y *KStars*, los cuales permiten colocar la antena en la posición deseada. Se requerirá un transductor que nos permita operar el motor de seguimiento desde la computadora. Esta es una de las etapas más difíciles, pues para esto se requieren muchas pruebas de calibración del seguimiento.

Para el manejo remoto de los radiotelescopios *SALSA* se usa el programa *NoMachine*. Este puede ser usado con Windows, Linux, Mac o desde un navegador de Internet. Nos permite acceder y controlar remotamente una computadora. El usuario puede acceder desde cualquier parte del mundo, una vez que se le asigne un nombre de usuario y una contraseña, y operar la computadora que controla el radiotelescopio, viendo el escritorio de ésta en el escritorio del usuario. A continuación se muestra la secuencia de nuestra experiencia en la operación de los telescopios remotos *SALSA*:



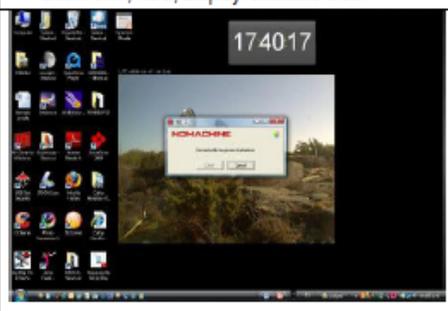
1. Primero se inicia el programa NoMachine, o NX.



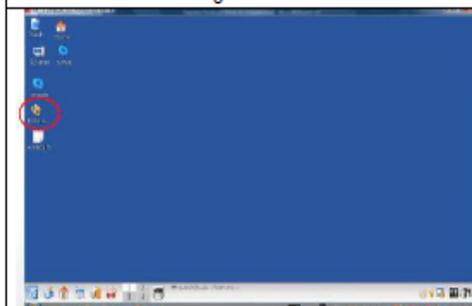
2. Se revisan los parámetros que se requieren para ingresar al servidor. Para el caso de los telescopios SALSA fue: Host: brage.oso.chalmers.se, Port: 22, Desk: Unix, KDE, Display: available área.



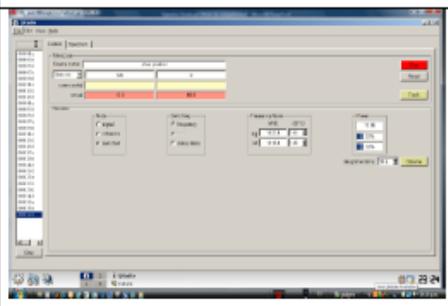
3. Se ingresa el nombre de usuario y la contraseña asignados



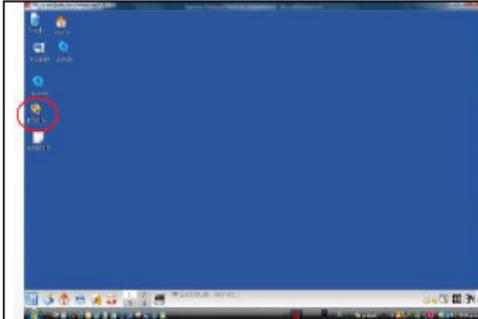
4. Conectándose al servidor...



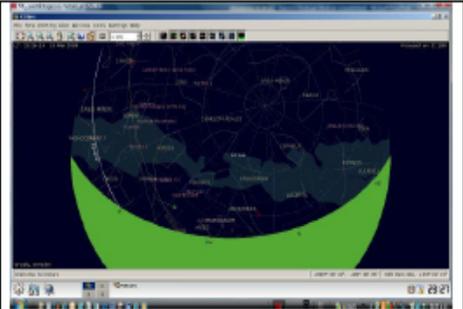
5. Conexión exitosa. Vemos el escritorio de la computadora que controla el radiotelescopio. Ahora abrimos el programa radio.



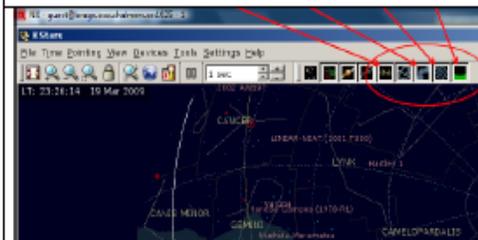
6. Ventana del Programa radio, mostrando la posición de parada de SALSA-3. Seleccionamos Mode "switched", Switching "frequency". Verificamos que los dos valores de "Power" sean de alrededor de 30%.



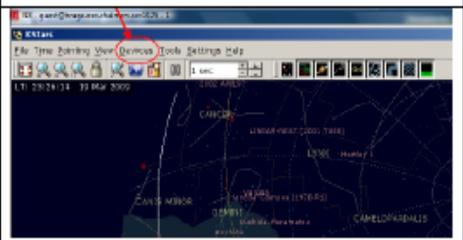
7. Abrimos el Programa KStars ...



8. Ventana del Programa KStars



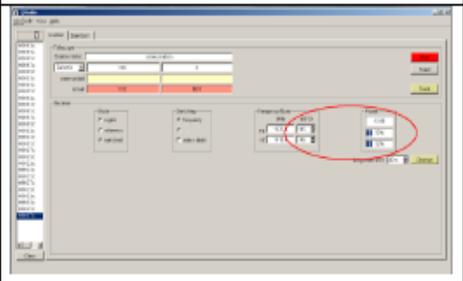
9. Activar las ventanas "Constellation names", "Milky Way", "Coordinate Grid" y "Ground"



10. Seleccionar Devices → Device Manager → Client. Se escogió "oso 2.3 m". Se hace clic en "Connect". El telescopio queda listo para ser operado mediante Kstars.



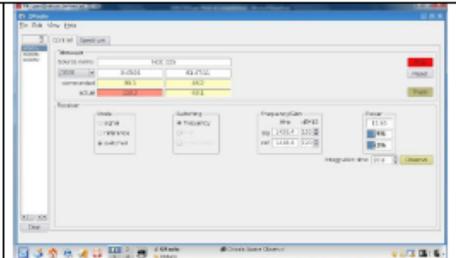
11. En la pestaña "Control", en la sección "Telescope", seleccionar "Galactic". Se recomienda iniciar con las coordenadas galácticas 120° de longitud y 0° de latitud (casillas izquierda y derecha respectivamente).



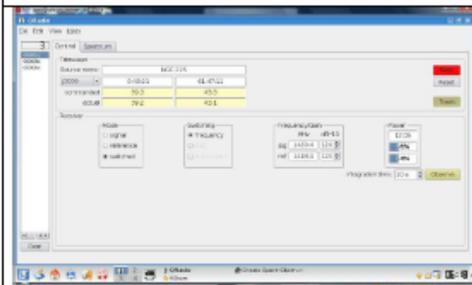
12. Verificar que los valores de "Power" sean de alrededor de 30%, moviendo las flechas en las casillas rotuladas dB*10.



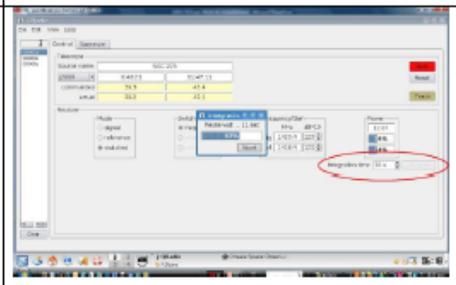
13. Presionar entonces el botón "Track" para iniciar el desplazamiento del telescopio. Las casillas "actual" aparecerán en rojo mientras el telescopio no haya alcanzado las coordenadas solicitadas.



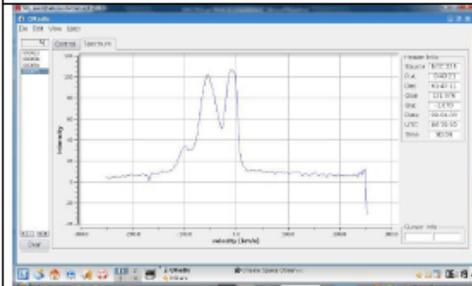
14. Ventana de gradío cuando el radiotelescopio está en movimiento (función "Track"): la casilla en rojo indica que el telescopio aún no ha alcanzado esta coordenada.



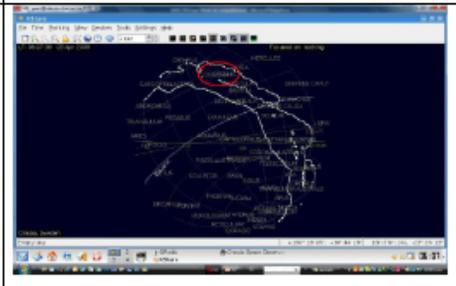
15. Ventana de gradío cuando el radiotelescopio ha llegado a la posición solicitada con "Track": tanto las casillas "commanded" como "actual" aparecen de color amarillo.



16. Seleccionar 30 segundos en "Integration time" y presionar el botón "Observe" para tomar el espectro.



17. Presionar la pestaña "Spectrum" para ver el espectro obtenido. Seleccionar el espectro que se quiere ver haciendo clic con el ratón en el número de espectro de la columna izquierda. Guardarlo en la computadora con el menú "File → Save".



18. Para mover el telescopio a otra posición, hacer clic en el mapa de KStars, con el botón izquierdo del ratón en el punto al que se desea que se dirija ahora el telescopio. Aparecerá el rótulo "OSO 2.3 m"



19. Imagen del radiotelescopio SALSA a las UTC 04:17:55 del 03-04-2009. Actualmente SALSA-2 y SALSA-3 se pueden ver en <http://brage.oso.chalmers.se/salsa/>

20. Primer espectro tomado con SALSA-2, el 3 de abril de 2009. Todos los espectros tienen el formato *.fits.

Posterior a la toma de espectros se trabajó con el programa SalsaJ, desarrollado por el Observatorio Onsala, para medir las velocidades cada línea espectral obtenida. El procedimiento fue el siguiente:

- Se abrió el archivo en formato *.fits de cada espectro en una ventana gráfica de *SalsaJ*;
- en la columna A de una hoja de cálculo (Excell u Open Office), se anotó la longitud galáctica correspondiente al archivo abierto;
- se midió la velocidad central de cada línea espectral, representada en el eje x del espectro, con ayuda de una gaussiana ajustada a cada espectro, generada por *SalsaJ*;
- en la columna B de la hoja de cálculo se anotó la velocidad de la línea espectral correspondiente a la longitud galáctica del espectro.

Elaboración de una curva de rotación de la Galaxia

Se construyó una curva de rotación de la galaxia, que muestra la velocidad circular de las nubes de hidrógeno atómico en función de su distancia al centro de La Galaxia, siguiendo las indicaciones del manual de Onsala.

<p>2</p>	<p>C es la ubicación del Centro de la Galaxia, S es la posición del Sol, M es la posición de la nube de gas que observamos. La línea verde SM es la línea visual. La flecha sobre el arco indica la dirección de la rotación de La Galaxia. Las flechas sobre las curvas punteadas son la velocidad del Sol (V_0) y la velocidad de la nube de gas (V).</p> <p>Velocidad radial V_r es la diferencia entre la componente de la velocidad de la nube en la dirección de la línea visual, y la componente de la velocidad del Sol en esa misma dirección; es la velocidad que nosotros medimos desde nuestra posición.</p>
<p>3</p>	<p>Un espectro que contiene varias líneas espectrales resulta de la superposición de varias nubes de HI. El valor más alto de V_r medido en un espectro de este tipo, es la velocidad de una nube en el punto tangencial T.</p>
$R = V_{r,max} + V_0 * \text{sen}(l)$	<p>Para determinar las distancias del centro de la Galaxia a las nubes en los puntos tangenciales usamos esta fórmula, donde: V_0 es la velocidad del Sol (220 km/s), l es la longitud galáctica de la nube, en radianes $V_{r,max}$ es la velocidad radial de una nube de hidrógeno atómico en el punto T.</p>

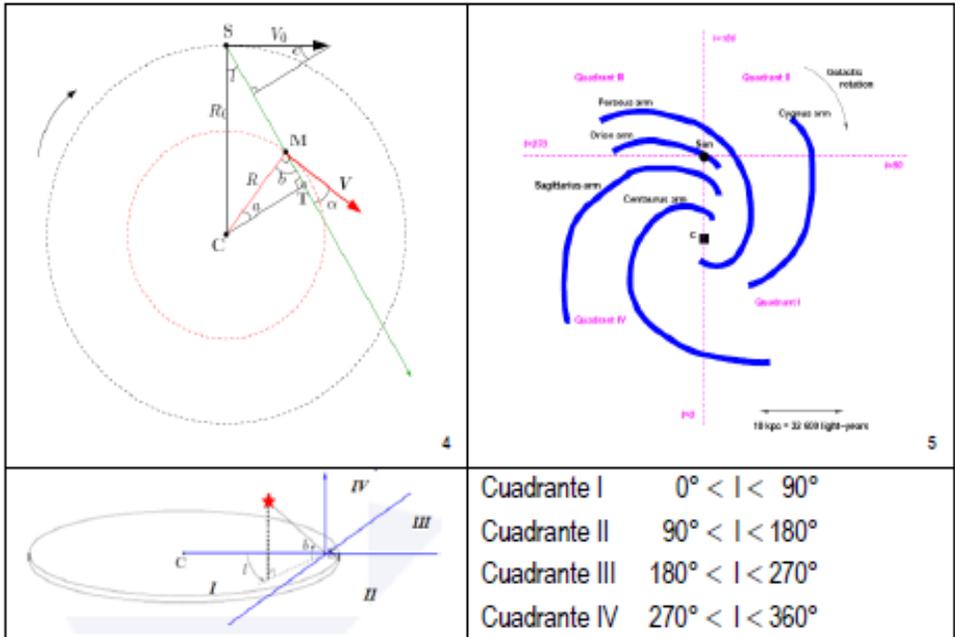
Construcción de un mapa de La Galaxia

Siguiendo las instrucciones del manual de Onsala, para construir un mapa de Nuestra Galaxia se usaron todas las componentes de velocidad que observamos en cada espectro.

Para longitudes en los cuadrantes I o IV se consideraron dos posibles ubicaciones: más cerca de nosotros que el punto tangencial T (punto M en la figura), o más lejos de él, en la intersección de la línea ST y el círculo interior:

Para longitudes en los cuadrantes II o III, la posición de la nube de gas es única.

^{2,3} Imagen tomada del Manual de Onsala para uso de los telescopios SALSA-2 y SALSA-3. Horellou C., Johansson D., "Hands-on radio astronomy. Mapping the Milky Way", <http://brage.oso.chalmers.se/salsa>



Resultados

- Los estudiantes de la Maestría Académica Regional Centroamericana en Astronomía y Astrofísica (MARCAA) de la FACES desarrollaron por primera vez un proceso de observación con radiotelescopios remotos, en todas sus etapas: preparación, desarrollo de la observación, captura, análisis e interpretación de datos.
- Especialistas del CRyA, LLAMA, ALMA y CONATEL nos recomendaron que antes de construir un radiotelescopio se debe hacer primero un estudio de piso de ruido y de interferencias en la zona.
- Un estudiante de la MARCAA, con experiencia en equipos de radiocomunicaciones, decidió hacer el estudio de piso de ruido y de interferencias en los predios del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, como su proyecto de tesis de maestría.

^{4.5} Imagen tomada del Manual de Onsala para uso de los telescopios SALSA-2 y SALSA-3. Horellou C., Johansson D., "Hands-on radio astronomy. Mapping the Milky Way", <http://brage.oso.chalmers.se/salsa>

Conclusiones

- La operación de radiotelescopios remotos es una experiencia sumamente valiosa para el desarrollo de competencias de astronomía observacional y de instrumentación astronómica de estudiantes de Astronomía y Astrofísica.
- Operación de radiotelescopios remotos desde el Departamento de Astronomía y Astrofísica de...
- Este tipo de experiencia Hands-on es también un excelente recurso didáctico y motivacional para dar los primeros pasos en estudios de radioastronomía.
- El escritorio virtual puede ser una poderosa herramienta para operar varios tipos de equipos a distancia, desde cualquier parte del mundo.
- La conexión a Internet puede ser un limitante si no se cuenta con una banda de transmisión de datos lo suficientemente ancha.

Agradecimientos

Agradecemos a los pares revisores internacionales que gentilmente aportaron sus comentarios y correcciones al presente artículo, a los profesores del Departamento de Astronomía y Astrofísica de la Facultad de Ciencias Espaciales, a la señora decana de esta Facultad, por haber realizado las gestiones nacionales e internacionales para que se realizara esta experiencia, y a la Dirección de Investigación Científica de la UNAH, por su apoyo en la autorización de este trabajo como parte de mi carga académica.

Bibliografía

- Horellou, C. & Johansson, D. *Hands-on radio astronomy. Mapping the Milky Way*, <http://brage.oso.chalmers.se/salsa>.
- *Introducción a la Radioastronomía*. NRAO. <http://www.cv.nrao.edu/course/astr534/Introradastro.html>.
- Kraus, John D. *Radio Astronomy*. Segunda edición. Powell, Ohio. Cygnus-Quasar Books. 1986.
- Portal de Internet del Observatorio Espacial Onsala, de la Universidad de Chalmers, Suecia. http://www.euhou.net/index.php?option=com_content&task=view&id=122&Itemid=156.

- Portal de Internet del radiotelescopio de la Universidad Complutense de Madrid. <http://www.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/RADIO/index.html>.
- Portal de Internet del radiotelescopio Itty Bitty. <http://www.setileague.org/articles/lbt.pdf>.
- *Resources for Amateur Radio Astronomers, Teachers, and Students*. Radio-Sky Publishing. <http://www.radiosky.com/>.

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El Concepto de Ladera Urbana

Elsa Lily Caballero Zeitún

Resumen

Cerrando la década de los noventa Centroamericana fue afectada drásticamente por el fenómeno hidrometeorológico Mitch, el desastre puso de manifiesto las debilidades estructurales con las que se construyeron por varias décadas los asentamientos humanos especialmente la tremenda vulnerabilidad de la población. Diferentes organismos internacionales y gobiernos nacionales han apoyado acciones para disminuir la vulnerabilidad y se ha generado un mayor conocimiento sobre amenazas y riesgos de desastre (OEA, CEPREDENAC, CEPAL, Banco Mundial, BID, PNUD, LA RED) entre los de mayor presencia en la región.

Los avances en la temática han aclarado conceptos, generado instrumentos para la gestión y prevención del riesgo de desastre; desde el punto de vista de que los desastres no son naturales, la intervención humana es definitiva en la profundización de los efectos de las amenazas.

Esta reflexión avanza sobre la necesidad de que se incluya la gestión del riesgo como parte de la matriz de planificación urbana, y no algo externo, interesa especialmente la relación entre el emplazamiento físico y las formas de ocupación del suelo por los asentamientos humanos. Con el Concepto de Ladera Urbana, ahondamos en la especificidad de este tipo particular de asentamientos humanos, común a muchas ciudades del planeta.

Palabras Clave: laderas urbanas, planificación urbana, construcción social del hábitat gestión del riesgo.

Abstract

Closing the ninety-nineties Central America was drastically affected by the hydro-meteorological phenomenon "Mitch", the disaster exposed the structural weaknesses with which the human settlements were built for decades and especially the

extreme vulnerability of the exposed population. Different international institutions and the national government have supported actions to reduce vulnerability and generated more knowledge and awareness about disaster risks and hazards; The OAS, CEPREDENAC, CEPAL, World Bank, IDB, UNDP, LA RED are among the ones with the largest presence in the region.

The advances in the subject have clarified concepts, generated instruments for risk management and disaster prevention; this from the point of view that disasters are not natural, human intervention plays a fundamental role in deepening the effects of the hazards.

This discussion is carried upon the need to include risk management as part of the urban planning matrix, and not as something external, is of particular interest the relationship between the geophysical landscape and the layout and land use of the human settlements. With the Concept of Urban Slopes, we delve into the specificity of this particular type of city that is common to many cities on the planet.

Keywords: urban slopes, urban planning, social construction of habitat, risk management

Elsa Lily Caballero Zeitún, Doctora en Ciencias Sociales, Maestría en Gestión Social Urbana. Facultad de Ciencias Sociales UNAH

Introducción

En la problemática urbana, la ocupación de las laderas para usos urbanos es un fenómeno fáctico, cuyo análisis generalmente se realiza después del suceso de catástrofes, grandes o pequeñas, producto de fenómenos socio-naturales o estrictamente antrópicos. Sin embargo, la literatura científica sobre la ocupación de laderas urbana es muy escasa.

Abordar conceptualmente la ladera urbana, es una necesidad que va más allá de los riesgos que enfrentan las comunidades emplazadas en este tipo de accidentes geográficos, ello no implica desconocer la problemática de los riesgos, al contrario, es un intento por comprender mejor la dinámica que se establece entre un fenómeno físico, como lo es la ladera y un fenómeno social, como lo es el proceso de ocupación del suelo.

En la teoría de la gestión del riesgo, la premisa es que, son los procesos humanos los que generan mayor o menor gravedad de los daños, las amenazas, principalmente de origen natural, interactúan en un ambiente que ha sido intervenido y construido socialmente. La calidad de las intervenciones y sobre todo si se tiene conciencia y criterios de intervención que contribuyan a minimizar las consecuencias de los fenómenos que potencialmente pueden causar daños a las personas y sus bienes de vida, serán determinantes como medidas preventivas frente a los riesgos.

El Concepto de Laderas Urbanas, apunta en esta dirección, iniciar una discusión teórica que ayude a comprender el fenómeno como tal, independientemente de los riesgos a que se esté expuesto, para lograr y mejorar criterios de planificación e intervención física urbana que consideren la especificidad de los asentamientos humanos emplazados en laderas, situación que comparten muchas ciudades del planeta.

- **El Concepto de Ladera**

La ladera es el declive de un monte, montaña o altura, cuya pendiente es el ángulo que forma con la horizontal. (Diccionario de la lengua española 2005), existen varios términos asociados al vocablo ladera: cuesta, pendiente, desnivel, declive, escarpe, vertiente, ribazo, inclinación, talud, rampa, bajada, falda.

La ladera, se define en la geografía como una de las características de la morfología de la superficie terrestre o formas del relieve y es producto de los fenómenos del ciclo geográfico. La morfo genética se da por los procesos de erosión,

transporte y sedimentación de materiales, dándole forma a la superficie de la tierra, la que evoluciona por procesos constructivos y destructivos permanentemente afectados por la fuerza de la gravedad y los procesos geomorfológicos que modelan constantemente la superficie de la tierra y que están determinados por factores geográficos, bióticos, geológicos y los antrópicos.

Una de las ramas de la geomorfología es la de laderas, existen también la climática, fluvial, eólica, glacial y la estructural. La ladera es parte de lo que en geología se denomina accidentes geográficos¹, que consisten en unidades de relieve con propiedades morfométricas relativamente homogéneas, relativamente pequeñas de la superficie terrestre y limitadas por líneas de discontinuidad. Los tipos de accidentes identificados se han clasificado por criterios de: inclinación; fluviales; montañosos y glaciares; volcánicos y erosivos.

Entre los elementos importantes a considerar de las laderas es el tipo de materiales que la constituyen, los expertos distinguen entre substrato rocoso o roca (bedrock), derrubios (debris) y tierra (earth). Los derrubios consisten en un suelo de composición granulométrica gruesa, es decir, formado mayoritariamente por gravas y bloques y los de tierra tienen un contenido importante de finos, es decir, arenas, limos y arcillas. Se trata de la distinción entre materiales cohesivos como la tierra y no cohesivos como los derrubios, (Corominas, J. 1989. pág. 4), más el material orgánico que siempre está presentes en el suelo. Estas distinciones son importantes al momento de evaluar uno de los factores de riesgo más importantes de las laderas como lo es el movimiento de las mismas.

Movimiento de Laderas

Por su morfología más los factores climáticos, bióticos, geológicos y antrópicos, las laderas están sometidas a movimientos de diferentes magnitudes que pueden darse como subsidencias (deslizamientos o hundimientos progresivos) y colapsos (desplomes) de laderas, que pueden ser desde lentos, rápidos a extremadamente rápidos.

“Se distinguen dos fases principales en los movimientos de ladera: (a) la fase previa a la rotura, que puede ser de larga duración. En ella se producen pe-

¹ Un accidente geográfico es una unidad geomorfológica, se clasifican por características tales como elevación, pendiente, orientación, estratificación, exposición de roca y tipo de suelo. Ejemplos de accidentes geográficos son los montes, acantilados, valles, etcétera. Los océanosycontinentes son los accidentes de orden máximo. Los elementos genéricos de los accidentes geográficos son los fosos, picos, canales, crestas, pasos, estanques, llanos, etcétera. (Larousse Editorial, S.L. 2007).

queñas deformaciones, a menudo imperceptibles pero que pueden ser de orden métrico en los grandes deslizamientos. La superficie de separación entre la masa en movimiento y el terreno no ha llegado a desarrollarse por completo (b) la fase de rotura, por lo general caracterizada por la formación de una superficie o zona de cizalla continua en el terreno con movimientos desde muy lentos a extremadamente rápidos, hasta que se produce el reajuste de la masa deslizada y el movimiento se para. En algunas ocasiones se dan fases de reactivación, que pueden ser episódicas o continuas con variaciones estacionales de la velocidad de deformación” (Corominas, J. 1989. Pág. 6).

Los movimientos de laderas son estimulados por la acción de la gravedad al romperse el equilibrio de los materiales (rocas, derrubios, tierra) que se deslizan ladera abajo, asociados a fuerzas gravitacionales provocadas por factores internos como las propiedades del suelo, discontinuidades, inclinación y altura, y los factores externos, las lluvias intensas y prolongadas, los sismos, la actividad volcánica, la erosión y el hombre (Mendoza López, Manuel J. y Domínguez, Morales Leobardo, 2002).

Los movimientos de laderas son clasificados según sus mecanismos de movimiento, de acuerdo a la literatura consultada son cinco los mecanismos principales: caídas, vuelcos, deslizamientos, expansiones laterales y flujos. Según Jordi Corominas (1989), existen los llamados movimientos complejos y las deformaciones sin rotura manifiesta o previa a la rotura, con muchas variantes identificadas. En la inestabilidad influyen condicionantes de inclinación; tipo de materiales (substrato rocoso, materiales cohesivos y materiales no cohesivos); tensión y resistencia del material y la humedad o contenido de agua que aumentan o disminuyen el volumen según el tipo de materiales, etc., y que condicionan el tipo e intensidad del movimiento (Corominas, J. 1989).

“Los parámetros que influyen en la inestabilidad del suelo se relacionan con el agua, el material, la geometría del terreno, y las situaciones del ambiente (fuerzas, procesos, etc.). Los parámetros son: tipo de material: roca, capa alterada y cobertura; pendiente: gradiente, forma y longitud; condiciones hidrológicas: infiltración, permeabilidad, NAF, cantidad de agua; procesos morfológicos: erosión fluvial e hídrica, movimientos masales y parámetros externos: distribución de la pluviosidad, es decir, relación (intensidad/período), sismicidad, vulcanismo” (Duque Escobar, Gonzalo. 2000).

Los riesgos de subsidencias (deslizamientos o hundimientos progresivos) y colapsos o desplomes de laderas se incrementan en condiciones de pendientes

mayores al 15 o 20%; en las épocas de lluvia con el aumento de las escorrentías; el estancamiento de aguas (lluvias, servidas o cloacales); los cambios en el nivel freático; la alteración de estratos y materiales; presencia de zonas de cizalla, zonas de falla y fallas ² o fracturas y los planos de estratificación paralelos a la pendiente.

A la naturaleza intrínseca de las laderas que por sus componentes y características están sujetas a movimientos de diferentes intensidades, se le agregan los factores externos clasificados en dos grandes categorías y que pertenecen a la clasificación de factores de riesgo externo: los naturales (climáticos, sismos, erupciones volcánicas) y los antrópicos.

Entre los factores antrópicos desestabilizadores de laderas tenemos: las excavaciones, la construcción, los rellenos de hondonadas, las explosiones, el socavamiento de la base de la ladera, construcción o desestabilización de taludes, la desviación de cauces de cuerpos de agua en la base de la pendiente, la sobre explotación hídrica, extracción de material del lecho de ríos y quebradas y erosión por deforestación.

“Una de las clasificaciones más utilizadas para distinguir los movimientos de ladera es la Clasificación de Varnes, que distingue los siguientes tipos: derrumbes o caídas, basculamiento, arrastre, deslizamientos, y flujos o coladas. De estos los más comunes en Honduras son los derrumbes o caídas, los deslizamientos y los flujos o coladas” (COPECO/Cooperación Suiza en Centro América/ PNUD. SF).

Bajo estas consideraciones, podemos definir que una ladera es un accidente geográfico de declive, susceptible de presentar movimientos de subsidencia o colapso por la incidencia y combinación de factores internos y externos.

El Concepto de Ladera Urbana

La construcción del concepto de ladera urbana responde a una necesidad práctica en el propósito de coadyuvar en la búsqueda de alternativas a la forma de ocupación del suelo urbano y así minimizar los riesgos de pérdidas humanas y de

² Existen tres conceptos fundamentales relacionados entre sí: falla, zona de falla y zona de cizalla (e.g., McClay, 1987; Davis y Reynolds, 1996), utilizados a veces de manera indistinta y de manera incorrecta. Una falla es por definición una fractura frágil a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento visible, en general paralelo a la superficie de la misma. Por su parte una zona de falla se encuentra compuesta por innumerables superficies de falla frágiles, subparalelas e interconectadas, estrechamente espaciadas conteniendo zonas de brecha o faultgouge. La zona de cizalla corresponde a una ancha zona de deformación generada bajo condiciones dúctiles a dúctiles-frágiles”Oyarzun, Roberto y Doblas, Miguel (sf).

bienes de vida en los emplazamientos de asentamientos humanos sobre terrenos escarpados. Para nuestro propósito conceptualizamos la ladera urbana como:

Ladera Urbana, la forma de ocupación del suelo sobre un accidente geográfico o una cadena de accidentes geográficos con declives de alta o mediana pendiente (entre los 45° y 30°), con un uso intensivo en vivienda, equipamiento urbano e infraestructura económica y social, susceptible de presentar movimientos de subsidencia o colapso por la incidencia y combinación de factores internos y externos, que constituyen un riesgo de desastre para sus ocupantes y sus bienes de vida.

Bajo este concepto, la ladera urbana es el producto de las prácticas humanas en cuanto al uso y forma de ocupación de superficies terrestres inclinadas donde se emplazan los asentamientos humanos.

La literatura y la investigación especializada se ha concentrado preferentemente en el uso agrícola de las laderas, por lo generalizado de las prácticas ya sea de deterioro o de conservación, sin embargo, el uso urbano de las laderas también es generalizado, son muchas las ciudades o asentamientos humanos asentados en terrenos de topografía escarpada. El tema de las laderas urbanas no podemos analizarlo desde la práctica de conservación de suelos como lo sería el caso de las laderas de uso agrícola, las de uso urbano debemos analizarlas desde la noción de espacio socialmente construido.

Las ciudades no siempre se erigen sobre superficies planas, muchas han sido fundadas o se han expandido sobre superficies inclinadas, esta forma de ocupación de las laderas no ha sido objeto de una conceptualización que discuta sobre la dinámica que se establece entre la morfogenética y el uso urbano de las laderas, lo que se registra y analiza principalmente es la subsidencia o colapso para evaluar los daños.

En la imagen 1 se observa como una ciudad emplazada en un valle, al pasar por procesos de crecimiento urbano, progresivamente se pasa a ocupar las áreas inclinadas. La ciudad de San Pedro Sula, Honduras, ($15^\circ 30' 29.47''$ N $88^\circ 01' 32.16''$ O) está ubicada en la porción oeste del Valle de Sula. La topografía es plana con una altitud en el valle entre 40 a 100 msnm, con una ligera inclinación hacia el este, al oeste limita con la Montaña del Merendón, sobre la parte nor-oeste de la ciudad se ha dado la expansión urbana alcanzando cotas hasta los 350 msnm.



Fuente: Imagen Google Maps, 2010.

“En las ciudades, y sobre todo en las zonas de ladera, las condiciones geomorfológicas se caracterizan por ser un foco visual importante, debido a su forma particular urbana y su paisaje natural, pero, con un desarrollo en la urbanización que no ha hecho en gran parte un estudio físico del lugar y ha establecido una forma urbana no apta a las características físicas del lugar, en especial la topografía” López, John Jairo; López Carlos Andrés, 2004).

Las laderas urbanas son un fenómeno fáctico sobre el cual no hay un desarrollo teórico que explique la dinámica entre el atributo físico (ladera) y el proceso social (la ocupación), algunos de los criterios considerados son:

- En el momento de la ocupación, por lo general, el criterio principal es la optimización del suelo para la lotificación, ya sea esta formal o informal, procurando hacer el mejor uso del suelo para ubicar las edificaciones y en el caso de

urbanizaciones formales se incluye la mejor ubicación de redes de servicios. Las urbanizaciones informales solo se ocupan de la ubicación de las edificaciones para uso habitacional y algunas cuantas calles de acceso.

- En algunos casos, se considera el criterio paisajístico, con el cual se tiende a respetar la morfología del terreno.
- La ocupación urbana de áreas escarpadas se considera como un fenómeno a estudiar hasta el momento en que suceden desastres de origen antrópico o socio-natural o por la ubicación de familias y edificaciones en áreas catalogadas como zonas de riesgo.
- Otra forma de conceptualización (que no es exclusiva a las laderas) es el concepto de suelo bien ubicado y bien servido, que hace referencia a la localización del sitio en tanto espacio físico y equipamiento urbano.

En el caso que nos ocupa, la conceptualización de ladera urbana, son útiles los conceptos de zona de riesgo y suelo bien ubicado y bien servido, al referir a la calidad del suelo para uso humano (vivienda, centros de trabajo, vías de acceso, etc.). Con el de zonas de riesgo, se hace referencia al problema social de ubicación de una parte de la población urbana, principalmente pobre, que se ve obligada a ocupar zonas expuestas a factores de riesgo y el concepto de suelo bien servido y bien ubicado, se refiere a la ubicación de la población respecto de las fuentes de trabajo y equipamiento de la ciudad, lo que Martín Smolka (1981) define como ventajas locacionales de un terreno.

Para los pobres de la ciudad, generalmente localizados en zonas de riesgo, significa, la ocupación de suelos mal ubicados y mal servidos, que en efecto, constituyen uno de los problemas más agudos de la actualidad de las ciudades de los países de América Latina.

No obstante la importancia de estos dos conceptos, por separado no terminan de conceptualizar el problema, con el concepto de laderas urbanas se pretende relevar que: una buena parte de la población, si no toda, está asentada sobre un accidente geográfico o una cadena de accidentes geográficos con declives susceptibles de presentar movimientos de subsidencia o colapso por la incidencia y combinación de factores internos y externos, el fenómeno no sólo está determinado por la situación socioeconómica, igualmente lo está por la geomorfología de la superficie del territorio ocupado por los asentamientos humanos.

Son muchos los procesos que determinan la categoría espacio socialmente construido, sin embargo, para nuestro propósito consideramos que uno de los elementos más representativos y síntesis de la dinámica e interacción entre la acción humana y la morfología del territorio, es el trazo o trama urbana de la ladera. Sobre la traza se da la ubicación de las edificaciones y las adaptaciones tecnológicas de acuerdo a las condiciones del sitio de emplazamiento y la situación socioeconómica de los ocupantes.

Centrar el análisis en la traza o trama urbana, tiene sentido en tanto es la expresión física de una forma particular de ocupación del suelo, sintetiza la forma física con la forma de ocupación. Con la traza se identifica la morfología, el diseño, la disposición interna, la distribución de un espacio físico por medio de figuras geométricas regulares o irregulares que hacen referencia a elementos como calles, callejones, pasadizos, esquinas, redondeles, áreas construidas, no construidas, etc. (polígonos, líneas y puntos), pero también hace referencia a la huella o vestigio que deja la acción humana sobre el territorio. En ese sentido la traza urbana es uno de los elementos del espacio socialmente construido sobre la topografía escarpada del terreno y que conforma la estructura urbana.

Las formas tipológicas de la trama urbana son la ortogonal y la orgánica, la primera, conocida como trazado hipodámico o tablero de Pizarro, el diseño de las calles son rectilíneas cruzadas en ángulo recto, formando manzanas o cuadras rectangulares. La segunda, con la cual se identifica a las ciudades medioevales y musulmanas, sus formas son variadas (según la historia y sitio donde se emplaza la ciudad), el trazo orgánico puede ser planificado o no planificado y siempre guarda una relación con la forma del medio físico donde se emplaza la ciudad.

A partir de estos dos tipos se construyen derivaciones como la traza reticular una derivación de la ortogonal que en su forma se asemeja a una red y la irregular derivada de la orgánica (Imagen 2), que no tiene un patrón urbanístico definido y se adapta a la topografía del terreno. Esta tipología se puede observar en terrenos planos y escarpados ya que se corresponden a los patrones de ocupación del suelo.

Imagen 2: Tipología Trazos Urbanos de Ciudades en Planicie, el caso de la Ciudad de Comayagua, Honduras.

<p>Trazo Ortogonal Terreno plano ligeramente inclinado</p>	<p>Trazo Reticular Terreno plano ligeramente inclinado</p>
	
<p>Trazo Orgánico Terreno escarpado con pendientes entre 30° y 45°</p>	<p>Trazo Irregular Terreno con pendientes entre 20° y 35°</p>
	

Fuente: Imágenes Google Earth, 2005. Ciudad de Comayagua.

En las ciudades emplazadas en laderas se pueden observar los cuatro tipos de traza, pero el paisaje principal es de ladera y no de planicie. Donde la topografía lo permite se observa la traza ortogonal generalmente sobre pequeñas mesetas, sin embargo, por lo escarpado del terreno las más comunes son la traza irregular, la reticular y la orgánica, planificadas y no planificadas.

La Traza Irregular en Laderas

El criterio urbanístico es el personal. Las edificaciones se construyen según criterios personales de los ocupantes del suelo, en algunos casos por relaciones familiares, étnicas o por afinidad de origen y en otras, por simple agregación al momento de la ocupación, donde no necesariamente se considera la topografía, vialidad y disposición de servicios urbanos, la accesibilidad no es proyectada en relación a la disposición de las edificaciones, generalmente son las edificaciones las que le dan forma a los accesos. La experiencia de los asentamientos irregulares de América Latina son los mejores ejemplos de este tipo de emplazamientos.

Acercas del fenómeno de la informalidad y precariedad urbana, hoy calificado como Urbanismo Popular, es definido como la producción de una parte importante de la ciudad a partir de la producción social del hábitat y la autoconstrucción de vivienda y gestión de servicios básicos, que se caracteriza por el aprovechamiento máximo del suelo para uso habitacional; tienden a ubicarse en la periferia de la ciudad; constituye un factor decisivo en la expansión del área urbanizada; la superficie ocupada es mayor que la del suelo regularizado y mayor densidad constructiva y poblacional (Duhau, Emilio; Giglia, Ángela, 2008).

En la región, los asentamientos irregulares emplazados en laderas por lo general no cuentan con las obras de infraestructura adecuada para la estabilidad de taludes y el manejo de las aguas lluvias y servidas, no han sido construidos con un proceso previo de planificación y diseño urbanístico formal.

Esta es una de las características más distintivas de los asentamientos informales que se desarrollan sin ninguna planificación, más que la oportunidad y necesidad de ocupar un lote para uso habitacional y/o de trabajo, fenómeno urbano que en las ciudades latinoamericanas ha llegado a conformar la mitad o más del perímetro urbanizado.

Imagen 3: Traza Irregular en Laderas



Fuente: Imagen Google Earth, 2002, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras. Pendientes entre 15° y 45°

La Traza Reticular en Laderas

Criterio urbanístico de eficiencia en el uso del suelo, esta se deriva de la noción de la forma perfecta de calles rectilíneas equidistantes cruzadas en ángulo recto (ortogonal), esta forma reticular sigue el mismo principio de ordenar el espacio en líneas y ángulos (calles y esquinas) pero en forma de red, los tamaños de manzanas y longitud de calles poseen mayor variabilidad dependiendo de las características del territorio y la densidad constructiva que se proyecta.

Los urbanizadores o autoridades locales, diseñan un trazo que intenta aproximarse lo más posible al diseño reticular generalmente con el criterio de hacer un uso eficiente del espacio disponible respecto de la inversión en edificaciones, la disposición de las vialidades y servicios básicos. Esta es una de las características más generalizadas que se ha desarrollado con los proyectos de urbanización pública y privada, con un claro criterio de maximizar la rentabilidad de la inversión.

En los emplazamientos en laderas, la forma que adquiere la traza reticular dependerá de la disponibilidad de áreas en las cimas, pendientes u hondonadas cuya superficie permita proyectar la disposición de los elementos con patrones reticulares.

Imagen 4: Traza Reticular en Laderas



Fuente: Imagen Google Earth, 2002, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras.

Sobre la rívera del río, con zonas de terreno plano y laderas de alta pendiente 20° a 45°.

La Traza Orgánica en Laderas

El criterio urbanístico puede ser el personal o el de adaptación al medio físico. En consecuencia con las características del territorio las edificaciones y redes se construyen respetando los accidentes geográficos y se tiene como principio técnico respetar las curvas de nivel.

Asentamientos humanos que han construido el espacio con las adaptaciones tecnológicas de acuerdo a las condiciones del sitio de emplazamiento, especialmente en lo que a vialidad y redes de servicios se refiere con una adecuada integración a la estructura urbana en términos de accesibilidad y conectividad.

Estos son los asentamientos emplazados en laderas que cuentan con las obras de infraestructura adecuadas, que aseguran la estabilidad de los taludes y el manejo de las aguas lluvias y servidas y, responden a un proceso previo de planificación y diseño.



Fuente: Imagen Google Earth, 2002, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras. Ladera de alta pendiente, la cima está a 1020m y el pie de la ladera a 957m, con pendientes entre los 30° y 45°

Sobre la base de esta tipología de trazo urbano, en tanto síntesis y expresión de la dinámica entre forma física y ocupación del suelo como proceso social, es posible identificar patrones urbanos que combinan diferentes categorías que le dan sentido conceptual a la ladera urbana.

Entre las categorías de mayor relevancia para analizar los patrones de ocupación del suelo urbano en zonas de laderas expresadas en la traza urbana, consideramos las de mayor relevancia el riesgo y suelos bien o mal servido y ubicado.

Las combinaciones pueden ser muy variadas y complejas según el nivel de detalle escala y territorio, para describir patrones de mayor estandarización de la ocupación urbana en laderas, tomando como ejemplo la ciudad de Tegucigalpa tenemos la siguiente clasificación: zona residencial bien ubicada y bien servida; zona

centro, uso mixto, bien ubicado y bien servido; barrios irregulares, bien ubicados y mal servidos y, barrios irregulares, mal ubicados y mal servidos.

Zona residencial bien ubicada y bien servida

Con un trazo orgánico planificado. Derrumbes por desestabilización de laderas por malas prácticas y escorrentías. Distancia al centro de la ciudad 3 a 4 Km. Elevación entre 980 y 1069 msnm. Ladera de alta pendiente entre los 30° y 45°.



Imagen 6: Zona residencial bien ubicada y bien servida
Fuente: Imágenes Google Earth, 2010, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras.
Pendientes entre 45° y 30°.

- **Zona centro, uso mixto, bien ubicado y bien servido**

Primer emplazamiento de la ciudad, con trazo ortogonal, reticular y orgánico planificado. Con riesgo de inundación y deslizamientos. Elevación alrededor de los 900 msnm. Terreno plano ligeramente inclinado. (pendientes entre 5° y 25°).

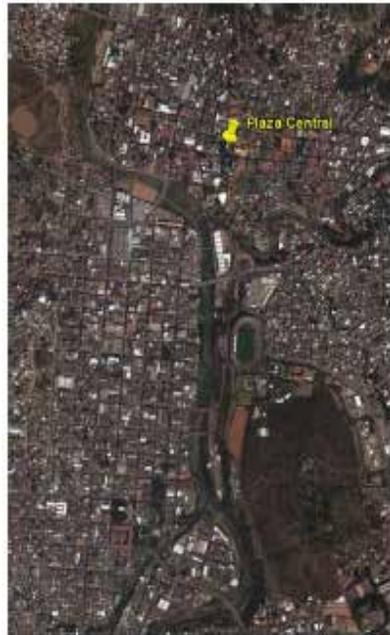


Imagen 7: Zona centro, uso mixto, bien ubicado y bien servido.

Fuente: Imagen Google Earth, 2010, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras.

- **Barrios irregulares, bien ubicados y mal servidos**

Con un trazo reticular, riesgo de inundación y deslizamientos. Distancia al centro de la ciudad 4.20 Km. Elevación entre 950 a 970 msnm. Terreno plano sobre la rivera de un río.



Imagen 8: Barrios irregulares, bien ubicados y mal servidos
Fuente: Imágenes Google Earth, 2010, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras.

- **Barrios irregulares, mal ubicados y mal servidos**

Con trazo irregular no planificado, ubicado en zona de falla, riesgo de derrumbes y deslizamientos por escorrentías. Distancia del centro 11.25 Km. Elevación entre 1260 a 1325 msnm. Ladera de alta pendiente entre los 35° y 45°.

Imagen 9: Barrios irregulares, mal ubicados y mal servidos



Fuente: Imágenes Google Earth, 2010, Ciudad de Tegucigalpa, Honduras, pendientes de 45°.

Conclusiones

Sobre el concepto de ladera urbana ilustrando, las relaciones entre: trazo urbano–riesgo–suelo bien/mal servido y ubicado – accidentes geográficos de declive, en el caso de la ciudad de Tegucigalpa (14° 04' 55" N; 87° 12' 22" O) con un aproximado de población de millón y medio de habitantes, es una ciudad emplazada entre un sistema de laderas, y pequeñas mesetas, con elevaciones entre los 935 a 1463 msnm y pendientes ocupadas entre los 5° y 45°; el área urbanizada es aproximadamente de 201Km². En la ciudad se identifican todos los tipos de trazado urbano; más de la mitad de los asentamientos son irregulares; con riesgos de derrumbes y deslizamientos por escorrentías, “por una combinación de fenómenos hídricos y los tipos de suelos de origen volcánico, asentada sobre fallas y riesgos geológicos de derrumbe y erosión de suelos” (ING, 1990), constituyendo un riesgo de desastre para sus ocupantes y sus bienes de vida.

“Debido a la preocupación existente, distintos organismos han ejecutado estudios de amenazas en las laderas. En estos estudios se identifican los siguientes tipos de amenazas: erosión superficial, como movimientos en masa, derrumbes, deslizamientos; y erosión fluvial, es decir, flujos de lodos y escombros e inundaciones. Si bien estos fenómenos se originan en las laderas, las principales áreas de afectación estarían en la parte baja y más consolidada de la ciudad” (Fernández, María Augusta 1996).

Todas las ciudades tienen una historia geológica y ubicación específica, de acuerdo a estas características, la exposición a amenazas variará según el emplazamiento, y el riesgo de desastre dependerá de los procesos de ocupación del suelo urbano dado que no es posible ubicar un territorio que esté exento de amenazas naturales.

En cuanto a las laderas urbanas, en todo el planeta el paisaje lo constituyen sistemas montañosos y valles, en América los sistemas montañosos principales son las Rocallosas de Norteamérica, las Sierras Madres mexicanas, las montañas centroamericanas, las Antillanas y los Andes Sudamericanos, donde, a lo largo de la historia incluyendo la precolombina, las laderas han sido ocupadas por grandes, medianas y pequeñas ciudades.

“Es necesario, entonces, reconocer y entender los sistemas naturales para la construcción del hábitat humano, pero cuando las poblaciones se extienden sin criterios de sostenibilidad, los vínculos con estos sistemas se vuelven cada vez más precarios, los recursos empiezan a ser disminuidos y se vuelven El Concepto

de Ladera Urbana insuficientes para la gran cantidad de residentes concentrados en su territorio; es aquí donde las relaciones entre el medio urbano y los procesos naturales del medio ambiente se ven notoriamente perturbados, hallando en la planificación urbana un instrumento para mejorar dicha relaciones” (López, John Jairo; López, Carlos Andrés, 2004).

La planificación urbana al incorporar la gestión del riesgo asume el uso de instrumentos de planificación e intervención física definidos a partir de los atributos del suelo en que se emplazan los asentamientos humanos, por lo que éstos deben ser adaptados a ciudades en planicies o como en el caso que nos ocupa y para una gran cantidad de ciudades, incorporar el concepto de ladera urbana, mismo que ayudará en la especificación de normativa, criterios técnicos constructivos, criterios técnicos de trazado de calles y disposición de redes de servicios urbanos así como de equipamiento social.

Bibliografía

- Corominas, J. 1989. *Clasificación y Reconocimiento de los Movimientos de Ladera*. En: J. Corominas (Ed.). *Estabilidad de Taludes y Laderas Naturales*. Monografía nº3. Sociedad Española de Geomorfología. Zaragoza. <http://es.scribd.com/doc/50417494/ClasificacionDeslizamientos>. (Fecha de consulta. Mayo, 2011).
- COPECO/Cooperación Suiza en Centro América/PNUD. (SF) *Manual para la Evaluación de Riesgo del Emplazamiento y del Medio Construido para Edificios, Viviendas y Lotificaciones*. Tegucigalpa, Honduras. (Documento impreso)
- Duhau, Emilio; Giglia, Ángela, 2008. *Las Reglas del Desorden: Habitar la Metrópoli*, Primera Edición, Siglo XXI. Editores; Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. México DF.
- Duque Escobar, Gonzalo 2000. *Riesgo en la Zona Andina Tropical por Laderas Inestables*, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Fernández, Aarí Augusta (Compiladora), 1996. *Ciudades en Riesgo Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_cap09-ODL_ene-7-2003.pdf (Fecha de consulta. Mayo, 2011).

- Geografía Física y Humana de América Latina, Registro N° 188.540.
- http://www.profesorenlinea.cl/geografiagr/200_4MHyGeog.htm. (Fecha de consulta. Mayo, 2011)
- Instituto Geográfico Nacional (IGN), 1990. *Mapa Geológico de Honduras, Tegucigalpa*, 2758 II G, Escala: 1:50.000.
- Larousse Editorial, S.L. 2005 Y 2007. *Diccionario Manual de la Lengua Española*.
- López, John Jairo; López Carlos Andrés, 2004. *El Urbanismo de Ladera: un Reto Ambiental, Tecnológico y del Ordenamiento Territorial*. Revista Vitácora Urbano Territorial. Enero – Diciembre, año/vol. 1, No. 008. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. http://facartes.unal.edu.co/portal/publicaciones/bitacoraut/8/pregrado/b8_urbanismo_ladera.pdf. (Fecha de consulta. Mayo, 2011)
- Mendoza López, Manuel J. y Domínguez, Morales Leobardo. 2002. Estimación de la Amenaza y el Riesgo de Deslizamientos en Laderas.
- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=29&Itemid=215. (Fecha de consulta. Mayo, 2011)
- Oyarzun, Roberto y Doblas, Miguel (SF). *Fallas y Zonas de Cizalla (Parte I): Aspectos Generales*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, Madrid, España. Departamento de Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España. <http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/fallas/FallasPrimeraParte.htm> (Fecha de consulta. Mayo, 2011).
- Smolka, Martín. 1982. Precio de la tierra y valorización inmobiliaria urbana: esbozo para una conceptualización del problema. Revista Interamericana de Planificación (SIAP). Volumen XV, No. 60

Cambios en la Cobertura Boscosa en la zona sur de la Montaña de Botaderos, Olancho, utilizando Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica

Yessica Sosa Reyes

Resumen

El Parque Nacional Montaña de Botaderos se encuentra ubicado en los Departamentos de Olancho, Colón y Yoro, en la zona conocida como su mismo nombre, Montaña de Botaderos, esta zona es de mucho interés, ya que dentro de ella se encuentran especies de flora y fauna de gran importancia para la biodiversidad.

El siguiente artículo muestra los resultados de un período de trece años, una pequeña zona de la parte sur de su zona de amortiguamiento, con aproximadamente 120,043.44 Ha², las Coberturas Boscosas cambian, y para ello se han utilizado imágenes de satélite tipo LANDSAT correspondientes a los años 1998 y 2011, mediante la utilización de programas especializados en el análisis digital y visual de la imagen, los cuales nos ayudan a conocer las diferentes clasificaciones de Coberturas Boscosas utilizando Clasificación no Supervisada y Mixta, añadido a ello un apoyo con programa especializado de sistemas de información geográfica, se elaboraron mapas en donde muestra los cambios ocurridos en la parte sur de la Zona de Amortiguamiento de la Montaña de Botaderos, en Olancho.

Palabras clave: Zona de Amortiguamiento, Cobertura Boscosa, Imagen Satelital

Abstract

The Botadero Mountain National Park is located in the departments of Olancho, Colon and Yoro, in the area known as the name, Mountain Dumps, this area is very interesting because within it there are species of flora and fauna of great importance for biodiversity.

The following article shows the results of a thirteen-year period, a small area in the southern part of the buffer zone, approximately 120,043.44 Ha, the forest co-

ver change, and for that we have used Landsat satellite images corresponding to the type 1998 and 2011, using specialized programs in visual and digital image analysis, which help us to know the different classifications of forest cover using Un-supervised Classification Combination, added to this specialized support systems program geographic information processing where maps showing changes in the southern part of the buffer zone of the Mountain Dumps in Olancho were developed.

Keywords: Buffer Zone, Forest Cover, Satellite Image

Yessica Sosa Reyes, Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica - Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

De acuerdo al documento de estudio reciente, sobre la Causas de Deforestación y Degradación de Bosques en Honduras, "históricamente determinadas actividades agrícolas o industriales han incidido directa o indirectamente para fomentar la deforestación o la degradación del bosque aunque las consideraciones para su aprobación en principio hayan sido válidas (desarrollar el país, fomentar actividades productivas, combatir la pobreza rural, etc.). Desde tiempos de La Colonia, extensas áreas forestales fueron sacrificadas para establecer poblados, construcción de casas y edificios públicos, aprovisionarse de leña para uso doméstico y en el procesamiento de minerales y en plantaciones de cacao, causando una temprana deforestación". (Programa de Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centro América y República Dominicana (REDD-CCAD/GIZ, 2011).

Honduras posee un territorio con una superficie de 112.492 km², el 25 por ciento de la cual está cubierta con bosques de pino y el 26 por ciento con bosques Latifoliado. La distribución boscosa en nuestro país hoy en día es de 57% de Bosque Latifoliado (3,747,913, ha.), 38% de Bosque de Coníferas (2,579,153 ha.), 2% del Bosque Mixto (115,313 ha), 2% de Bosque de Mangle (130,894 ha) y 1% de bosque seco (25,017 ha) (ICF, 2011).

Día a día las condiciones de uso de los recursos forestales se ven manchadas por la falta o no aplicación de políticas que ayuden a hacer buen uso y equitativo de los recursos naturales por lo que se pretende en esta investigación analizar el cambio en la Cobertura Boscosa de la parte sur de la zona de amortiguamiento de la Montaña de Botaderos, Olancho.

El uso de las tecnologías hoy en día trae la innovación de hacer en menos tiempo y más precisos los trabajos investigativos y con el fin de hacer demostraciones de un manejo de los Recursos Naturales aplicando Sistemas de Información Geográfica que nos ayude a analizar estos procesos investigativos.

Cambios en la Cobertura Boscosa en la zona sur de la Montaña de Botaderos, Olancho, utilizando...

Los resultados esperados de esta investigación servirán para muchos estudiantes de las carreras de Biología, Forestal, Agronomía y otros que se interesen en el manejo, sostenibilidad y buen uso de los recursos naturales.

Los resultados esperados serán; Áreas de Cobertura boscosas que presentan un cambio en el período de tiempo de 1998 y 2011 (trece años), cartografía temática de la zona sur del área protegida Montaña de Botaderos, Olancho.

En la actualidad no se ha hecho una concientización sobre la pérdida de nuestros recursos naturales, lo que este problema conlleva a malas prácticas de cultivos, en donde estos no son ni los adecuados ni prósperos de un lugar determinado, lo que ayuda a que la inseguridad alimentaria sea cada vez peor.

Existe muchas políticas y leyes que regulan y restringen el manejo adecuado de los bosque en Honduras pero difícilmente estos no son aplicados por diferentes causas y en donde los más desprotegidos son los campesinos que viven en las zonas aledañas al lugar. Con este estudio se pretende dar una pauta que ayude a mejorar no solamente las condiciones de las personas que viven allí sino también la convivencia entre el resto de las especies de flora y fauna que sea manejado de una manera adecuada y sostenible.

Metodología

Se realizó el análisis de la Cobertura vegetal, mediante la utilización de imágenes de satelital LANDSAT 5 y 7 para el período 1998-2011 realizando el proceso digital de las imágenes y el análisis del cambio en las Coberturas boscosas con el programa ERDAS Imagine y ArcGis para la elaboración de la cartografía Temática. Para la clasificación se utilizó la Clasificación no Supervisada y Mixta, ya que se tiene conocimiento del área por estudios anteriores (Plan de manejo Forestal área Comunitaria EL Boquerón 2010).

Obtención de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales fueron descargadas gratuitamente del servidor de la NASA en la siguiente dirección <http://glovis.usgs.gov/>, correspondientes a los años 1998 (Figura 1) y 2011 (Figura 2), se muestra una tabla de las características principales de cada una de las imágenes (Tabla 1), también se muestran de la concordancia que existen en cuanto información cartográfica de cada imagen, para no tener variaciones por proyección u otros parámetros (Figuras 3 y 4).

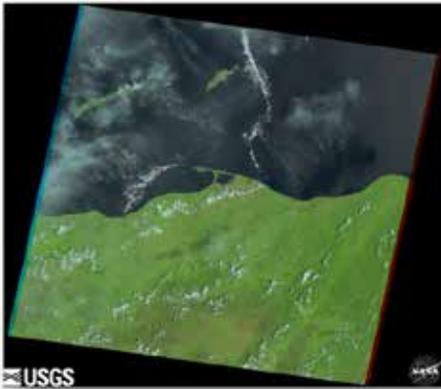


Figura 1. Imagen del Área correspondiente al Año 1998



Figura 2. Imagen del Área correspondiente al año 2011

Las características de estas imágenes son las siguientes:

Tabla 1. Características de imágenes

Descripción	Imagen 1998	Imagen 2011
Landsat Scene	LT50170491998036XXX01	LT50170492011024CHM00
Spacecraft	Landsat 5	LANDSAT 5
Sensor	TM	TM
Sensor Mode	SAM	BUMPER
Date Acquired	1998-02-05	2011-01-24
Sun Azimut	131.73202164	138.73830872
SunElvation	43.75243737	44.09662597
MapProjection	UTM	UTM
DATUM	WGS84	WGS84
Elipsoid	WGS84	WGS84
UTM Zone	16	16
Orientation	North up	North up
Tamaño de la Imagen	30 x30 metros	30 x30 metros

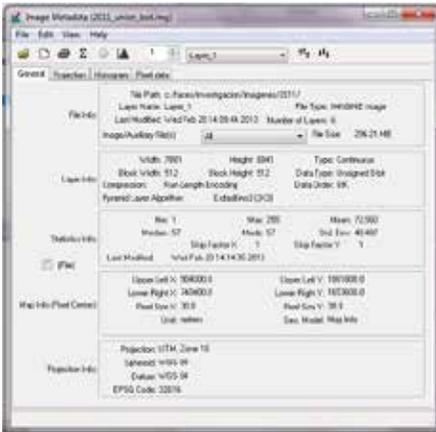


Figura 4. Metadatos Imagen 1998



Figura 3. Metadatos de Imagen 2011

Tratamiento digital de imágenes

Este tratamiento digital de imagen consiste en el tratamiento de una imagen Multiespectral el cual el sensor mide la reflectancia en muchas bandas permitiendo combinar los distintos valores para crear la imagen, esta imágenes pueden estar constituidas entre 3 a 7 bandas, para el tratamiento de las imágenes correspondientes a los años 1998 y 2011 son de 6 bandas (Chuvieco, E. 2002).

Previo a esta etapa de pre procesamiento, se realizó la preparación de cada una de las imágenes seleccionadas, uniendo para ello cada una de las bandas espectrales 1, 2, 3, 4, 5 y 7 para el caso de las imágenes Landsat 5 y 7, teniendo una imagen de tipo “.img” de capa raster (Figura 5).

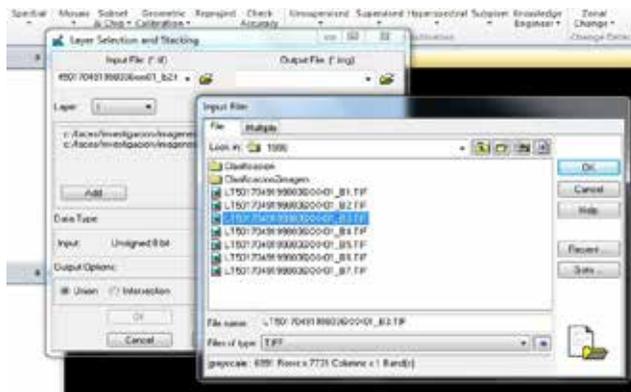


Figura 5. Proceso de Unión de la Imagen

Corrección Radiométrica de la imagen

Procedimiento que se realiza para lograr que la imagen convierta los valores de Niveles Digitales a reflectancia, estos valores de niveles digitales se definen desde 0 a 255.

Para ello, mediante un modelo elaborado por el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) para el cálculo de radiancia, para las imágenes de Landsat se desarrolló el proceso para el cálculo de radiancia con los que se conjugaron los datos obtenidos por la metadato de cada imagen satelital. (Figura 6)

Utilizando el siguiente algoritmo, los valores introducidos para el Modelo del Cálculo de Radiancia son:

$$L = G * DN + B$$

DN: Numero Digital

G: Gain

B: Bias

L: Radiancia

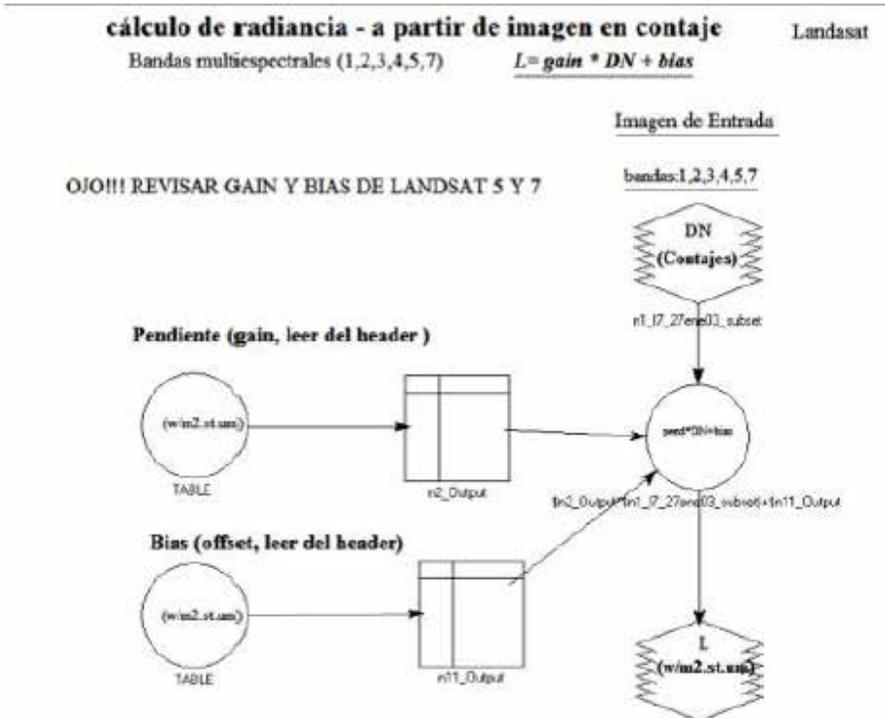


Figura 6. Modelo para Cálculo de Radiancia

- **Clasificación no supervisada**

El cual consiste en definir las clases espectrales presentes en la imagen, de acuerdo a las diferentes combinaciones que se realizaron como ser 321, 432 y 453 para determinar la Cobertura y algunos usos del suelo para definir más claramente el objetivo deseado, mediante el algoritmo de agrupamiento del sodata. Apoyado de esto se contó con trabajo de campo desarrollado para la elaboración del Plan de Manejo de Área Comunitaria El boquerón, ya que este se encuentra dentro de la zona sur de la montaña de botaderos, el cual se podría definir como clasificación mixta. (Figura 7 y 8).

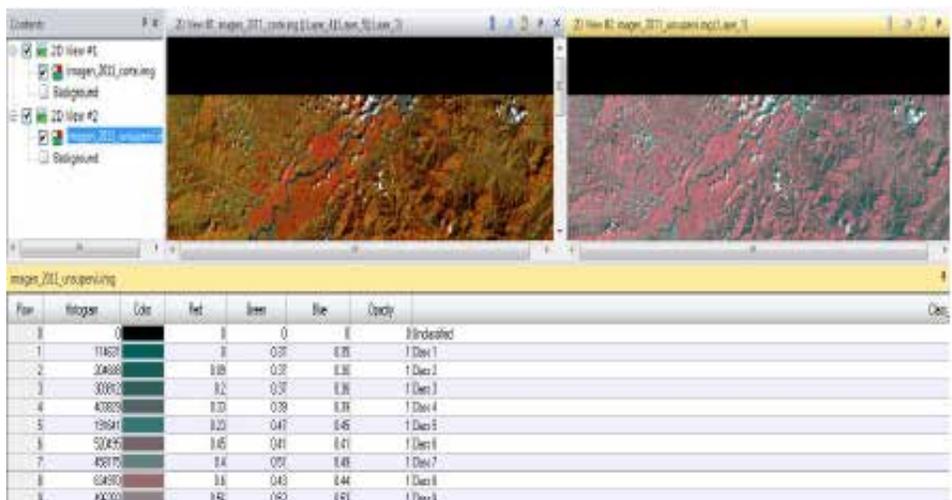


Figura 7. Proceso de Clasificación de Imagen

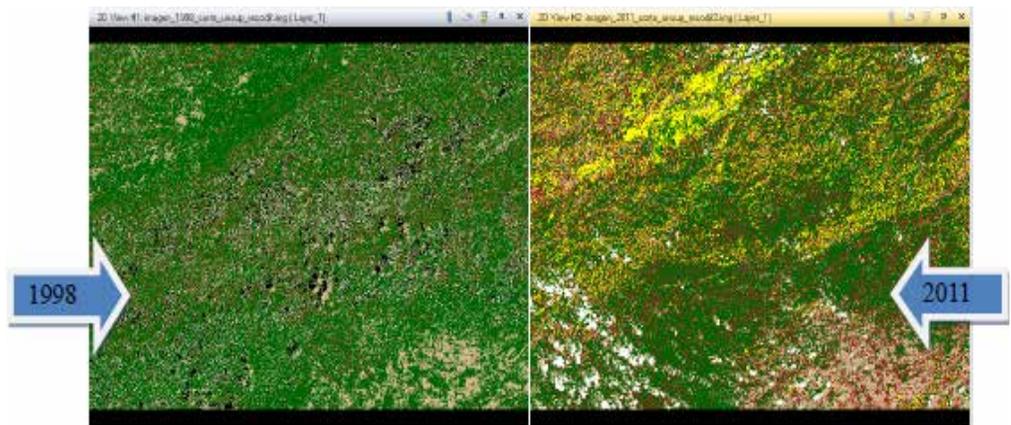


Figura 8. Comparación de imágenes clasificadas de años 1998 y 2011

Resultados

Como resultado se obtiene que de las dos imágenes y de acuerdo a la clasificación encontrada, se obtengan las siguientes áreas boscosas, ver Tabla 2.

Clase	1998 Ha ²	%	2011 Ha ²	%
Bosque	82,658.11	68.86	78,684.94	65.55
Matorral	12,228.31	10.19	14,703.97	12.25
Pasto	10,137.76	8.45	8,183.75	6.82
Agricultura	15,019.26	12.51	18,470.78	15.39
TOTAL	120,043.44	100	120,043.44	100

Tabla 2. Cuadro de áreas resultantes de cada imagen

Como se muestra en el cuadro la Cobertura ha sufrido un cambio considerable, para el caso de la Cobertura boscosa en el período de los años 1998 al 2011, se observa una diferencia de 3,973.17 Ha, y para el caso del matorral aumenta en la zona sur de la zona de amortiguamiento de la montaña de Botaderos, teniendo

una diferencia de 2,475.66 Ha, causado quizá de las malas prácticas de manejo en la zona, para el caso de la agricultura también a su favor con una diferencia de 3,451.52 Ha, en cambio el Pasto disminuye en su Cobertura teniendo una diferencia de 1,954.01 Ha, estas diferencia hacer concluir que los cambios en la zona se debe a una mala práctica de manejo forestal, ver figuras 9 y 10.

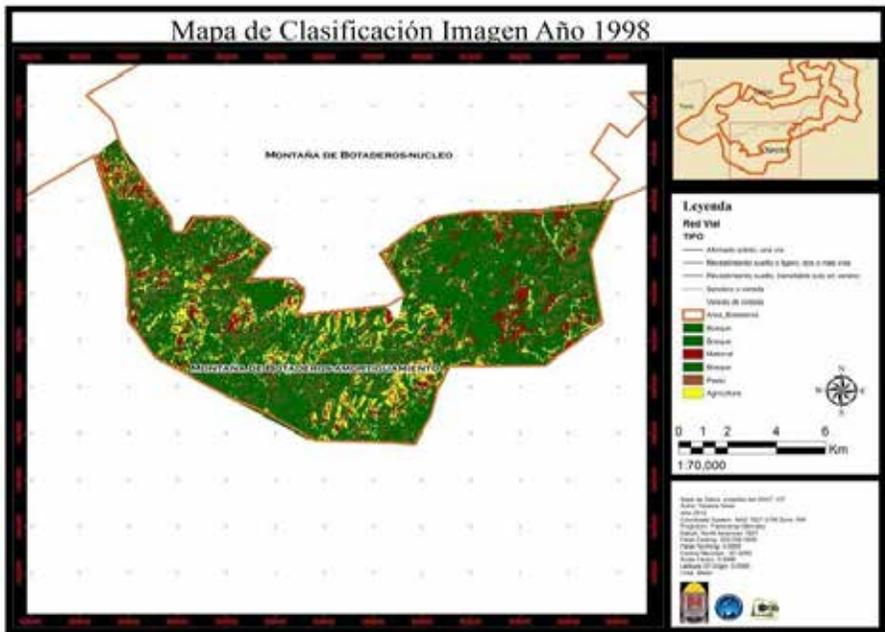


Figura 9. Mapa final con Cobertura Boscosa año 1998

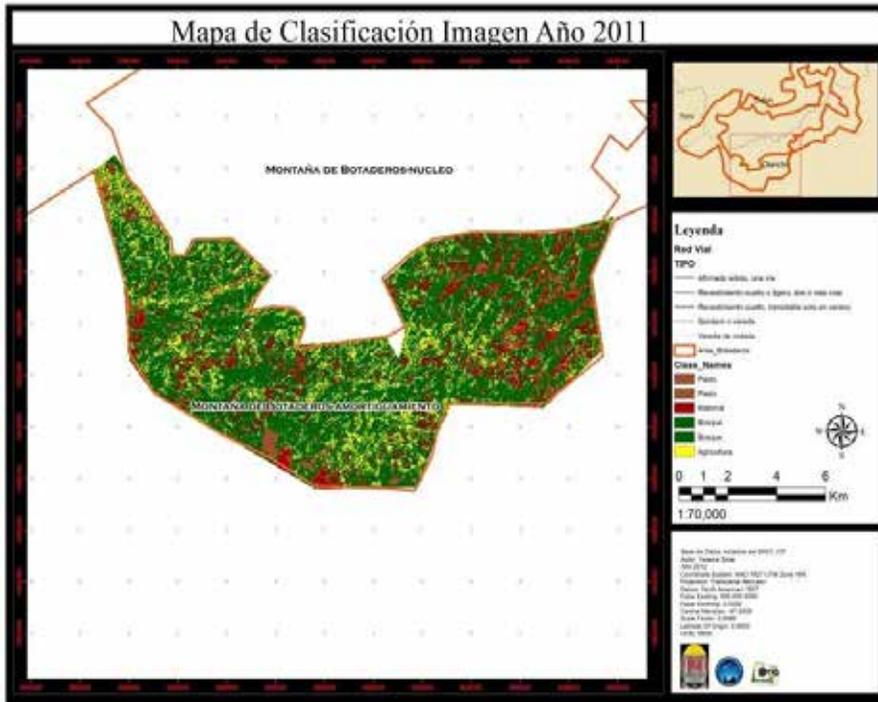


Figura 10. Mapa Final con Cobertura Boscosa año 2011

De acuerdo a lo planteado en la ley forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre las Zonas Protegidas de los Parques Nacionales debieran ser, ARTÍCULO 135.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y FOMENTO.- Para los fines del Artículo anterior, los propietarios de las Áreas Forestales Públicas y Privadas identificarán áreas deforestadas, degradadas y prioritarias, considerando los requerimientos del desarrollo nacional, incluyendo la generación de empleos.

Las actividades que pueden ser objeto de las medidas de protección y fomento incluyen, las siguientes:

1. Establecimiento de viveros temporales y permanentes;
2. Plantación de árboles energéticos y de uso múltiple, reduciendo la presión sobre los bosques naturales;
3. Plantación de árboles maderables y no maderables;

4. Defensa y fijación de los suelos forestales y protección de cuencas o zonas protectoras;
5. Apoyo a actividades productivas forestales orientadas a un manejo sostenible de los recursos;
6. Apoyo a las iniciativas de investigación y transferencia de tecnología en el manejo de los Recursos Naturales;
7. Ejecución de actividades silvícola que mejoren la calidad de los bosques;
8. Prevención y protección contra incendios y plagas forestales; y,
9. Quemadas prescritas autorizadas por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF).

Conclusiones

Las Tecnologías de información Geográfica son una gran herramienta para determinar aspectos de importancia en la toma de decisiones en el Ordenamiento Territorial, el conocer como interactúa una determinada área en un período estimado de cambios puede llegar a ser parte de toma de decisiones en la parte del manejo de los recursos naturales.

Sin embargo es importante que estas investigaciones estén apoyadas de una validación de la zona de estudio en campo, a fin de que, la información analizada ya sea mediante imágenes y fotografías sea lo más real posible.

Es notable la diferencia que se pueda determinar en el análisis de una pequeña parte de esta zona de amortiguamiento, en la zona sur del Parque Nacional, habría que considerar realizar el estudio a más profundidad en la zona para determinar exactamente si las causas de estos cambios son precisamente las de una intervención humana y qué tipo de intervenciones se están realizando en la misma, a fin de afianzar más a las comunidades, municipalidades, entes gobernantes e instituciones internacionales a que estas áreas que están siendo tomadas en cuenta para protegerlas, no solamente se proteja lo que quedó de un mal manejo. (Honduras, 2007).

Bibliografía

- Chuvieco, E. (2002). *Teledeteccion Ambiental*. Barcelona, España: Ariel S.A.
- ICF, I. N. (2011). *Anuario Estadístico Forestal*. Tegucigalpa, Honduras.
- IAFE, S. d. (2005). *Protocolo para el procesamiento de Imágenes Satelitales para Aplicaciones de la Administración de Parques Nacionales*. Buenos Aires, Argentina.
- *Cooperación Técnica Alemana-PRORENA-ICF*. (2010). *Plan de Manejo*. Gualaco, Olancho.
- *REDD-CCAD/GIZ*, (2011). *Programa de Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centro América y Republica Dominicana* (). *Evaluación Preliminar sobre Causas de Deforestación y Degradación de Bosques en Honduras*. Tegucigalpa, MDC

Localización espacial del uso del suelo poblacional del municipio de San José Colinas, Santa Bárbara, (Honduras), utilizando como herramienta un sistema de información geográfico

Yeny Castellanos

Resumen

Durante los últimos años, el Municipio de San José Colinas, Santa Bárbara presenta un aumento de solicitudes de ejecución de planes y proyectos para el municipio en todas sus áreas. Razón por la cual se necesita identificar que las características geográficas y demográficas del municipio (edad, sexo, contexto familiar) necesarias o faltantes en los datos geoespaciales que equilibren la implementación de los servicios básicos como parte de la satisfacción de las necesidades humanas y es en donde con la ayuda de los métodos y técnicas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) será un aporte en los procesos de mejora para el desarrollo del municipio.

Cuando se habla de las desigualdades de los servicios básicos son problemas de atención primaria, que se deberían minimizar por las autoridades locales.

Razón por la cual es necesario el desarrollo de la metodología en diversas fases en donde se identificaron las zonas de las áreas de estudio del Municipio de San José Colinas, Santa Bárbara, con la colaboración de la Dirección de Vinculación Universidad Sociedad. Encontrándose con el 60% de los datos tabulados hasta la fecha.

Palabras clave: Servicios básicos, métodos, técnicas, sistema de información geográfica

Abstract

In recent years, the Municipality of San Jose Hills, Santa Barbara presents an increase of requests for implementation of plans and projects for the city in all its areas. Why you need to identify the geographic and demographic characteristics

of the municipality (age, sex, family context) necessary or missing geospatial data to balance the implementation of basic services as part of the fulfillment of human needs and is in where with the help of the method and techniques of Geographic Information Systems (GIS) will be a contribution to the improvement processes for the development of the municipality.

When we talk about inequality of basic services they are primary care problems, which should be minimized by local authorities.

Why the development of the methodology at various stages in the areas where the study areas of the Municipality of San Jose Hills, Santa Barbara, in collaboration with the Directorate for University Society identified need. Encountering 60% of the tabulated data to date.

Key words: Basic services, methods, techniques, GIS

Yeny Castellanos, Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica -
Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

Los servicios básicos encierran una cantidad de actividades desarrolladas por el ser humano, para la satisfacción de las necesidades que cada vez son de vital importancia cubrir, son necesarios identificar estos servicios básicos como equipamientos físicos o como estructuras activas, aplicando las tecnologías de la información geográfica se incluyen patrones espaciales de ubicación, cantidad y características que dan a la población oportunidades desiguales de uso y disfrute de estos servicios. En donde la accesibilidad de una población que posea estos servicios lleva a cubrir estas necesidades básicas y al mismo tiempo dar seguridad y bienestar.

Geográficamente este punto adquiere una trascendencia singular, por cuanto está bien demostrado hasta qué punto tal uso y satisfacción depende de factores espaciales como la distancia entre el destinatario y el punto de oferta del servicio.

Las definiciones teóricas que hacen referencia a la accesibilidad y sus correspondientes expresiones matemáticas han sido llevadas también al ámbito geométrico, ello ha permitido desarrollar modelos de la realidad a partir de los cuales se pueden establecer áreas con accesibilidad diferencial en un territorio determinado. Estos modelos pueden ser fácilmente incorporados a los Sistemas de Información Geográfica que se han convertido en las últimas décadas herramientas idóneas para evaluar y valorar la accesibilidad de la población a determinados bienes y servicios.(Ramírez, 2003)

Datos y Metodología

Se considera la organización de las tareas en fases como una guía que se adapte a las particularidades de la investigación.

Como guía metodológica se ha tomado del estudio desarrollado por Antonio Moreno(Moreno, 2008), el cual fue desarrollado en fases que se describen a continuación:

FASE I: Diagnóstico de la situación. En la fase de diagnóstico de la situación se trata de determinar los problemas actualmente existentes en el sistema de provisión y uso de los servicios colectivos.

Elementos típicos a abordar en ella conciernen a:

- Identificación de zonas de estudio
- Identificación de inventario de los equipamientos, de los recursos disponibles y de sus atributos.
- Base de datos con las delimitaciones de las áreas de servicio actuales y sus atributos, zonas escolares, áreas de salud, áreas de servicios sociales, etc.
- Base de datos espacial de los usuarios actuales y sus rasgos relevantes.
- Base de datos espacial de la población o de los segmentos de la demanda objetivo.
- Bases de geodatos digitales relativas a las infraestructuras y medios para el transporte (vías -calles, carreteras, etc.-, líneas de transporte, paradas y estaciones, etc.), y plano parcelario.
- Bases de datos espaciales de actividades, instalaciones y usos del suelo relevantes (especialmente los que interactúan con los equipamientos en cuestión y con su funcionamiento regular).

FASE II: Estudio de necesidades y dimensionamiento de la demanda espacial.

- Examen de indicadores de logros y satisfacción-insatisfacción de los usuarios o afectados. Habitualmente los datos se referirán a unidades zonales relevantes, o bien a cada uno de los centros de servicio.
- Análisis de la accesibilidad espacial actual a los puntos de servicios desde cada lugar con demanda.
- Caracterización de las pautas de conducta espacial de los usuarios o de distribución del servicio a domicilio por parte del proveedor.
- Determinación de las incompatibilidades entre los equipamientos y otros usos del suelo, derivados de una proximidad mutua excesiva.
- Visualización exploratoria de datos y presentación cartográfica de resultados.
- Búsquedas temáticas, espaciales y mixtas.(Hein, 2009)

FASE III: Formulación de esquemas de distribución de los equipamientos y funcionamiento espacial de los servicios.

Geográficamente una faceta obligada en esta fase consiste en obtener una desagregación espacial de la misma, esto es, conocer a cuántos y quiénes habría que atender en cada lugar. Dependiendo de los objetivos avistados en la planificación, puede ser necesario considerar no tanto el escenario actual, sino otro futuro, o varios momentos a lo largo de un período posterior.

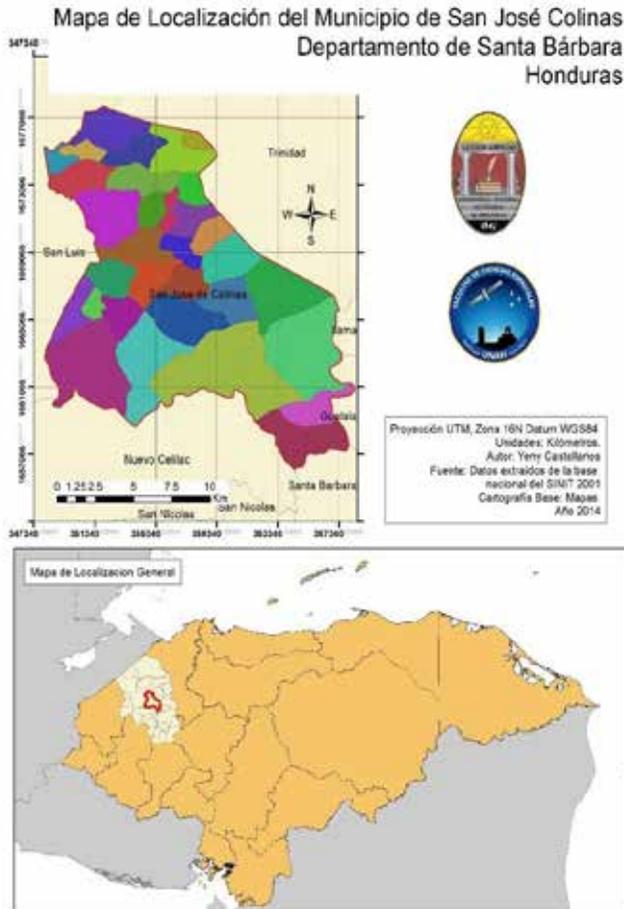
FASE IV: Decisiones. A partir de los hallazgos es posible ya percibir la tarea de definir qué patrón espacial de la oferta, de dotaciones, y qué forma de funcionamiento espacial de los servicios provistos resulta más apropiada para resolver los problemas diagnosticados y satisfacer la demanda identificada. Aquí típicamente resultan apropiadas técnicas como los modelos de localización óptima.

FASE V: Evaluación de logros. El objetivo de la evaluación recae en determinar si las decisiones adoptadas están alcanzando los fines avistados o si deben ser revisadas en algunos de sus aspectos.

Resultados

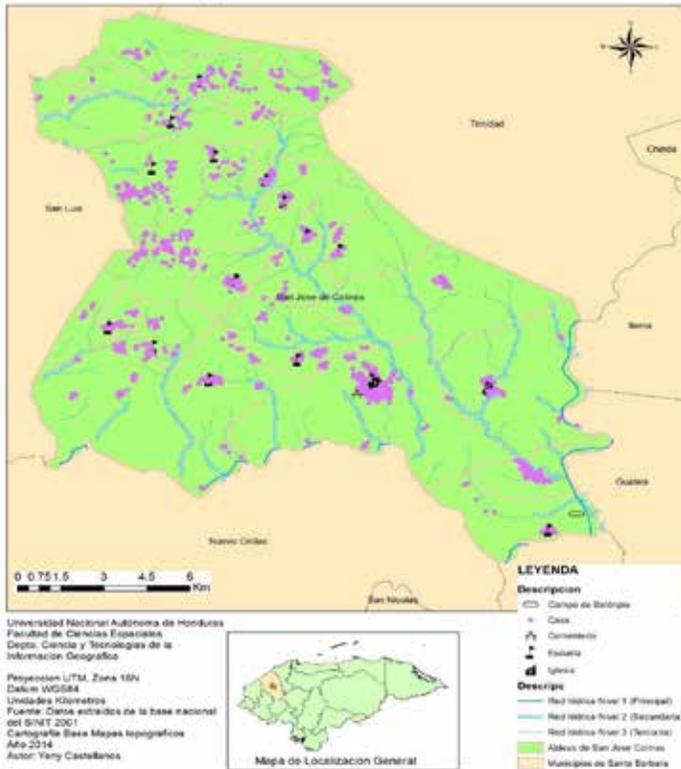
- Se han identificado zonas de áreas de estudio del Municipio de San José Colinas, Santa Bárbara, con la colaboración de la Dirección de Vinculación Universidad Sociedad. (Cuadro 1).

El mapa de localización muestra la ubicación geográfica del Municipio de San José Colinas el cual es la zona de estudio con la distribución de todas sus aldeas (Figura 1).



La relación de la distribución de la población respecto a la hidrografía de la zona se puede observar en el mapa de Hidrografía e infraestructuras, esta última se desarrollaron en las zonas pobladas de todo el municipio lo cual se puede observar parte de la vulnerabilidad en tiempos de lluvias (Figura 2).

Hidrografía e Infraestructura de Aldeas San José Colinas Departamento de Santa Bárbara



Podemos observar los Tipos de suelos que posee el Municipio de San José Colinas, en donde cabe resaltar que existen numerosos sistemas de clasificación, el que destaca en la data del SINIT del 2001 es la clasificación de Thorp, Baldwin y Kellog (AEPECT, 2001) en donde podemos observar en el mapa de Tipos de Suelo (Figura 3) que en el Municipio de San José Colinas posee suelos Azonales y Zonales.

- Ya se encuentra tabulado un 60% de los datos proporcionado por la Dirección de Vinculación Universidad Sociedad, el programa utilizado para la tabulación de datos fue el de Microsoft Excel. (Anexo 2).

**Mapa de Tipo de Suelos del Municipio de San José Colinas
Departamento de Santa Bárbara
Honduras**



Discusión y Conclusiones

Al analizar la información que se ha obtenido refleja el desconocimiento de los responsables de recopilar los datos en el campo, al mismo tiempo la importancia que tiene que los datos geospaciales que sean confiables, ya que son una fuente de información primaria. A su vez la exigencia en la captación de la información geoespacial, que posee una característica única para poder llevar a cabo un análisis espacial real en donde se pueda distinguir las principales causas de las situaciones que no llevan a la prestación correcta de los servicios básicos de la población.

Se requiere la voluntad de las autoridades locales para el acceso de la información, así como de las instancias que colaboran en el proceso de desarrollo de proyectos locales y la concientización de la población y la participación activa de todos los interesados del desarrollo local.

Bibliografía

- AEPECT. (27 de agosto de 2001). *Seminario Permanente de la Tierra y del Medio Ambiente*. Obtenido de <http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/CTMA/SUELO/clasif1.htm>
- Buzai, G., Moreno, A., & Baxendale, C. (2008). Análisis exploratorio de datos espaciales educativos: Aplicación a la Ciudad de Lujan. En C. Baxendale, L. Bevilaqua, G. Buzai, A. Moreno, A. Semorile, & D. Valdez A., *Análisis y Planificación de Servicios Colectivos con Sistemas de Información Geográfica* (pág. 149). Madrid: Grafiprint S.L. .
- Gonzalez, M. S. (4,5 y 6 de Octubre de 2011). *Foro Internacional MEDAMERICA 2011*. Recuperado el septiembre de 2013, de Foro MEDAMERICA: http://www.ub.edu/medame/foro_ptdr/presentaciones_11.htm
- Hein, A. (Junio de 2009). *Fundación Paz Ciudadana*. Recuperado el 2013, de La Georreferenciación como herramienta para el diagnóstico de problemas de seguridad ciudadana en el ámbito local: http://www.pazciudadana.cl/docs/pub_20090623122857.pdf
- Moreno, A. (2008). Los servicios colectivos y el desarrollo territorial. En G. Buzai, A. Moreno, & C. Baxendale, *Análisis y Planificación de Servicios Colectivos con Sistemas de Información Geográfica* (pág. 149). Madrid: Grafiprint S. L.
- Ramírez, M. L. (2003). Cálculo de medidas de accesibilidad geográfica, temporal y económica generadas mediante sistemas de información geográfica. *Primer Congreso de la Ciencia Cartográfica*.

Anexos

Cuadro 1. Anexo 1 Identificación de las zonas geográficas

Zona	Características	Comunidades dentro de la zona	Potencialidades/ Capacidades	Limitaciones/ Problemas
Baja	-Caliente, arenoso, Semiplano. -Mejores vías de Comunicación. -Mejor infraestructura. -Mejor acceso -Hay ríos.	-San Miguel, La Isla, La Libertad, Brisas del Ulúa, Jicatuyo, Loma Larga La Barquera	-La mayor cantidad del agua. -Sitios turísticos -Arena, grava, canteras, panecitos, arcilla. -Fertilidad del suelo -Montículo arqueológico. -Minerales oro, plata -Luz eléctrica -Vías de comunicación. -Telecomunicaciones -Producción de granos básicos y pasto. -Mejor infraestructura	-Carencia de sistema de riego. -Débil mercado/ -Inundaciones -Migración.
Media	-Clima templado -Suelos Barrialosos arcillosos -Lo cruzan varias quebradas -Terreno quebrado	-El Triunfo, Pinabete, Hundiciones El Encanto, Carrizal, La Cuchilla, La Victoria, La Florida, Colon, Planes, Pacayal, Nueva Esperanza, La Colonia, La Unión, El Ceibón, Quebrada Abajo .	-Piedra caliza -Conífera. -Madera de color -Arena de cerro. -Balastro/ -Producción de café -Plátano -Citrinos -Carreteras de terracería	-Vías de comunicación/ -Migración
Alta	-Frío -Alta precipitación -Humedad relativa alta -Humedad en verano -Los suelos son más preservados.	Monte Vista, Alianza, Cacaulapa, Jicaral, El progreso, Lago grande, Agua Helada, Malcota, Laguna Inea, Peña Blanca.	-Variedad de especies maderables -Variedad de fauna -Mejores fuentes de agua -generación de oxígeno -Plantas medicinales -Hortalizas -Explotación de orquídea -Café de altura e infraestructura.	Larga distancia a la cabecera municipal/ -Inseguridad -Destrucción de carretera por la lluvia - Deslizamiento

Cuadro 1. Anexo 1 Identificación de las zonas geográficas

	A	B	C	D	E	F	I	J	K
1	no. REGION	NOMBRE REGIÓN	CODIGO DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPIO	MUNICIPIO	CODIGO ALDEA	ALDEA	CODIGO CASERIO
573	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160201	ARADA	160201012 TIE
574	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160201	ARADA	160201005 JIV
575	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160203	CANDELARIA	160203002 CAI
576	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160203	CANDELARIA	160203010 LO
577	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160203	CANDELARIA	160204006 PO
578	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160204	CAULOTALES	160204003 EL
579	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160205	EL OCOTAL	160205002 EL I
580	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160206	EL OCOTILLO	160206002 EL I
581	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160207	EL PALMO	160207006 MA
582	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160207	EL PALMO	160207004 LA
583							160207	EL PALMO	160207003 LA
584	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160208	EL TULAR	
585	16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1602	ARADA	160209	LAS BRISAS DE ORO	160209005 HIE
586							160209	LAS BRISAS DE ORO	160209007 LAC

Cuadro 2. Tabla de tabulación de Datos

no. REGION	NOMBRE REGIÓN	CODIGO DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPIO	MUNICIPIO	CODIGO ALDEA	ALDEA	CODIGO CASERIO
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ARADA	160211	SORCA	
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160301	ATIMA	160301008 LA
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160301	ATIMA	160301009 LO
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160307	SAN RAFAEL	160307004 EL I
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160307	SAN RAFAEL	160307002 EL I
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160308	TALANGA	160308004 EL I
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160308	TALANGA	160308006 LA
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160305	SAN JOSÉ, DE BUENA VISTA	160305003 EL I
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160305	SAN JOSÉ, DE BUENA VISTA	160305001 SA
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160306	SAN PEDRITO	160306003 EL
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160306	SAN PEDRITO	160308009 RIC
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160306	SAN PEDRITO	160306009 SA
16	SANTA BARBARA	16	SANTA BÁRBARA	1603	ATIMA	160303	LEMPA	160303002 EL

Cuadro 3. Tabla de datos tabulados

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

Posición de la Estelas 10 y 12 respecto del Parque Arqueológico de Copán Ruinas

Roberto Schöngarth, Deborah Forrest,
Edward Milla, Ricardo Pastrana

Resumen

El equipo encabezado por el antropólogo y arqueólogo Vito Véliz hizo varias observaciones en Copán Ruinas desde el 11 hasta el 14 de agosto de 2010, aprovechando el paso del Sol por el cenit.

Las visitas al Parque Arqueológico consistieron en observar tanto el paso del Sol por el cenit como además tratar de establecer una relación de la posición de las Estelas 10 y 12, fuera del parque, en las montañas cercanas. Las investigaciones en las últimas décadas muestran que hay un trasfondo astronómico en la colocación de la mayoría de las estelas mayas. En el caso de las estelas 10 y 12 se obtuvo las coordenadas geográficas de ambos lugares y se hizo una proyección de la esfera celeste, tal y como pudiesen haberla observado los mayas, tomando en cuenta la precesión y la variación de la inclinación de eje terrestre. La evidencia recopilada muestra que las estelas 10 y 12, fuera del Parque Arqueológico de Copán, no tienen una relación en su posición relativa respecto a algún evento astronómico más que para marcar cada una, independientemente, los límites norte en el caso de la estela 10 y sur en el caso de la estela 12, del Parque Arqueológico de Copán.

Palabras clave: Parque Arqueológico, Copán Ruinas, alineamiento, estelas mayas, trigonometría esférica

Roberto Schöngarth¹, Deborah Forrest¹, Edward Milla¹, Ricardo Pastrana¹

¹ Maestría Académica Regional Centroamericana en Astronomía y Astrofísica - FACES - Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

El trabajo consiste en los resultados obtenidos con motivo de la visita al Parque Arqueológico de Copán por parte del grupo de estudiantes de la primera promoción de la Maestría Regional Centroamericana en Astronomía y Astrofísica en la asignatura “Seminario de Arqueoastronomía”, impartida por el antropólogo y arqueólogo Santos Vito Véliz. El grupo de estudiantes estuvo conformado por Deborah Forrest, Edward Milla, Ricardo Pastrana y Roberto Schöngarth.

El objetivo fundamental consistió en recopilar información acerca de la posición de las estelas 10 y 12, a fin de determinar su posición relativa en relación a los astros.

Para ello, mediante GPS, se tomaron las coordenadas geográficas en ambos lugares para posteriormente elaborar un estudio acerca de la posición de los astros, el Sol y las estrellas en particular, en relación a ambas estelas.

El trabajo aquí presentado evidencia el procedimiento seguido para obtener conclusiones al respecto, tomando en cuenta los movimientos de la Tierra, incluidos los seculares, a fin de tratar de reproducir fielmente el cielo que observaron los mayas hace alrededor de 1500 años.

Si bien éste era el objetivo primordial, la visita de los estudiantes fue extensiva para observar tanto el paso del Sol por el cenit de Copán (Imagen 1), así como en labor divulgativa. Ésta consistió tanto en charlas a maestros de la Escuela Mayatán acerca de astronomía en general, así como una breve conferencia acerca del paso del Sol por el cenit, impartida por Edward Milla en el Hotel Marina de Copán. De igual manera se hizo un sondeo de las creencias populares relativas a los astros con una entrevista en la comunidad de Hacienda Grande, colindante con Copán Ruinas.

Marco teórico

Los cuerpos celestes han tenido una enorme influencia en el ser humano. Desde épocas antiguas, las distintas culturas encontradas por todo el globo terráqueo presentan evidencias de la utilización de observaciones astronómicas en la agricultura, construcción o religión, involucrando a varias de las culturas más importantes de los últimos milenios como los babilonios, los egipcios, los griegos y las culturas mesoamericanas.

Los mayas no fueron la excepción. Hoy en día todavía siguen maravillando con su enorme conocimiento acerca de muchos aspectos del ser humano. Al igual que otras civilizaciones, los mayas también fueron grandes observadores del cielo. Hoy se sabe que usaban el movimiento del Sol para orientar sus construcciones y, hace pocos años, se dio a conocer al mundo el descubrimiento del reloj solar (Pineda de Carias, Véliz y Agurcia, 2002).

La civilización Maya ocupó y floreció en un territorio que va desde el sureste de México, extendiéndose hacia el este de Guatemala, El Salvador y el occidente de Honduras. Su territorio se estima entre los 325,000 km² a los 400,000 km². En este territorio hubo muchas ciudades que alcanzaron un desarrollo excepcional tales como Tikal, Bonampak, Copán, Quiriguá, Palenque, Calakmul, Yaxchilán, Piedras Negras, Altar de Sacrificios y Uaxactún (Sharer 2006: P153-497).

En el sureste del territorio Maya (Occidente de Honduras) y contiguo al Río Copán se ubica una de las ciudades más importantes para antropólogos, arqueólogos, astrónomos y turistas. Es la Ciudad de Copán, declarada por la UNESCO patrimonio de la humanidad. Su ubicación estratégica permitía a los antiguos mayas obtener el sustento gracias a la pesca, caza y agricultura, siendo su principal producto el maíz.

Las investigaciones sobre los mayas han sido y siguen siendo de gran importancia para la humanidad. Las incógnitas que rodean a esta gran civilización aún son muchas, algunas quizá sin repuestas y otras se encuentran en vía de ser contestadas.

Metodología

El proceso de observación y recolección de datos no implicó manipulación de variables. El estudio consistió en la toma de mediciones asociadas a los puntos donde las hipótesis muestran que pudiese haber una alineación, para posteriormente confirmar la precisión de estas alineaciones.

La toma de datos consistió en determinar las coordenadas geográficas, a través de un GPS, de las posiciones de las estelas 10 y 12. La visita a la estela 10 se realizó durante la mañana del 12 de agosto de 2011 y a la estela 12 la mañana del 13 de agosto, donde además se tomaron fotografías.

Ya con los datos tomados posteriormente se determinan las distancias y direcciones de una estela respecto a la otra utilizando trigonometría esférica. Este proceso permite además relacionar las coordenadas altacimutales y las coordenadas ecuatoriales y así determinar las posiciones principalmente del Sol, pero además de las otras estrellas, según fuese la época del año en un tiempo asociado a la época cuando la cultura maya poblaba el lugar.

Observaciones en las estelas 10 y 12

La Imagen 2 muestra la localización de las Estelas 10 y 12 respecto a la comunidad de Copán Ruinas, casi al centro de la imagen, y al Parque Arqueológico del cual aparecen marcadas tanto la Estela D como la Estructura 4. Obsérvese que el Norte está orientado hacia arriba de la imagen.

La visita a la Estela 10 se realizó durante la mañana del 12 de agosto. La visita a la estela 12 se realizó durante la mañana del 13 de agosto.

En ambos casos (la línea de vista desde la Estela 12 hacia la Estela 10 y viceversa), la estela observada no se encuentra en el punto más alto de la montaña, sino que hay montaña atrás y arriba de ellas (Imagen 4), por lo que más allá de localizar el acimut de las estelas una respecto a la otra, habría que tratar de determinar la altura sobre el horizonte de la montaña posterior a la estela.

El procedimiento de análisis utilizó varias alturas para hacer las estimaciones, como se muestra más adelante, pero es recomendable en una futura visita llevar un instrumento que permita medir con precisión la diferencia de altura angular de una estela respecto a la otra.

Los datos de la situación geográfica de ambas estela son:

ESTELA 10 -	Latitud:	14°50.576' N	Longitud:
89°11.066'W			
ESTELA 12 -	Latitud:	14°50.029' N	Longitud:
89°07.449'W			

A partir de estos datos, se puede determinar el acimut relativo de las estelas, para así poder comparar la posición del sol en estos ángulos.

Estimación del acimut de cada una de las estelas (10 y 12) respecto a la otra

Para determinar el acimut, a partir de las coordenadas geográficas, es necesario utilizar trigonometría esférica.

Sean el Polo Norte de la Tierra, la Estela 10 y la Estela 12 los tres vértices de un triángulo esférico, donde se utiliza el Polo Norte por ser uno de los polos del sistema de coordenadas utilizado (coordenadas geográficas). Sean:

$L1$ = distancia angular entre estelas 10 y 12

$L2$ = distancia angular Polo Norte – Estela 10

$L3$ = distancia angular Polo Norte – Estela 12

$A1$, $A2$ y $A3$ son los ángulos opuestos a los lados $L1$, $L2$ y $L3$ respectivamente, donde los tres lados son segmentos de círculos mayores.

Es fácil obtener la amplitud de dos lados y un ángulo del triángulo, lo cual es suficiente para resolver el triángulo completo. Se deduce entonces que²:

$$L2 = 90^\circ - f_{10} = 90^\circ - 14.8429^\circ = 75.1571^\circ$$

$$L3 = 90^\circ - f_{12} = 90^\circ - 14.8338^\circ = 75.1662^\circ$$

$$A1 = l_{10} - l_{12} = 89.1844^\circ - 89.1242^\circ = 0.0603^\circ$$

Se muestra en la Imagen 5 el ángulo de interés, en color rojo, que es el acimut de la posición de la Estela 10 cuando el observador se encuentra en la Estela 12. Aplicando la ley de cosenos primero, y la ley de senos después, para triángulos esféricos, se obtiene lo siguiente:

$$\cos L1 = \cos L2 \cos L3 + \sin L2 \sin L3 \cos A1$$

$$\cos L1 = \cos(75.1571^\circ) \cos(75.1662^\circ) + \sin(75.1571^\circ) \sin(75.1662^\circ) \cos(0.0603^\circ)$$

$L1 = 0.05898^\circ = 3'32.32''$, que es el ángulo entre las Estelas 10 y 12 medidas desde el centro de la Tierra³.

² Sea l_{10} la latitud de la Estela 10 = $14^\circ 50.576'$ = 14.8429° , l_{10} la longitud de la Estela 10 = $89^\circ 11.066'$ = 89.1844° , l_{12} la latitud de la Estela 12 = $14^\circ 50.029'$ = 14.8338° y l_{12} la longitud de la Estela 12 = $89^\circ 07.449'$ = 89.1242°

³ Nótese que este resultado equivale a 0.05898° o 0.00103 radianes, lo que multiplicado por el radio de la Tierra resulta en 6.57 Km, que es la distancia entre ambas estelas.

$$\text{sen}A2 = \text{sen}A1 \text{ sen}L2 / \text{sen}L1 = \text{sen}(0.0603^\circ) \text{ sen}(75.1571^\circ) / \text{sen}(0.05898^\circ)$$

$$A2 = 81.1214^\circ$$

Acimut = $360^\circ - A2 = 360^\circ - 81.1214^\circ = 278.8786^\circ$, que es el acimut de la Estela 10 encontrándose el observador en la Estela 12.

De la misma manera se puede estimar el acimut de la Estela 12 si el observador se encuentra en la Estela 10:

$$\text{sen}A3 = \text{sen}A1 \text{ sen}L3 / \text{sen}L1 = \text{sen}(0.0603^\circ) \text{ sen}(75.1662^\circ) / \text{sen}(75.1571^\circ)$$

$$\text{Acimut} = A3 = 81.1368^\circ$$

Nótese que como todo está medido sobre la superficie de una esfera, el acimut medido desde una de las estelas no necesariamente debe ser igual a 360° menos el acimut medido desde la otra estela.

Estimación de las declinaciones de la esfera celeste en función de la altura

La declinación de un cuerpo en la esfera celeste se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

send = senf senh + cosf cosh cosA, donde f es la latitud del lugar de observación, h la altura en grados sobre el horizonte del objeto astronómico y A es el acimut medido desde el norte en sentido horario (si A es medido desde el sur, como ocurre en ciertas convenciones, el $\cos A$ de la expresión se convierte en $-\cos A$).

Si se toma como punto de observación la Estela 12, se tienen los siguientes datos:

$$f = 14.8338^\circ$$

$$A = 278.8787^\circ, \text{ medidos desde el N}$$

h = altura aparente del objeto sobre el horizonte

El cálculo de h puede volverse algo complejo si se incluye el efecto de la refracción atmosférica e incluso el tamaño del disco solar. Por ejemplo, un observador percibe la salida del sol antes que éste realmente esté saliendo por el horizonte verdadero. Esto ocurre porque la atmósfera hace ver levemente más arriba los cuerpos astronómicos que lo que realmente están. Por ejemplo la salida del sol se detecta aproximadamente en el momento en que el centro del disco solar se

encuentra a 50 minutos de arco bajo el horizonte, 34 minutos por el efecto de la refracción y 16 minutos por ser el radio aparente del disco solar.

La refracción se puede aproximar por la fórmula de Bennet:

$$R = \frac{60''}{\tan\left(h_0 + \frac{7.31}{h_0 + 4.4}\right)}$$

Análisis de posición de las estelas 10 y 12 respecto a puntos de salida y puesta del Sol

Apoyados en la fórmula de Bennett y en la trigonometría esférica se obtienen los resultados de las tablas 1, 2 y 3:

g – Representa la altura real del Sol sobre el horizonte. La prueba se hace con varias alturas pues se trabaja sobre la hipótesis de que los mayas utilizaban las posiciones de salida y puesta del Sol como referencia localizada a través de la montaña tras la cual salía y no como una proyección del punto del horizonte donde salía el Sol tras la montaña.

R – Refracción, calculada en minutos de arco y estimada a través de la fórmula de Bennett. Indica cuántos minutos de arco eleva la atmósfera aparentemente la posición de un objeto en el espacio. Por ejemplo, si la posición real de una estrella es 4° sobre el horizonte, la refracción hace que este cuerpo se vea en realidad $4^\circ 11.74'$ sobre el horizonte.

+16' – En el caso del Sol, las coordenadas que se obtienen de programas y efemérides es la posición del centro del disco solar. Al ser el Sol un disco de tamaño aparente de $32'$ de arco, entonces el centro del disco solar se encontrará $16'$ de arco del punto del disco solar que se ve exactamente al momento de la salida de éste sobre el horizonte. Por ejemplo, cuando una persona ve salir el Sol, el centro de éste se encuentra aproximadamente $50'$ de arco bajo el horizonte, o sea los $34'$ de la refracción más los $16'$ del semidisco.

H centro Sol (') – Indica en minutos de arco la posición real del Sol cuando éste tiene la altura aparente en grados, indicada en la primera columna. El equivalente en grados y minutos se indica en la columna en amarillo con encabezado $^\circ'$.

d - Pasando a coordenadas ecuatoriales, es la declinación de un cuerpo que se encuentra a la altura indicada en la columna amarilla y a un acimut de 278.88° que es la posición de la Estela 10 respecto a la Estela 12. En la columna con encabezado $^\circ \ ' \ ''$ aparece la conversión a grados, minutos y segundos.

Las columnas siguientes muestran los resultados a analizar. En las columnas cuyo encabezado es FECHA (aprox al 2010) se muestra la fecha de salida del Sol sobre la Estela 10 si se está observando desde la Estela 12, en función de la altura de la montaña tras la estela. Por ejemplo si la altura sobre el horizonte de la montaña tras la Estela 10 es de 6° , el Sol sale exactamente sobre ese punto, visto desde la Estela 12, las fechas 15 de abril y 27 de agosto.

Por supuesto, al tener la hipótesis que fue un marcador maya para las posiciones solares hay que determinar qué movimientos seculares de la Tierra pueden influir en mayor grado en los puntos de salida y puesta del Sol. Se tendrá en cuenta los movimientos de precesión y el cambio de inclinación del eje terrestre.

En el caso del Sol, la precesión no afecta los puntos de salida y puesta del Sol a través de los siglos. La precesión sólo afecta la posición del Sol y del punto Aries respecto al fondo estelar, pero el Sol siempre se movería en una franja delimitada por la inclinación del eje de la Tierra, o sea entre aproximadamente una declinación de -23.5° y 23.5° .

En cambio, la variación de la inclinación del eje terrestre sí hace variar los puntos de salida y puesta del Sol a través de los siglos. Para el caso, la inclinación actual del eje terrestre es de $23^\circ 26'$. En el año 500, dentro del período clásico maya, esta inclinación era de $23^\circ 38'$. La diferencia es de $12'$ de arco, apenas detectable por el ojo, pero esta quinta parte de grado de diferencia mueve las fechas estimadas en la tabla en aproximadamente dos días para el año 500 respecto a la actualidad.

En parte, esta combinación de movimientos puede resultar algo confusa, pero hay que examinar la dependencia de los movimientos aparentes del Sol respecto a diferentes variables. Los solsticios, tanto el de invierno como el de verano, se dan cuando el Sol tiene sus salidas y puestas extremas respecto a los puntos Este y Oeste. Nótese que la declinación del Sol durante los solsticios equivale a la inclinación del eje terrestre. Para la época actual, la declinación del Sol en el cielo corresponde a $+23^\circ 26'$ durante el solsticio de verano, y a $-23^\circ 26'$ durante el

solsticio de invierno, dado que la inclinación del eje terrestre respecto a la normal de la eclíptica es precisamente de $23^{\circ}26'$ en la actualidad. O sea que los puntos de salida y puesta del Sol son dependientes de la inclinación del eje terrestre.

Es independiente el trato que se puede dar a la precesión. Esto se puede determinar de manera más sencilla examinando la relación de la precesión respecto a la variación de las coordenadas absolutas ecuatoriales del Punto Aries, o sea la posición del Sol durante el equinoccio de primavera. Nótese que la precesión hace mover el Punto Aries, 50 segundos de arco al año por sobre la eclíptica, pero siempre resultando en la intersección entre la eclíptica y el ecuador celeste. ¿Qué quiere decir esto? Que el punto Aries siempre conserva su declinación igual a cero y esto confirma su independencia respecto a los puntos de salida y puesta del Sol. El punto Aries originalmente tenía como fondo la constelación de Aries, actualmente es la constelación de Piscis y en un futuro será la constelación de Acuario, con el paso de los siglos. Varía su posición sobre la eclíptica pero no varía su declinación. En conclusión, no afecta los puntos de salida y puesta del Sol.

Observando las fechas y tomando en cuenta la altura de la montaña tras la Estela 10, se concluye que no hay un evento astronómico tal como equinoccios, solsticios o pasos del Sol por el cenit que esté relacionado con la posición de estas dos estelas.

Análisis de posición de las estelas 10 y 12 respecto a puntos de salida y puesta de diferentes estrellas: observaciones desde la Estela 12

Para otras estrellas que no sean el Sol, el único cambio en el análisis es que al ser las estrellas un punto en el cielo y no un disco como en el caso del Sol, ya no hay que sumar los $16'$ de arco en el cálculo.

Si se trabaja bajo el supuesto que las estelas marcaban puntos de salida y puesta de estrellas brillantes, hay que relacionar la declinación en la salida con las estrellas brillantes del cielo. A las estrellas no les afecta en su posición la variación de la inclinación del eje de la Tierra pues esta inclinación es un ángulo entre la eclíptica y el ecuador celeste que sólo afecta al Sol. En cambio la precesión sí influye pues esta precesión “mueve” el fondo estelar al variar la posición de las referencias como por ejemplo el polo norte celeste (en el año 500 la estrella polar se encontraba a casi 10° del polo norte celeste).

Las estrellas de primera o segunda magnitud que se ponían tras la Estela 10 en el año 500 eran Betelgeuse, Altair, Procyon y Aldebarán, aunque no en las posiciones exactas tras la estela sino a unos pocos grados de ella, por lo que no

hay evidencia suficiente para afirmar que las estrellas sirvieron como referencia en la posición de las estelas.

Observaciones desde la Estela 10

Siguiendo el mismo procedimiento que el realizado con la Estela 12, se logra determinar que el acimut de la Estela 12 respecto a la Estela 10 es de 81.1368° , y las fechas de las posiciones del Sol y las estrellas referidas a las declinaciones correspondientes se muestran en la tabla 3, llegando a la misma conclusión de la insuficiencia de evidencia para afirmar que ya sea el Sol, ya sea las estrellas, sirvieron como referencia en la posición de las estelas.

Triangulaciones respecto a la posición de las estelas 10 y 12

El mapa muestra ángulos que parten desde las estelas 10 y 12, que apuntan hacia ángulos aproximados de salida y puesta del Sol durante los solsticios (los ángulos más abiertos), los equinoccios (líneas horizontales) y el ángulo de salida-puesta del Sol el día del paso del Sol por el cenit y su recíproco (los ángulos intermedios).

Tratando de buscar una relación geográfica respecto al Parque Arqueológico, aparentemente relación con solsticios o con el paso del Sol por el cenit parece casi nula en la línea de vista de una estela respecto a la otra.

El punto que sí parece tener sentido es la relación al establecimiento de los límites del Parque donde la Estela 10 marca aproximadamente el paralelo norte al cual limita, por lo que desde dicha estela, y viendo el momento de la salida del Sol durante los equinoccios, se traza una línea que limita al norte con el Parque Arqueológico.

De manera análoga la Estela 12 marca el límite hacia el sur del Parque, por lo que desde esta estela y viendo la puesta del Sol durante los equinoccios, se traza una línea imaginaria que colinda con el límite sur.

Discusión de resultados

La cantidad de datos disponibles acerca de las estelas y sus posibles alineamientos se han ido volviendo más precisos a medida que va mejorando la tecnología con la que se hacen las mediciones respecto a datos que incluso aún se conservan acerca de estudios realizados hace un siglo o más.

Los datos tomados requieren un extenso análisis, pero en lo que concierne a las Estelas 10 y 12, parte central del estudio, se tienen los siguientes resultados:

La observación de la Estela 10 desde la Estela 12 no implica ninguna fecha asociada con los eventos de posición del Sol tales como equinoccios, solsticios o pasos del Sol por el cenit. De igual manera, si se observan estrellas brillantes que pudieron haber servido de referencia para la colocación de las estelas, las mismas no tienen un recorrido que directamente tenga que ver con la Estela 10. Se puede confirmar esto mediante los resultados obtenidos, en los que se tomó en cuenta los efectos de la refracción atmosférica, de la variación de la inclinación del eje terrestre para las posiciones del Sol y la precesión para las posiciones de las estrellas.

La observación de la Estela 12 desde la Estela 10 arroja resultados similares a los anteriores, sin eventos de Sol o de estrellas asociados.

La conclusión más importante indica que la Estela 10 marca el límite norte del Parque Arqueológico. Si se traza una línea hacia el punto de salida del Sol el día del equinoccio, la línea trazada limita aproximadamente al norte del parque. De manera análoga la Estela 12 marca el límite Sur del parque, tomando en cuenta que al trazar una línea desde ella hacia el punto de puesta del Sol durante los equinoccios, la misma pasa aproximadamente al sur del parque.

Una hipótesis que queda abierta es que los alineamientos de una estela respecto a la otra con las puestas del Sol el 12 de abril y el 1 de septiembre, según el arqueólogo Sylvanus Morley (Aveny 2005), si bien no tienen que ver con eventos solares concretos, pudieran ser un indicador climatológico como el inicio de la estación de las lluvias, indicando que era el tiempo de la quema y limpieza de los campos, previa a la siembra de la milpa, por poner un ejemplo. No se dispone de suficientes datos en este trabajo para hacer tal afirmación.

Varias mediciones han de ser tomadas para poder profundizar en los estudios, en particular mejorar las coordenadas geográficas existentes de cada punto, la altura sobre el nivel del mar, así como un perfil del horizonte desde varios lugares críticos, para establecer la variación de la altura respecto al acimut de cada punto del horizonte. También deberá incluirse en estudios posteriores, más estelas que se encuentran fuera del Parque Arqueológico.

Agradecimientos

Agradecemos de manera especial y particular a Don Vito Véliz, ya que sin su apoyo y motivación no se hubiese podido culminar con éxito el trabajo, principalmente basados en su vasto conocimiento en Antropología e Historia, y en particular por todo el acceso que nos brindó durante la visita a Copán Ruinas.

También debemos agradecer a Fernando López quien, de manera muy cordial, nos trasladó a la poco accesible Estela 12 mientras compartía sus conocimientos acerca de la cultura maya y de Copán.

Bibliografía

- Aveny, A. F. OBSERVADORES DEL CIELO EN EL MÉXICO ANTIGUO. México: Fondo de Cultura Económica. 2005.
- Bennet G G. THE CALCULATION OF ASTRONOMICAL REFRACTION IN MARINE NAVIGATION. Journal of Navigation. Cambridge University Press. 1982.
- Berrocoso, M; Ramírez, M E; Enríquez-Salamanca, J M; Pérez-Peña, A. NOTAS Y APUNTES DE TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA Y ASTRONOMÍA DE POSICIÓN. Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz. España. 2003.
- Fash Jr, W L; Long, K Z. MAPA ARQUEOLÓGICO DEL VALLE DE COPÁN. PROYECTO ARQUEOLÓGICO COPÁN. Secretaría de Estado en el Despacho de Cultura y Turismo. Tegucigalpa, Honduras. 1983.
- Instituto Hondureño de Antropología e Historia. PLAN DE MANEJO ZONA ARQUEOLÓGICA DE COPÁN. Tegucigalpa, Honduras. 2005.
- Morley, S. G. THE INSCRIPTIONS AT COPAN. Carnegie Institution of Washington. Publication 219. Washington, D.C. 1920.
- Pineda de Carías, M. C., Veliz, V., & Agurcia, R. ACERCA DE LAS OBSERVACIONES DEL SOL REALIZADAS EN LA GRAN PLAZA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO DE COPÁN RUINAS, HONDURAS. VOL XXI. YAXKIN. 2002.
- Sharer, R. THE ANCIENT MAYA. Stanford University Press. 6a edición. 2006.
- Véliz, V. RUDIMENTOS DE ANTROPOLOGÍA. Litografía López S de RL. Tegucigalpa, Honduras. 1988.



Imagen 1. Vista Sur-Este de la Estela D (fotografía izquierda) y Norte-Oeste (fotografía derecha) a la hora del paso del Sol por el cenit. Fotografía: Roberto Schöngarth.



Imagen 2: Posición de Estelas D, 10 y 12 respecto al Parque Arqueológico y a Copán Ruinas. Fuente: Google Earth.



Imagen 3: Lado oeste de la Estela 12, "La Pintada". Fotografía: Roberto Schöngarth.

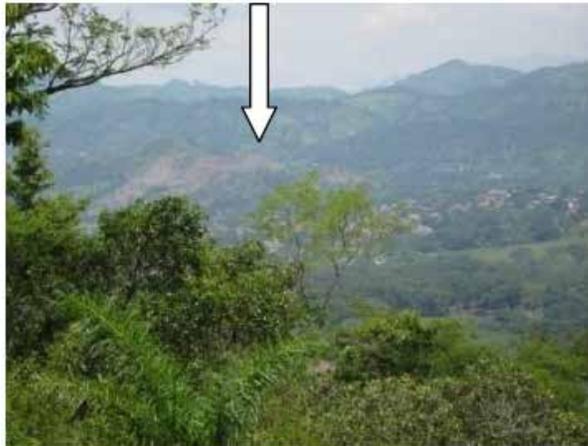


Imagen 4: Fotografía tomada desde la Estela 12 hacia la montaña de la Estela 10. La flecha indica la posición de la Estela 10, la cual no es visible a simple vista desde la Estela 12 debido a la vegetación. Fotografía: Roberto Schöngarth.

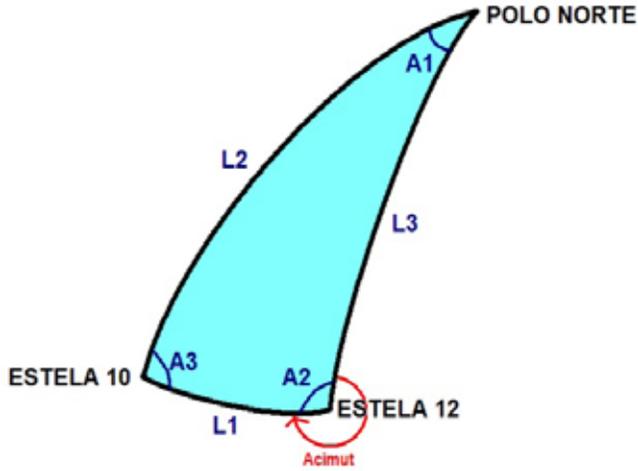


Imagen 5: Triángulo esférico para los cálculos de posición. Elaboración: Roberto Schöngarth.

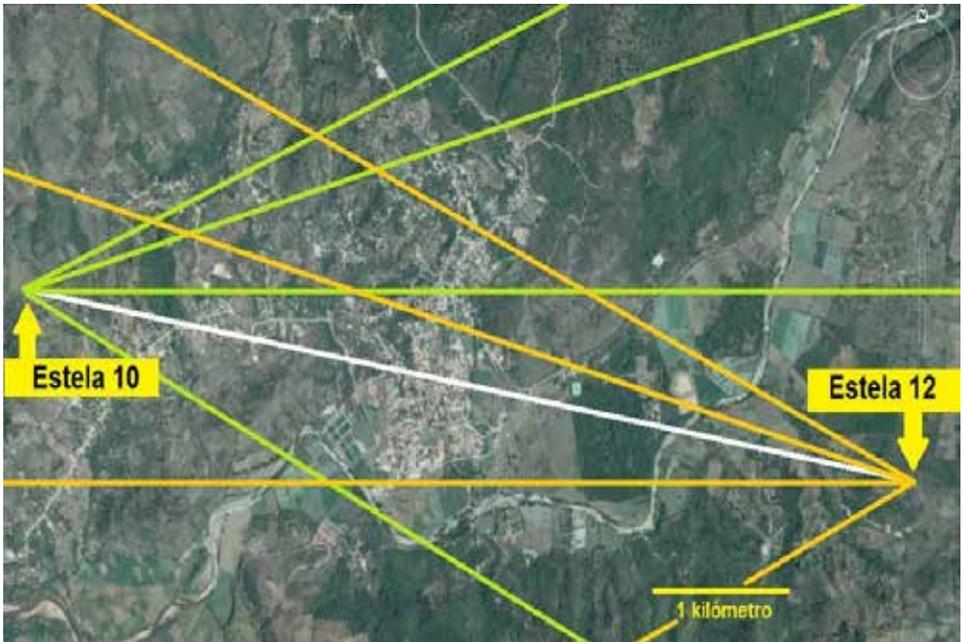


Imagen 6: Líneas de equinoccios, salidas y puestas de sol en su paso por el cenit y solsticios, trazadas desde estelas 10 y 12. Fuente: Google Earth. Cálculos: Roberto Schöngarth.

Altura del centro del disco solar si punto de puesta del Sol se encuentra g grados sobre el horizonte												
g (°)	R (arc min)	+16'	h centro Sol (°)	δ	α	h	ESTRELLA (aprox al 2010)	ESTRELLA (aprox al 500)	FECHA (aprox al 2010)		FECHA (aprox al 500)	
0	34.48	30.48	-50.47753374	-50.48	8.3617	8 21 42.30			11 de abril	31 de agosto	9 de abril	30 de agosto
1	24.33	40.33	19.67087742	0 10.67	8.6652	8 39 54.67			12 de abril	30 de agosto	10 de abril	29 de agosto
2	18.22	34.22	85.78392371	1 25.78	8.9481	8 56 53.02			12 de abril	30 de agosto	11 de abril	28 de agosto
3	14.34	30.34	149.6555776	2 29.66	9.2184	9 13 6.20			13 de abril	29 de agosto	11 de abril	28 de agosto
4	11.74	27.74	212.2638756	3 32.26	9.4805	9 28 48.62			14 de abril	28 de agosto	12 de abril	27 de agosto
5	9.88	25.88	274.1168558	4 34.12	9.7364	9 44 11.15			14 de abril	27 de agosto	13 de abril	26 de agosto
6	8.51	24.51	335.4911028	5 35.49	9.9875	9 59 14.91			15 de abril	27 de agosto	13 de abril	26 de agosto
7	7.45	23.45	396.5462654	6 36.55	10.2342	10 14 1.16			16 de abril	26 de agosto	14 de abril	25 de agosto
8	6.62	22.62	457.3796152	7 37.38	10.4770	10 28 37.19			17 de abril	25 de agosto	15 de abril	24 de agosto
9	5.95	21.95	518.0532643	8 38.05	10.7160	10 42 57.70			17 de abril	25 de agosto	16 de abril	23 de agosto
10	5.39	21.39	578.6084945	9 38.61	10.9514	10 57 5.08			18 de abril	24 de agosto	16 de abril	23 de agosto

Tabla 1: Altura del centro del disco solar si punto de puesta se encuentra g grados sobre horizonte observado desde la Estela 12 hacia la 10. Elaboración: Roberto Schöngarth.

Altura estrella si punto de puesta de la estrella se encuentra g grados sobre el horizonte												
g (°)	R (arc min)	+0'	h centro Sol (°)	δ	α	h	ESTRELLA (aprox al 2010)	ESTRELLA (aprox al 500)	ESTRELLA (aprox al 2010)		ESTRELLA (aprox al 500)	
0	34.48	34.48	-34.47753374	-34.48	8.4313	8 25 52.51	Betelgeuse	Betelgeuse	+7°24'		+5°46'	
1	24.33	24.33	35.67087742	0 35.67	8.7339	8 44 2.13	Altair	Altair	+8°53'		+6°05'	
2	18.22	18.22	101.78392371	1 41.78	9.0161	9 0 57.80	Regulus	Procyon	+11°58'		+7°49'	
3	14.34	14.34	165.6555776	2 45.66	9.2856	9 17 8.30		Aldebarán			+12°14'	
4	11.74	11.74	228.2638756	3 48.26	9.5469	9 32 49.01						
5	9.88	9.88	290.1168558	4 50.12	9.8022	9 48 7.79						
6	8.51	8.51	351.4911028	5 51.49	10.0524	10 3 8.73						
7	7.45	7.45	412.5462654	6 52.55	10.2984	10 17 54.12						
8	6.62	6.62	473.3796152	7 53.38	10.5403	10 32 25.21						
9	5.95	5.95	534.0532643	8 54.05	10.7785	10 46 42.72						
10	5.39	5.39	594.6084945	9 54.61	11.0131	11 0 47.02						

Tabla 2: Altura estrella si punto de puesta se encuentra g grados sobre el horizonte observado desde la estela 12 hacia la 10. Elaboración: Roberto Schöngarth.

Altura del centro del disco solar si punto de salida se encuentra g grados sobre el horizonte											Efecto i			
g (°)	R (arc min)	+0E	h centro Sol (°)	h (rad)	senδ	δ	FECHA (aprox al 2010)		FECHA (aprox al 500)					
0	34.48	30.48	-90.47753374	-90.48	-0.8413	-0.0147	-0.1390	-8.8018	-8.48	10.21	25 de febrero	15 de octubre	23 de febrero	13 de octubre
1	24.33	40.33	19.67087742	0	0.3278	0.0097	-0.1478	-8.5007	-8.30	2.48	26 de febrero	15 de octubre	14 de febrero	12 de octubre
2	18.22	34.12	85.78392371	1	1.4197	0.0250	-0.1429	-8.2129	-8.12	46.35	27 de febrero	14 de octubre	15 de febrero	12 de octubre
3	14.34	30.34	149.9555776	2	2.4945	0.0435	-0.1380	-7.9311	-7.95	55.61	28 de febrero	13 de octubre	16 de febrero	11 de octubre
4	11.74	27.74	212.1638756	3	3.5377	0.0617	-0.1330	-7.6544	-7.39	15.91	28 de febrero	12 de octubre	17 de febrero	10 de octubre
5	9.88	25.88	274.1168558	4	4.5686	0.0797	-0.1284	-7.3778	-7.22	39.90	1 de marzo	12 de octubre	17 de febrero	10 de octubre
6	8.51	24.51	335.4911008	5	5.5915	0.0976	-0.1236	-7.1010	-7.6	3.66	2 de marzo	11 de octubre	18 de febrero	9 de octubre
7	7.45	23.45	396.5461654	6	6.6091	0.1154	-0.1188	-6.8136	-6.49	25.88	3 de marzo	10 de octubre	1 de marzo	8 de octubre
8	6.62	22.62	457.3796152	7	7.6230	0.1330	-0.1140	-6.5451	-6.32	42.95	3 de marzo	9 de octubre	2 de marzo	7 de octubre
9	5.95	21.95	518.0531643	8	8.6342	0.1507	-0.1091	-6.2657	-6.15	56.64	4 de marzo	9 de octubre	1 de marzo	7 de octubre
10	5.39	21.39	578.6084945	9	9.6435	0.1683	-0.1043	-5.9849	-5.59	5.80	5 de marzo	8 de octubre	3 de marzo	6 de octubre

Altura estrella si punto de salida de la estrella se encuentra g grados sobre el horizonte											Efecto precesión			
g (°)	R (arc min)	+0E	h centro Sol (°)	h (rad)	senδ	δ	ESTRELLA (aprox al 2010)		ESTRELLA (aprox al 500)					
0	34.48	34.48	-94.47753374	-94.48	-0.5746	-0.0100	-0.1519	-8.7342	-6.44	3.18	Rigel	-8°11'	Rigel	-11°05'
1	24.33	24.33	95.67087742	0	0.5945	0.0104	-0.1496	-8.4313	-8.25	52.69	Spica	-11°13'	Spica	-9°04'
2	18.22	18.22	101.78392371	1	1.6954	0.0296	-0.1416	-8.1428	-8	34.05				
3	14.34	14.34	165.9555776	2	2.7609	0.0482	-0.1368	-7.8614	-7.51	40.97				
4	11.74	11.74	228.1638756	3	3.8044	0.0664	-0.1320	-7.5831	-7.34	36.86				
5	9.88	9.88	290.1168558	4	4.8033	0.0844	-0.1272	-7.3058	-7.18	30.93				
6	8.51	8.51	351.4911008	5	5.8582	0.1021	-0.1224	-7.0285	-7.1	42.69				
7	7.45	7.45	412.5461654	6	6.8738	0.1200	-0.1175	-6.7506	-6.45	2.19				
8	6.62	6.62	473.3796152	7	7.8997	0.1377	-0.1127	-6.4717	-6.28	18.13				
9	5.95	5.95	534.0531643	8	8.9009	0.1553	-0.1079	-6.1917	-6.11	30.17				
10	5.39	5.39	594.6084945	9	9.9101	0.1730	-0.1030	-5.9109	-5.94	37.67				

Tabla 3: Altura del centro del disco solar y de una estrella si punto de salida se encuentra g grados sobre el horizonte observado desde estela 10 hacia la 12. Elaboración: Roberto Schöngarth.

NOTAS INFORMATIVAS

Revista Ciencias Espaciales, instrucciones a los autores y criterios para el diseño, diagramación y maquetación

Historia:

La Facultad de Ciencias Espaciales (FACES) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras fue creada por el Consejo Universitario en Abril de 2009, en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS) que venía funcionando desde la década anterior. Está organizada en los departamentos académicos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural y Ciencias Aeronáuticas. Un departamento es la unidad académica básica y fundamental de la Universidad que agrupa a una comunidad de docentes especializados en un campo determinado del conocimiento, que trabaja organizadamente en equipo en la docencia, la investigación, la vinculación con la sociedad, la asesoría y gestión académica.

Desde su creación, ha sido política de la FACES el desarrollo de la investigación científica como una de sus actividades académicas más importantes. En consecuencia todos los profesores de sus departamentos, participan y desarrollan proyectos de investigación científica incluidos como parte de la Carga Académica, participando con grupos de investigadores nacionales y extranjeros.

En el año 2009, la producción científica de los profesores de la FACES empezó a hacerse evidente por lo que la Dirección de Investigación de la UNAH dedicó toda la temática de la Revista Ciencia y Tecnología, Número 4, Segunda Época, Junio 2009 (ISSN: 1995 – 9613) para publicar los resultados de los proyectos de investigación científica realizados por el OACS ahora Facultad de Ciencias Espaciales, como un reconocimiento a su esfuerzo y a la integración sistemática de la investigación al trabajo académico universitario.

La motivación para publicar una revista propia de la Facultad de Ciencias Espaciales estaba dada. En 2009, coincidiendo con la celebración del Año Internacional de la Astronomía, en la FACES se creó la Revista Ciencias Espaciales. Esta sería una publicación semestral, dedicando el primer número del año, denominado *primavera* a la producción científica de los diferentes campos del conocimiento trabajados en la FACES; y el segundo número, denominado *Otoño*, dedicado exclusiva y rotativamente a uno de los campos que desarrolla la Facultad.

Descripción de la Revista

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Cada año calendario se publica un Volumen que consta de dos Números. El primero, Número 1, llamado *Primavera*, incluye artículos de los campos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, y Ciencias Aeronáuticas. El segundo, el Número 2, llamado *Otoño*, se dedica rotatoriamente por años, a cada uno de los campos que trabaja la Facultad. Para distinguir cada uno de los campos temáticos, el fondo de la Revista cambia de: azul espacio para Astronomía y Astrofísica, verde tierra para Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, rojo ladrillo para Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, azul cielo para Ciencias Aeronáuticas.

La Revista Ciencias Espaciales tiene un Director y un Consejo Editorial integrado por los profesores de los Departamentos de la Facultad y otros profesores visitantes. Ellos son los encargados de recibir y gestionar el proceso de selección de los artículos, edición y publicación de la Revista. Dependiendo del campo temático del año, rotatoriamente un Editor coordina el Consejo Editorial. La Revista Ciencias Espaciales cuenta además con un Consejo Científico Internacional responsable de velar por la calidad del contenido de la Revista. En el interior de la Portada se publican los nombres del Director, Editor, Miembros del Consejo Editorial y del Consejo Científico.

La Revista Ciencias Espaciales publica artículos de autores nacionales y extranjeros, residentes dentro o fuera del país. Los artículos publicados pueden estar referidos a investigaciones originales en el campo de la Astronomía y la Astrofísica, la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica, la Arqueoastronomía y las Ciencias Aeronáuticas.

nomía y la Astronomía Cultural, y las Ciencias Aeronáuticas. El contenido de cada artículo es responsabilidad de sus autores.

El arte y diagramación de la Revista Ciencias Espaciales es aprobado por la Secretaría Ejecutiva de Desarrollo Institucional de la UNAH y la Editorial Universitaria. Las dimensiones de cada ejemplar son de 23.4x16cm.

Instrucciones a los autores

Cada artículo que se remita para ser publicado en la Revista Ciencias Espaciales debe organizarse en los siguientes apartados: Título del artículo; Nombre de los autores, filiación, dirección y correo electrónico; Resumen y palabras clave, en idioma español e inglés. El texto del documento debe contener un Introducción, descripción de la metodología utilizada, presentación de resultados, discusión y conclusiones. Al final del documento se deben incluir las referencias bibliográficas, seguidas de las Tablas y Figuras utilizadas.

El título:

- Debe escribirse con letra inicial mayúscula.
- Debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector lo esencial del artículo. No debe exceder de 15 palabras.

Los autores:

- El nombre completo de cada uno de los autores debe acompañarse de su grado académico más alto, institución a la que pertenece y cargo que ocupa.
- Indicar el nombre del departamento, institución o instituciones a las que se debe atribuir el trabajo.
- Dirección electrónica, teléfono y la dirección del autor responsable de la correspondencia a la que puede dirigirse avisos sobre el artículo.

Resumen y palabras clave:

- El Resumen debe contener un máximo de 250 palabras.
- Debe contener los objetivos del estudio; metodología, técnicas o procedimientos básicos utilizados; los resultados más destacados y las principales conclusiones. Hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosas o de mayor importancia.
- Después del Resumen se deben incluir de 3 a 5 palabras clave las cuales facilitaran el indizado del artículo.
- El Resumen y las palabras clave deben también ser presentadas en idioma Inglés.

Introducción:

La finalidad de esta sección es ubicar al lector en el contexto en el que se realizó la investigación, por lo que debe mencionar claramente los siguientes aspectos:

- El propósito o finalidad de la investigación: es importante que quede claro cuál ha sido el problema estudiado, y cuál es la utilidad del producto de la investigación (para qué sirve, a quien le sirve, donde se puede usar, etc.).
- Se debe enunciar de forma resumida la justificación del estudio.
- Los autores deben aclarar que partes del artículo representan contribuciones propias y cuales corresponden a aportes de otros investigadores, incluyendo en estos casos las referencias bibliográficas apropiadas.
- En esta sección se describirá de manera muy general la metodología empleada, resultados y las conclusiones más importantes del trabajo.
- Se pueden enunciar los retos que conllevó la realización de la investigación y una explicación breve de cómo se superaron.

Metodología:

En términos generales, es la manera estructurada por medio de la cual se ha logrado obtener conocimiento o información producto de la investigación. En términos prácticos, es la manera seleccionada para solucionar el problema estudiado.

Aquí se describe el diseño del método o del experimento (aleatorio, controlado, casos y controles, prospectivo, etc.). Se indicará con claridad cómo y por qué se realizó el estudio de una manera determinada. Se ha de especificar cuidadosamente el significado de los términos utilizados y detallar de forma exacta cómo se recogieron los datos. Estos métodos se describirán también en el resumen del artículo.

Se describe el área de estudio, población u objetos sobre los que se ha hecho la investigación. Describe el marco y cómo se ha hecho su selección. Describe con claridad cómo fueron seleccionados los sujetos, objetos o elementos sometidos a observación.

Se indica el entorno dónde se ha hecho el estudio. Procure caracterizar el lugar o ubicación escogida.

Se describen las técnicas, tratamientos (siempre utilizar nombres genéricos), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnología, etc. Describa los métodos, aparatos y procedimientos empleados con el suficiente grado de detalle para que otros investigadores puedan reproducir los resultados.

Resultados:

Presente los resultados auxiliándose de tablas y figuras, siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas o figuras; destaque o resuma tan solo las observaciones más importantes. Recuerde que las tablas y figuras deben tener una numeración correlativa y siempre deben estar referidos en el texto.

Los resultados deben ser enunciados claros, concretos y comprensibles para el lector; y por supuesto, se deben desprender del proceso investigativo enmarcado en el artículo.

Discusión:

Haga hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No debe repetir, de forma detallada, los datos u otras informaciones ya incluidas en los apartados de introducción y resultados. Explique en éste apartado el significado de los resultados, las limitaciones del estudio, así como sus implicaciones en futuras investigaciones. Si es posible se compararán las observaciones realizadas con las de otros estudios pertinentes.

Conclusiones:

Son proposiciones o ideas producto o resultado de la investigación realizada, de modo que se deben relacionar con los objetivos del estudio. Evite afirmaciones poco fundamentadas o subjetivas y conclusiones insuficientemente avaladas por los datos.

Agradecimientos:

De manera opcional, al final puede incluir los agradecimientos. Este debe ser un apartado muy breve, en donde se agradece a las personas que han colaborado con la investigación, pero que no cumplan los criterios de autoría. Por ejemplo, se puede dar gracias a los que colaboraron con la ayuda técnica recibida, o en la escritura del artículo. También puede incluir en los agradecimientos el apoyo financiero y los medios materiales recibidos.

Bibliografía:

Este apartado se construye de acuerdo a las normas internacionales APA, distinguiendo si la cita se refiere a un solo autor o a varios autores de un artículo, al autor de un libro, sección o capítulo de un libro, a una referencia de una publicación periódica u obtenida en Internet. En tal sentido, es necesario incluir todas las fuentes que sustentan la investigación realizada y que se usaron directamente en el trabajo.

Tablas, Figuras y leyendas de las figuras

Tablas:

- Se enumeran correlativamente desde la primera hasta la última. Asígneles un breve título a cada una, pero no dentro de estas.
- En cada columna figurará un breve encabezamiento.
- Las explicaciones o información adicional se pondrán en notas a pie de la Tabla, no en el título de la tabla. En estas notas se especificarán las abreviaturas no usuales empleadas, para hacerlo se usarán como llamadas.
- Identifique las unidades de medida utilizadas. Asegúrese de que cada Tabla se halle citada en el texto, recuerde que sin esa referencia su presencia en el artículo no tiene validez.

Figuras:

- Las figuras se numerarán consecutivamente según su primera mención en el texto, desde la primera hasta la última. El formato, letras, números y símbolos usados en las figuras, serán claros y uniformes en todos los que aparezcan en el artículo.
- Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en las leyendas de las figuras y no en las mismas figuras.
- Si se emplean fotografías de personas, figuras o imágenes que no son de elaboración propia, se deberá incluir el permiso por escrito para poder utilizarlas.
- Todas las figuras, fotografías e ilustraciones debe tener un pie de imagen que las identifique.

Unidades de medida:

Las unidades de medida se deben expresar en unidades del sistema métrico decimal. Se debe tomar como referencia el Sistema Internacional de Unidades.

Abreviaturas y símbolos:

En las siglas, abreviaturas y símbolos, use únicamente las normalizadas. Evite las abreviaturas en el título y en el resumen. Cuando en el texto se emplee por primera vez una abreviatura o sigla, esta irá precedida del término completo, salvo salvo si se trata de una unidad de medición común.

Recomendaciones generales para presentar el artículo:

- Todo el artículo debe presentarse con letra Arial Narrow, tamaño 12.
- Inicie cada sección o componente del artículo después de donde terminó el anterior.
- La extensión total del artículo tendrá un máximo de 17 páginas, a doble espacio.
- Las tablas deben enviarse en formato digital, una tabla por página.
- Las figuras deben enviarse en formato digital, con la mayor resolución posible y en un formato jpg. Una figura por cada página.
- Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado, para la utilización de figuras o ilustraciones que puedan identificar a personas o para imágenes que tengan derechos de autor. Adjunte la cesión de los derechos de autor y formularios pertinentes.
- Todo el artículo se imprimirá en papel blanco tamaño carta, con márgenes de 2 cm a cada lado (superior, inferior, derecho e izquierdo). El papel se imprimirá en una sola cara.
- Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por el título. El número de página se ubicará en el ángulo inferior derecho de cada página.
- En la copia en soporte electrónico (en CD, memoria o correo electrónico) se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: a) Cerciorarse de que se ha incluido la misma versión del artículo impreso; b) Incluir en el CD, memoria

correo electrónico, solamente la última versión del manuscrito; c) Especificar claramente el nombre del archivo; d) Etiquetar el CD, memoria o el correo electrónico correctamente; e) Facilitar la información sobre el software y hardware utilizado, si procede.

Criterios para el diseño, diagramación y maquetación de la Revista Ciencias Espaciales

De la Portada:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 48. Color: blanco.
- Publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales FACES.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Número, Volumen, Año, Temporada.
- ISSN: 2225 – 5249
- Tipo: Arial Narrow. Tamaño: 14. Color: blanco.

Imágenes y logos:

- Logo de la UNAH
- Imagen alusiva al contenido

Color de fondo:

- Revista Ciencias Espaciales de Astronomía y Astrofísica: Azul espacio. R:42, G:75, B:106.
- Revista Ciencias Espaciales de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural: Rojoadrillo. R:130, G:47, B:44.

- Revista Ciencias Espaciales de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica: Verde Tierra. R:0, G:124, B:103.
- Revista Ciencias Aeronáuticas: Azul cielo. R:160, G:199, B:230.

Dimensiones:

- 23.4 x 16 cm. Grosor varía.

Del Lomo:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 12, Color: Blanco.
- Número x, Volumen x, Año xxxx, Mes xxxxxxxx, Temporada xxxxx.

De la contraportada:

Imágenes y logos:

- UNAH.
- Facultad de Ciencias Espaciales.

Del interior de la Revista:

Texto:

- Tipo de letra: Arial Narrow. Tamaño: 12.
- Espaciado: Anterior 0 puntos. Posterior 10 puntos. Interlineado: mínimo.
- Márgenes: superior: 0.8 pulgadas, izquierdo: 0.8 pulgadas, inferior: 1 pulgada, derecho: 0.5 pulgadas.
- Figuras: Tipo de letra: Arial Narrow. Tamaño: 12.

Las páginas de la derecha deben llevar:

- En la parte superior el nombre del artículo.
- En la parte inferior Facultad de Ciencias Espaciales y el número de página.

Las páginas de la izquierda deben llevar:

- En la parte superior: Revista Ciencias Espaciales, Número x, Volumen x, Año xxxx, Mes xxxxxxxx, Temporada xxxxx.
- En la parte inferior Facultad de Ciencias Espaciales y el número de página.