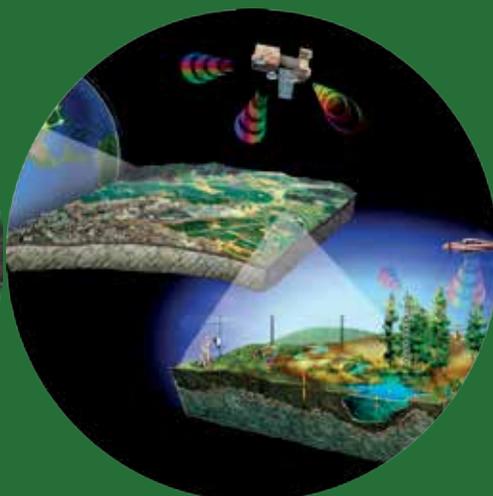


CIENCIAS ESPACIALES

Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen 6, Número 1 Primavera, 2013
ISSN: 2225-5249



CIENCIAS ESPACIALES

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

Volumen 6, Número 1 Primavera, Año 2013. ISSN: 2225-5249

Portada:

Campos del conocimiento de la Facultad de Ciencias Espaciales: Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, Ciencias Aeronáuticas.

Fuente de imágenes: Recuperado de Google

Directora

María Cristina Pineda de Carías

Edición

Yessica Sosa
Antonio Carías
Eduardo Moreno

Consejo Editor

Martha Talavera
Yessica Sosa
Eduardo Rodas
Alex Matamoros

Consejo Científico

Gustavo Buzai
Joaquín Bosque Sendra
Marcos Carías
Silvia Fernández

Diagramación y Maquetación

Michelle Sosa
Elizabeth Figueroa M., contenido
Editorial Universitaria, portada y contraportada
SEDI UNAH

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 6, Número 1 Primavera, 2013

ARTÍCULO DE FONDO

- Composición y Estructura Florística en Fragmentos de Bosques en los Municipios de Yuscarán, Oropolí y Guinope, Departamento de El Paraíso, Honduras, C.A
Thelma María Mejía Ordóñez 6

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

- Correlación entre la Variabilidad en la Banda Vlf en Francisco Morazán y la Actividad Solar
Adan Artola, Edwar Milla, Paolo Estrada 24

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- Sistemas de Información Geográfico en el Manejo de los Servicios Básicos de Salud en el Municipio de San José Colinas, Santa Bàrbara, Honduras
Yeny Maribel Castellanos 42

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica a la Georeferenciación de Sitios Arqueológicos, como aporte al Desarrollo de un Atlas Arqueoastronómico de Honduras
Josue Erubel Ramos. 53
- Identificación de Características Arqueoastronómicas en el Parque Arqueológico de Copán Ruinas
Marco Antonio Pineda Montoya. 73

CIENCIAS AERONÁUTICAS

- Cobro de Servicios Aeroportuarios a Aeronaves Privadas en el Aeropuerto Internacional Toncontín
Alex Matamoros, Jose Orlando Ramos 104
- Bases para el Establecimiento de las Ciencias Aeronáuticas en la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Omri Amaya 118

NOTAS INFORMATIVAS

- Revista Ciencias Espaciales, instrucciones a los autores y criterios para el diseño, diagramación y maquetación 138

ARTÍCULO DE FONDO

Composición y estructura florística en fragmentos de bosques en los municipios de Yuscarán, Oropolí y Güinope, Departamento de El Paraíso, Honduras, C.A.

Thelma María Mejía Ordóñez

Resumen

En el Área Protegida “Reserva Biológica Yuscarán” los ecosistemas presentan una alta fragmentación quedando pocos fragmentos de su vegetación original. El objetivo fue determinar la composición y estructura florística en 5 fragmentos. Las mediciones se realizaron entre junio-agosto de 2011, en parcelas de 20 X 50m y 20 X 20m. Se registró todos los individuos con DAP ≥ 2.5 cm. Se calculó la densidad, dominancia, Índice de Diversidad. Se registró un total de 1339 individuos ≥ 2.5 cm de DAP, que representan 104 especies de 48 Familias y 81 Géneros. La abundancia y número de especies fue mayor en El Cerro Las Lechuzas. La Familia más numerosa fue la Fabaceae (leguminosas) con 19 especies. Las especies con mayor índice de valor de importancia fueron *Pinus oocarpa*, *Pinus maximinoii*, *Mirospermum frutescens*. Se registró un individuo con 90 cm de DAP de la especie endémica *Ilex williamsii*, en el Cerro El Zapotillo. Se registró 4 especies de preocupación especial *Quercus bomelioides*, *Vitex gaumeri*, *Persea schiedeana* y *Guaicum sanctum*. El presente estudio es uno de los primeros en el área y se concluye que alberga una alta diversidad y que probablemente existen otras especies que falta registrar.

Palabras claves: Fragmentación, estructura florística, composición florística, abundancia, dominancia, diversidad, índice de valor de importancia.

Thelma María Mejía Ordóñez (mejiaordonez@gmail.com) Escuela de Biología, UNAH y Fundación Yuscarán. Teléfono: 99903885

Introducción

Las áreas protegidas de Honduras comprenden una superficie de 3,999,196.722 Ha que representan un 29.55% de la superficie total del país (112,482 km²). Se distribuye esta superficie en 91 áreas protegidas (50 áreas prioritarias y 41 áreas no prioritarias). El Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras (SINAPH) está integrado por el conjunto de áreas protegidas legalmente declaradas bajo protección con fines de conservación de la diversidad biológica. Están clasificadas en 19 categorías de manejo, predominando las reservas biológicas y los parques nacionales (DAP, 2009).

Una de las actividades principales en el manejo de las áreas protegidas es la gestión y promoción de la investigación científica en temas sobre la biodiversidad, dinámica de ecosistemas, contaminación, entre muchas otras, con el objetivo de contar con información sobre riqueza de especies, tamaño de las poblaciones, la integridad ecológica del área, etc.

Sin embargo, la falta de investigaciones que informen sobre la estructura y composición de especies en las Áreas Protegidas de Honduras, trae como consecuencia la poca valoración de los fragmentos remantes, como refugios de la biodiversidad, especialmente la que presenta amenazas por causas de la pérdida de su hábitat como resultado de la fragmentación. La valoración de la vegetación natural remanente es de mucha importancia para el establecimiento de medidas de protección y conservación de nuestra biodiversidad.

La Fundación Yuscarán, con sede en la ciudad de Yuscarán, cabecera municipal del Departamento de El Paraíso, como responsable del manejo del Área Protegida Reserva Biológica Yuscarán y la Coordinación de Carrera de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de la UNAH, firmaron una Carta de Entendimiento para desarrollar un proyecto de investigación sobre el estado de la biodiversidad en la reserva, que se encuentra ubicada entre los municipios de Yuscarán, Oropolí y Güinope del Departamento de El Paraíso.

El Proyecto de Investigación enfocó sus estudios en los componentes de Flora y Fauna. En el componente de Flora se integró un estudio botánico y un estudio ecológico sobre la composición y estructura florística de las comunidades vegetales del sitio.

El objetivo principal del proyecto fue el levantamiento de información sobre la biodiversidad en la Reserva Biológica Yuscarán y su área de influencia en el marco del Corredor Biológico "La Unión", que integra los fragmentos de bosques

y vegetación natural que están fuera del área protegida y que se ha comprobado funcionan como corredores biológicos y como objetivos específicos de la presente investigación se planteó caracterizar las comunidades vegetales en cuanto a su estructura y composición florística, evaluando la abundancia, dominancia, la importancia ecológica de las especies y la detección de especies de preocupación especial en los sitios evaluados.

Descripción Del Área De Estudio

Ubicación geográfica de la Reserva Biológica Yuscarán

El Área Protegida "**Reserva Biológica de Yuscarán**" (RBY), está ubicada en el Departamento de El Paraíso entre los municipios de Yuscarán, Güinope y Oropolí, está conformada por los cerros Monserrato, El Volcán y El Fogón, su altura máxima de 1991 msnm se encuentra en el Cerro El Volcán. La Reserva cubre un área total de 4,187 ha, de las cuales 1,562 ha corresponden a la zona núcleo y 2,625 ha a la zona de amortiguamiento (Fig.1).

El **Municipio de Yuscarán** del Departamento de El Paraíso, tiene una extensión de 336.3 Km.² Su cabecera municipal se encuentra a 950 metros sobre el nivel del mar (msnm). Fue fundado en el año de 1730. Está ubicado a 65 Km. de Tegucigalpa, y es la Cabecera del departamento de El Paraíso. El Municipio de Yuscarán, limita al Norte con los Municipios de Morocelí y Potrerillos, al Sur con los Municipios de Oropolí y Alauca, al Este con los Municipios de Jacaleapa, San Matías y Alauca, y al Oeste con los Municipios de Güinope y San Antonio de Oriente. Políticamente está conformado por 19 aldeas. El Municipio de Yuscarán fue decretado Monumento Nacional en el año de 1979, por sus construcciones antiguas que aún se encuentran en el casco urbano, además su topográfica caracteriza la irregularidad sus calles, senderos y la riqueza del paisaje urbano.

Durante los siglos XVIII y XIX la explotación minera fue el principal rubro económico, actualmente las boca-minas e instalaciones mineras abandonadas, son representantes de esta actividad en la que se explotó la riqueza de la zona, primero por los españoles y luego por compañías norteamericanas. El municipio de Yuscarán es de vocación forestal, pero su principal actividad es la agricultura de cultivos tradicionales a pequeña escala como el maíz, frijol, café, hortalizas; esta actividad se complementa con el manejo de ganado vacuno y otras especies como gallinas y cerdos. También forma parte de la actividad económica algunas microempresas dedicadas a la siembra de ornamentales como las rosas, elaboración de cera líquida, desinfectantes jabón de zabala.

El Municipio de **Oropolí** del Departamento del El Paraíso, tiene una extensión de 159 Km.² Su cabecera municipal se encuentra a 550 msnm y se caracteriza por la presencia de bosque seco en la mayor parte de su área. Limita al Norte con el Municipio de Yuscarán, al Sur con los Municipios de San Lucas y San Antonio de Flores, al Este con el Municipio de Alauca, y al Oeste con el Municipio de Güinope. Políticamente está conformado por 11 aldeas. El Municipio de Oropolí es de vocación agropecuaria y la mayor parte de su población se dedica principalmente a la agricultura de cultivos especialmente granos básicos y hortalizas.

El Municipio de **Güinope** del Departamento de El Paraíso, se encuentra ubicado a unos 26 Km al Sur del Valle El Zamorano sobre la carretera hacia la ciudad de El Paraíso. Posee una extensión territorial de 203.85 Km², con una altitud promedio entre los 700 y 1,250 msnm. Limita al Norte con el Municipio de San Antonio de Oriente del departamento de Francisco Morazán, al Sur con el Municipio de San Lucas del departamento de El Paraíso, al Este con los Municipios de Oropolí y Yuscarán del departamento de El Paraíso y al Oeste con el Municipio de Maraita del departamento de Francisco Morazán.



Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la Reserva Biológica Yuscarán, mostrada en líneas azules sobre la hoja cartográfica

Caracterización Biofísica

Geología

Basados en el Mapa Geológico de Honduras (IGN), la RBY está formada por rocas volcánicas terciarias y sedimentarias de tipo riolítico y andesítico, rocas sedimentarias derivadas de rocas volcánicas y lavas de Riolitas, andesita y basalto. La formación Matagalpa es parte de la geología del área en la cual domina la andesita, basalto y sedimentos piroclásticos asociados.

Geomorfología

Se encuentra ubicada en una posición fisiográfica montañosa con grandes variaciones de elevación, las cuales forman fuertes depresiones o derrapes y áreas fuertemente escarpadas e inclinadas. Existen pequeños valles intermontanos con topografía irregular y de pendientes leves o suaves, la elevación sobre el nivel del mar varía entre 800 y 1991 metros.

Suelos

En el Área se presentan dos series de suelos la Serie Mulule y la Serie Yoro. En la serie Mulule el relieve es ondulado con pendientes entre 30 y 65%, son suelos poco profundos, bien drenados y moderadamente ácidos, con una textura franco arenoso. Los suelos de esta serie son de vocación forestal. En la Serie Yoro el relieve es fuertemente ondulado, con pendientes comprendidas entre 25 y 7%. Son suelos profundos, ácidos y desarrollados sobre cenizas volcánicas con una textura franco arenoso en los dos primeros horizontes y arcilloso areno en los demás.

Hidrología

La red hidrográfica de la RBY está formada al Norte por el río La Montaña, las quebradas de Bachan, Quebrada Grande y Quebrada Piedra de la Aurora; al Sur por las Quebradas del Miguel, Las Calderas, Las Lomas, El Zaray y El Zapote, todas son afluentes del río La Pita.

La Reserva Biológica Yuscarán (RBY) es la principal fuente abastecedora de agua que beneficia a los habitantes de varias comunidades de los Municipios de Yuscarán, Oropoli y Guinope. En el Municipio de Yuscarán abastece a la ciudad de Yuscarán, a las Aldeas de El Robledal, Agua Zarca, Chagüite Sur, Bachán, Ocotál, La Crucita y La Cidra. Al Norte la fuente de agua es abastecida por El Río La

Montaña, la Quebrada de Bachán, la Quebrada Grande y la Quebrada Piedra de la Aurora, aquí también se favorece el Valle de El Zamorano.

Al sur de la RBY se benefician de la fuente de agua algunas comunidades del Municipio de Güinope, en esta zona la fuente de agua es nutrida por la Quebrada de La Laguna, Quebrada Zapote y Quebrada El Horno. El Municipio de Oropoli también se beneficia con las aguas que le proporcionan las quebradas del Maguey, Las Calderas, Las lonas, El Zaray y El Zapote, todas ellas afluentes del río La Pita, que abastecen los sistemas de riego de diferentes comunidades.

El Clima

La precipitación promedio anual de la zona se registra con 1,562 mm, distribuida en dos épocas bien marcadas de seis meses cada una. Los promedios anuales varían según la altitud entre 1600 mm en las partes más bajas y 2000 mm en las partes más altas de la reserva.

Se registra una temperatura promedio anual de 21.81°C variando desde 21°C en elevaciones de 1000 msnm a los 10°C en los picos más altos. En enero se registra el promedio más bajo (19.6 °C) y en los meses de abril y mayo los valores promedios más altos (23.6 °C y 23.7 °C respectivamente).

La evapotranspiración potencial (ETP) registra valores menores que la precipitación anual, los valores mensuales oscilan entre 91.8 y 141.0 mm y los valores más bajos se presentan en los meses de septiembre y noviembre (91.8 y 96.9 mm respectivamente), el valor más alto se presenta en el mes de abril con 141.0.

La humedad relativa promedio anual es de 73.5%, presenta un rango promedio de 58.3 a 89.2%. El valor más bajo se presenta en Febrero (58.3%) y el valor más alto en el mes de septiembre (89.2%). El promedio de humedad relativa en época seca es de 43.8% y para la lluviosa de 56.2%.

La Fauna

En la RBY se han registrado especies de preocupación especial por su situación de amenaza en la disminución de sus poblaciones, debido a la destrucción del hábitat, al consumo de su carne a la caza para el uso de pieles, entre estas especies podemos mencionar el quetzal (*Pharomacrus mocinno*) al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) al chanco de monte y al gato de monte. No se conoce la situación actual de las poblaciones de estas y otras especies de fauna presentes en la reserva.

Los Ecosistemas Vegetales

Según el Mapa de Ecosistemas Vegetales de Honduras (AFE/COHDEFOR-BM, 2001), en el área de estudio se han identificado 4 ecosistemas vegetales: Bosque Tropical Siempreverde Estacional Latifoliado Montano Superior, Bosque Siempreverde Estacional Mixto Montano Inferior, Bosque Siempreverde Estacional Aciculifoliado Montano Inferior, Arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas sobre tierras pobres, bien drenado (Figura 2).

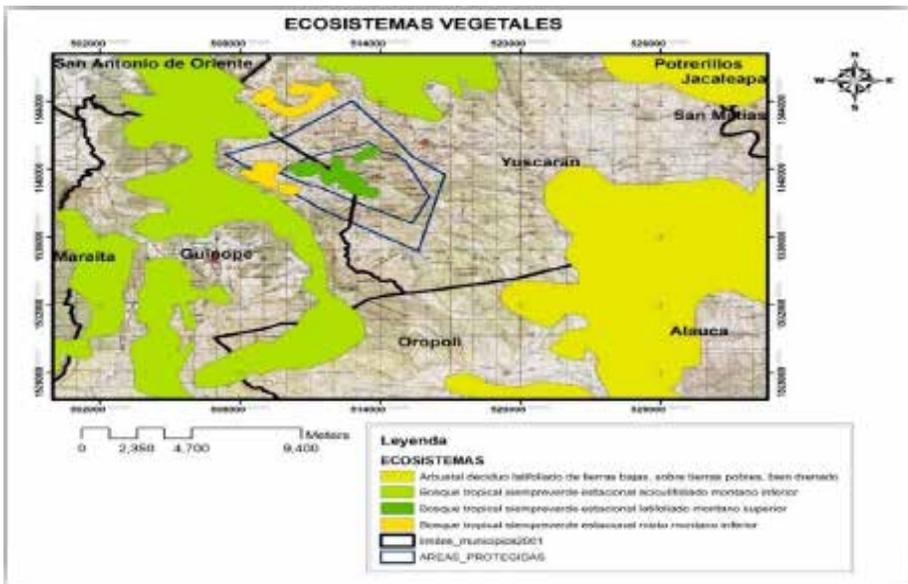


Figura 2. Mapa de Ecosistemas vegetales del área de estudio

Metodología

Se seleccionó 6 sitios de muestro considerando la presencia de remanentes de bosques que representan los ecosistemas vegetales del área de estudio (Figura 3).

Se estableció 11 parcelas temporales de diferentes tamaños: 6 de 20 X 50m, 5 de 20 X 20m y se hizo dos evaluaciones sin parcela. El Cuadro No. 1 muestra la información de los sitios evaluados.

El levantamiento de los datos de campo se realizó en el periodo de junio a agosto de 2011.

Cuadro 1. Sitios de muestreo, tamaño de la parcela, coordenadas de ubicación geográfica y código del sitio.

GIRA	NOMBRE DEL SITIO/NUMERO DE MUESTRA	COORDENADAS (UTM)		ALTURA (msnm)	CODIGO SITIO
		X	Y		
1	SITIO 1: GRANADILLA, YUSCARAN MUESTRA 1: La Torera, por la Laguna, Parcela 20 X 50 m	511848	1540479	1731	1GRA1
2	SITIO 2: EL TAMARINDO, YUSCARAN MUESTRA 2: El Cerro, parcela 20 X 20 m MUESTRA 3: Bosque de Galeria, Quebrada cerca de la Escuela, Parcela 20 X 20 m	525995 525752	1534739 1534483	571 475	2TAM2 2TAM3
	SITIO 3: LA ESPERANZA, OROPOLI MUESTRA 4: Potrero arbolado, sin parcela MUESTRA 5: Bosque de Galeria, sin parcela	520536 520830	1525822 1525983	500 448	3ESP4 3ESP5
3	SITIO 4: EL PERICON, YUSCARAN MUESTRA 6: Cerro Ojo de Agua, Bosque Pino- Encino, parcela 20 X 50 m MUESTRA 7: Cerro La Eminencia, parcela 20 X 50 m MUESTRA 8: Bosque pino de la bajura, Parcela 20 X 20 m MUESTRA 9: Bosque pino de la bajura, Parcela 20 X 30 m	515768 515082 517297 516713	1536722 1536584 1535797 1536027	1362 1456 945 1042	4PER6 4PER7 4PER8 4PER9
4	SITIO 5: GUINOPE MUESTRA 10: Montaña El Zapotillo, parcela 20 X 20 m MUESTRA 11: Cerro El Volcan, parcela 20 X 50 m	505928 511565	1530852 1540019	1894 1820	5GUI10 5GUI11
5	SITIO 6: EL RODEO, YUSCARÁN MUESTRA 12: Las Barrancas, Parcela 20 X 20 m MUESTRA 13: Cerro Las Lechusas, Parcela 20 X 50 m	524777 523889	1535579 1538084	560 511	6ROD12 6ROD13

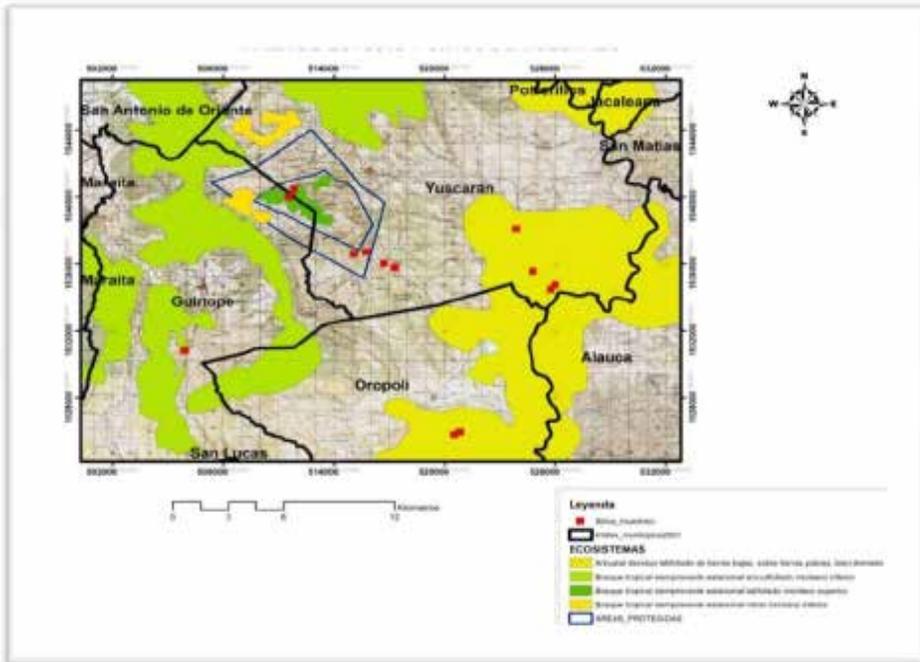


Figura 3. Mapa del área de estudio donde se muestra los sitios de muestreo en puntos rojos, ubicados en los tres diferentes ecosistemas del área de estudio

En cada una de las parcelas se evaluó todos los individuos con un $DAP \geq 2.5$ cm, no se incluyó epifitas, hierbas y lianas. Se colectó una muestra botánica cuando el individuo estaba estéril y tres copias de individuos fértiles (flores, frutos o ambos), fueron numeradas de acuerdo a la parcela correspondiente. La altura fue estimada de manera aproximada por observación. La identificación de las especies se realizó en el Herbario TEFH de la Escuela de Biología-UNAH.

Para el análisis de la estructura vegetal de cada remanente, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI). El Índice de Valor de Importancia es un método para evaluar la dominancia y caracterizar una comunidad vegetal. Fue creado por Curtis y McIntosh (1951), bajo la premisa de que *“la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una vegetación”*. El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie, dentro de una comunidad.

El IVI es uno de los índices más utilizados en el análisis de ecosistemas tropicales (Lamprecht, 1990; Plonczak, 1993; Dezzeo et al., 2000; García et al,

2010). Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; no se presta a interpretaciones subjetivas. Además, suministra una gran cantidad de información en un tiempo relativamente corto. Soporta análisis estadísticos y es exigente en el conocimiento de la flora. El método no sólo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico, como la densidad y la biomasa (por especie y por parcela). Este último, es un carácter básico para interpretar la productividad de un sitio, lo cual depende en gran medida del bio-clima y de los recursos edáficos.

En el IVI, la dominancia se evaluó el área basal o superficie que ocupa un tallo que posee un diámetro o circunferencia determinado. Este parámetro tiene una relación directa con la cobertura o la biomasa.

El Índice de Importancia (Ii), es una simplificación del IVI de Curtis y McIntosh (1951) donde se obvia la Frecuencia, es muy susceptible al tamaño de las sub-parcelas. Por consiguiente, el Índice de Importancia (Ii) para este estudio se calculó con la siguiente ecuación:

$$Ii = A\% + Dom\%$$

Donde:

- A% = abundancia relativa
- Dom% = dominancia relativa

Diversos trabajos han utilizado este indicador, entre ellos conviene mencionar a Ramírez (1995), en los Llanos Occidentales de Venezuela; Ramírez-García et al. (1998), en manglares de México y Dewalt *et al.* (2003), en Panamá. Tiene las mismas ventajas del IVI. Pero, el Ii parece ser más adecuado en parcelas pequeñas, donde el tamaño de las sub-parcelas hace inconveniente el cálculo de la frecuencia.

Resultados

Composición y estructura florística

Los resultados de la composición florística del área de estudio a nivel todos los sitios evaluados, muestran que se registró un total de 1339 individuos, distribuidos en 48 Familias, 81 Géneros y 104 especies identificadas, el mayor número se encontró en el sitio de muestreo llamado Cerro Las Lechuzas, de El Rodeo, Yuscarán, en una parcela de 20 X 50m. La Familia más numerosa resultó ser la

Fabaceae (leguminosas) con 19 especies, seguida de la Fagaceae (los robles) con 8 especies, la Rubiaceae (la familia del café) con 5 especies. Un total de 26 individuos no fueron identificados taxonómicamente debido a que no se pudo obtener una muestra botánica fértil, algunas veces por la altura de los individuos otras debido a su estado fenológico estéril. (Cuadro No.2).

En cuanto a la estructura de las comunidades, la distribución diamétrica mostro que 344 individuos están agrupados en un DAP (Diámetro a la altura del Pecho, tomándolo a 1.30m) entre 2.5 y 4.99, 445 en un DAP entre 5 y 9.99 y 550 en un DAP mayor de 10.

En el Bosque Nublado se evaluaron 3 parcelas: 1 en Yuscarán y 2 en Güinope, en la primera se encontró 24 especies, en la segunda 13 y en la tercera 20, esta última corresponde a la muestra del Cerro El Volcán, un sitio muy bien conservado pues mostro arboles con DAP mayores de 100 cm y abundantes helechos arborescentes de más de 2 metros de altura (Fig. 4).

El bosque de pino y pino-encino que se encuentra en el Sitio 4 El Pericón, Yuscarán, fue evaluado mediante 4 muestras, aquí se midieron 260 individuos, dentro de los cuales se encontró 4 especies diferentes de robles y dos especies de pinos. Aproximadamente el 50% de los individuos se encuentra agrupados en la Clase Diamétrica de mayor de 10 cm.

Sitio	Número Familias	Número Géneros	Número Especies	Numero de especies e individuos por clases diamétricas						Número Total Individuos
				2.5-4.99		5-9.99		> 10		
				Num. Esp.	Num. Ind.	Num. Esp.	Num. Ind.	Num. Esp.	Num. Ind.	
1GRA1	13	14	24	18	93	17	79	13	72	244
2TAM2	7	12	17	12	102	10	39	3	11	152
2TAM3	13	16	17	13	40	10	41	7	22	103
3ESP4	5	6	6	0	0	2	6	5	40	46
3ESP5	12	16	19	2	2	8	16	15	61	79
4PER6	4	5	7	1	1	4	10	7	71	82
4PER7	2	4	4	0	0	1	1	4	33	34
4PER8	4	4	4	1	2	3	16	2	18	36
4PER9	3	3	3	2	7	2	15	3	29	51
5GUI10	12	12	13	5	13	5	42	10	33	88
5GUI11	9	10	20	1	3	7	70	17	53	126
6ROD12	12	15	18	8	40	11	42	13	25	107
6ROD13	18	25	25	17	41	20	68	21	82	191
TOTAL	48	81	130	68	344	69	445	84	550	1339

Cuadro 2. Composición y estructura florística en los sitios de muestreo



Figura 4. Aquí se muestra algunos individuos que definen la estructura de la vegetación en los sitios de muestreo, por sus prominentes características: a) individuo de más de 90 cm de DAP y arriba de los 25 metros de altura (aproximada), del Sitio Cerro El Zapotillo; en b) y d) dos individuos de más de 40 metros de altura y un DAP mayor de 100 cm, estos del Cerro El Volcán; en d) vemos un individuo del genero *Quercus* de más de 25 metros en el bosque de pino encino de El Pericón y en e) un individuo de *Pinus maximinoi* de 85 cm dimétricos con más de 30 metros de altura, en el área del Cerro La Eminencia.

Índice de Importancia (Ii)

La especie dominante con el más alto valor de importancia fue *Pinus Oocarpa* con 153.9 del Sitio El Pericón, Yuscarán; 4 especies con alto índice representan al Bosque Seco y para el Bosque Nublado tenemos a la *Psychotria panamensis*, con un índice de 73.2, esta especie resulto muy abundante en el sotobosque (Cuadro No. 3).

Nombre común	Nombre Científico	Sitios de Muestreo									Ecosistema
		2TAM2	2TAM3	3ESPS	4PER6	4PER7	4PER8	4PER9	5GUI11	6ROD12	
Chaperma negra	<i>Mirosporum frutescens</i>	133.4									Bosque seco
Jiñicua	<i>Bursera simaruba</i>		89.8								Bosque seco
Almendra de río	<i>Andira inermis</i>			77.5							Bosque seco
Pino	<i>Pinus oocarpa</i>				57.1		137.6	153.9			Bosque de pino-encino
Pino	<i>Pinus maximiliani</i>					102.6					Bosque de pino
Sin nombre común	<i>Psychotria panamensis</i>								73.2		Bosque Latifoliado
Huesito	<i>Allophylus racemosus</i>									58.1	Bosque seco

Cuadro 3. Índice de Importancia (Ii), para las especies

Especies de Preocupación Especial

Es muy importante mencionar que en el presente estudio se registró una especie endémica *Ilex williamsii* Standl., de la Familia Aquifoliaceae, se encontró un individuo de 90 cm dimétricos y de aproximadamente 30 metros de altura en la parcela que se evaluó en el Cerro El Zapotillo del Municipio de Güinope. (Fig.5 a).

Además se encontró 4 especies de Preocupación Especial, en las categorías de “Vulnerable” y “En Peligro” según de Lista Roja de la UICN. *Quercus bomelioides*, ubicada en la categoría de “Vulnerable”, fue encontrada en dos sitios: en Güinope se midió 6 individuos en una parcela de 20 X 20 m con un promedio de DAP de 46 cm y en Granadilla 1 individuo en una parcela de 20 X 50 m, con un promedio de DAP de 27 cm. *Vitex gaumeri* en categoría “En peligro”, se encontró en un bosque de galería, un individuo con un promedio de DAP igual a 11 cm y una altura aproximada de 4m. *Persea schiedeana*, aguacatillo, en categoría “Vulnerable”, fue encontrado 1 individuo en el bosque nublado del Cerro el Volcán, con un DAP promedio de 68 cm., en una parcela de 20 X 50 m. Finalmente *Guaiacum sanctum* en la categoría “En Peligro” se midió un individuo con 9 cm de DAP y una altura aproximada de 3 metros, en una parcela de 20 X 50 m., el guayacán es altamente explotado se extrae la corteza y se cortan los árboles a muy temprana edad, sin embargo es destacable que en el sitio donde se encontró se observó una alta regeneración de pequeños arbolitos de más o menos 1 metro de altura (Cuadro No.4 y Figura 5).

CÓDIGO SITIO	FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	ESTADO DE PREOCUPACIÓN	NOMBRE COMÚN
1GRA 5GUI1 1 0	FAGACEAE <i>Quercus bomelioides</i> <i>Lieb.</i>	Vulnerable	Roble
3ESP5	LAMIACEAE <i>Vitex gaumeri</i> Greenm	En Peligro	Sin nombre común
5GUI1 1	LAURACEAE <i>Persea schiedeana</i> <i>Nees</i>	Vulnerable	Aguacatillo
6ROD1 2	ZYGOPHYLLACEAE <i>Guaiacum sanctum</i> L.	En Peligro	Guayacán

Cuadro 4. Especies de Preocupación Especial



Figura 5. Especies de Preocupación Especial: a) *Ilex williamsii*, b) *Quercus bomelioides*, c) *Guaiacum sanctum* y d) frutos de *Persea schiedeana*

Discusión

Composición y estructura florística

Aquí es importante destacar que la Muestra 1, ubicada en La Torera, Granadilla, Yuscarán, fue la que más individuos registro (244), sin embargo la Muestra 13, del Cerro Las Lechuzas, la segunda en abundancia de individuos (191), fue la que mayor número de familias géneros y especies registro, esta muestra es representante del Bosque Seco, lo cual nos indica que los remanentes de este tipo de bosque aun guardan una alta diversidad.

Los fragmentos de bosques evaluados, albergan una alta riqueza de especies, y su estructura diamétrica muestra que aproximadamente un 40% de los individuos presentaron un diámetro a la altura de pecho menor o igual de 10 cm y el 60% presentaron un diámetro mayor o igual a 10, dentro de estos últimos se registró individuos de 80, 90 y hasta 120 cm dimétricos, con alturas de más de 30 metros (Figura 4).

Índice de Importancia (Ii)

El Índice de Importancia considera la Dominancia Relativa que se calcula en base al Área Basal de cada una de las especies, según el DAP de los individuos. El total de área basal para todas las muestras fue de 34.5m²/ha, para un total de área muestreada de 0.76ha (7,600 metros), este bajo valor se justifica por el alto porcentaje de individuos con DAP menor a 10 cm. La mayor Área Basal (6.7m²/ha) se encontró en la muestra del bosque nublado del Cerro El Volcán, aquí encontramos 4 individuos de la especie **Quercus cortesii** con más de 100 cm. De DAP

Especies de Preocupación Especial

El área de estudio es un sitio que a pesar de presentar una alta fragmentación, brinda refugio a especies de preocupación especial en las categorías de "vulnerable" y en "peligro", lo mismo que a una especie endémica, esto la hace poseedora de un alto valor ecológico que merece el establecimiento de programas de conservación que incluya la evaluación y monitoreo de las poblaciones de las especies mencionadas.

Conclusiones

En el área de estudio aún se encuentran fragmentos de bosques que albergan una gran cantidad de especies vegetales arbóreas, se registró 130 especies, aunque 26 de ellas no se identificaron taxonómicamente.

Se encontró 4 especies vegetales de preocupación especial en el bosque nublado, bosque seco y bosque pino encino.

Una de las desventajas que presentan los fragmentos es su aislamiento de los parches más grandes y el tamaño, algunos están completamente rodeados por terrenos de cultivos.

Una ventaja que tienen algunos de los fragmentos es su ubicación, sus pendientes inclinadas, esto no los hace aptos para cultivo o ganadería.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que estuvieron involucradas de una u otra manera, en la realización de la presente investigación científica, tanto con el apoyo económico, logístico, asistencias, alimentación, hospedaje, compañerismo, amistad y toda la clase de ayuda necesaria para desarrollar y culminar un trabajo de tanta importancia para el apoyo de la investigación, vinculación con la sociedad, la academia y la conservación y manejo de nuestros recursos naturales.

Bibliografía

- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología*. H. Blume. Madrid. España. 820 p.
- Curtis, J. y R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- DAP. Octubre 2009. Manual de Procedimientos para la elaboración de Planes de Manejo en las Áreas Protegidas del SINAPH. Tegucigalpa, HN.
- Dezzeo, N., P. Maquirino, P. Berry y G. Aymard. 2000. Principales tipos de bosque en el área de San Carlos de Río Negro, Venezuela. *Scientia Guianae* 11: 15-36.
- Dewalt, S., S. Maliakal y J. Denslow. 2003. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management* 182(1-3): 139-151.

- García, C., C. Suarez & M. Daza. 2010. Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Depto. Cauca, Colombia). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 8 (1). 9 pp.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Eschborn, Alemania. 335 p.
- Lozada D., J. R. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Revista Forestal Venezolana*, Año XLIV, Volumen 54(1): 77-88.
- Matteucci, S y A. Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, USA. 168 p.
- Ramírez-García, P., J. López-Blanco y D. Ocaña. 1998. Mangrove vegetation assessment in the Santiago River Mouth, Mexico, by means of supervised classification using LandsatTM imagery. *Forest Ecology and Management* 105 (1-3): 217-229.
- San Martín, J., A. Espinosa, S. Zanetti, E. Hauenstein, N. Ojeda & C. Arriagada. 2008. Composición y estructura de la vegetación epífita en un bosque primario de Olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et P.) en el sur de Chile. *Ecología Austral*. Asociación Argentina de Ecología. 18:1-11. 12 pp.

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correlación entre la variabilidad en la banda VLF en Francisco Morazán y la actividad solar

Adán Artola, Edward Milla, Paolo Estrada

Resumen

En este artículo se analiza la correlación entre las fulguraciones solares y las Perturbaciones Súbitas en la Ionosfera terrestre (SID) registradas utilizando la variabilidad en la intensidad de las ondas de radio de Muy Baja Frecuencia (VLF) reflejadas y refractadas en la capa D de la ionosfera y monitoreadas en Francisco Morazán en el mes de febrero de 2014.

Para este fin se construyeron dos sistemas de monitoreo con configuraciones distintas las cuales aseguren una mejor calidad en el registro de los datos. El primer sistema utiliza el monitor VLF desarrollado por la Asociación de Radioastronomía del Reino Unido (UKRAA), que trabaja con un ancho de banda de 12 a 35kHz, con una salida en de 0-5 volts que representa las variaciones en la frecuencia de 24 kHz transmitida por NAA en Cutler, Maine. El otro sistema aprovecha las ventajas de la Radio Definida a través de Software (SDR), el cual sin la necesidad de contar con la electrónica compleja de un receptor como el UKRAA, puede interpretar los cambios de energía detectados por la antena utilizando una tarjeta de sonido como conversor analógico digital para el registro de la señal transmitida a 40kHz por la NAU en Aguada Puerto Rico. Este equipo y una ubicación fuera de Tegucigalpa libre de interferencia, hicieron posible el registro de fulguraciones solares utilizando a la ionosfera.

Palabras Clave: VLF, Radio Definida a través de Software, Perturbaciones Súbitas en la Ionósfera SID.

Abstract

In this document, we will discuss the correlation between solar flares and Sudden Ionospheric Disturbances (SID), which were measure using the variability in the

intensity of radio waves in the band of Very Low Frequency (VLF) reflected and refracted in the D layer of the ionosphere and monitored outside of Tegucigalpa, in February of 2014.

With this in mind we build two distinct configurations which allow us to ensure quality in the data recollection phase. The first system is a UKRAA VLF receiver (United Kingdom Radioastronomy Association) with a bandwidth of 12 to 35 kHz and an output in volts that represent the oscillations in the frequency of 24 kHz NAA Cutler Maine. The last system takes advantage of Software Defined Radio (SDR) concepts which, without complex electronic hardware, analyze the VLF Signals using a modern sound card with an analog to digital converter for the data reception in 40.8 kHz transmitted by the NAU in Aguada Puerto Rico. This equipment and a facility in the suburbs of Tegucigalpa make possible the detection of solar flares using de ionosphere.

Keywords: VLF, Software defined radio SDR, Sudden Ionospheric Disturbance SID

Adán Artola, (adanartola@hotmail.com) **Edward Milla**, (edward.milla@unah.edu.hn) **Paolo Estrada** (paolo.estrada.m@gmail.com) Facultad de Ciencias Espaciales / Departamento de Astronomía y Astrofísica Universidad Nacional Autónoma de Honduras (FACES / OACS - UNAH) Teléfono: 2239-4948

Introducción

Desde sus inicios el OACS/UNAH contó con un telescopio óptico LX-200 de 16 pulgadas, que ha permitido realizar campañas de observación para el entrenamiento de los astrónomos de la Maestría en Astronomía y Astrofísica, con lo que se han logrado buenos resultados observacionales. Sin embargo, el observatorio está limitado a observaciones en el espectro visible y considerando que el cielo de Tegucigalpa permanece nublado en buena parte del año, se ha pensado en aprovechar la parte no visible del espectro (radio) para aumentar la cantidad de observaciones, ya que estas dependen muy poco de las condiciones climáticas.

Por tanto, este proyecto surge como una de las iniciativas del Departamento de Astronomía y Astrofísica de comenzar estudios en el área de radioastronomía, comenzando con equipo probado por organizaciones internacionales en el área de radioastronomía para el estudio de Perturbaciones Súbitas en la Ionosfera (SID).

Es conocido que la capa D de la ionosfera es creada a través de la interacción entre flujos de energía en forma de Rayos X y Ultravioleta provenientes del Sol y elementos neutros como el Oxígeno y el Nitrógeno que se encuentran en la atmósfera de la Tierra, el flujo solar causa fotoionización o pérdida de electrones en los elementos neutros, provocando un aumento en la estructura electrónica de la capa D y haciendo que esta se pueda utilizar como guía para las ondas de radio. El aumento en la concentración de electrones en la capa D interactúa con las ondas de radio transmitidas desde tierra refractándolas de manera discreta hasta causar el reflejo de las mismas, permitiendo la comunicación a través de las bandas de Radio de Muy Baja (VLF) y Baja frecuencia (LF). Los cambios electrónicos anteriores también pueden originarse por Perturbaciones Súbitas en la Ionosfera (SID), que son cambios en la estructura electrónica de la ionosfera causados por aumentos en la actividad solar o tormentas solares, que pueden provocar desde aumentos e interrupciones y hasta pérdidas completas de comunicación durante horas.

Las observaciones en la capa D de la ionosfera son escasas debido a que los satélites monitorean la atmósfera en altitudes superiores y los balones meteorológicos a alturas menores. Sin embargo las características principales de esta capa pueden ser estudiadas a través de las variaciones en la banda VLF de radio.

Para poder registrar estas perturbaciones en la Ionosfera (SID) se utilizan receptores de frecuencias de radio de VLF y LF, estas bandas presentan pérdidas mínimas de potencia según su distancia recorrida las cuales pertenecen al orden de 2 a 3 decibelios dB cada 1,000km, gracias a esta característica es posible reci-

bir señales de transmisores que se encuentran a miles de kilómetros de distancia, que operan a estas frecuencias de manera permanente, permitiendo un registro constante en tiempo de las variaciones de la señal de un porcentaje del globo y atmósfera terrestre.

Las fulguraciones solares son explosiones que ocurren en la superficie solar debido a la liberación de energía de los campos magnéticos solares generalmente sobre manchas solares. Las fulguraciones solares se clasifican según el brillo de estas en Rayos X subdividiéndolas según su intensidad como se logra observar en la Tabla 1. Las fulguraciones menos energéticas son de tipo B y C, las de tipo medio se les clasifica M y las más energéticas son de tipo X.

Clase	Intensidad en (W/m^2) en longitudes de onda λ $8 \leq \lambda \leq 9 \text{ \AA}$
B	$I < 10^{-6}$
C	$10^{-6} \leq I < 10^{-5}$
M	$10^{-5} \leq I < 10^{-4}$
X	$I \geq 10^{-4}$

Tabla 1. Clasificación de las Fulguraciones Solares según la NOAA

Los observatorios dedicados a las mediciones de la fluctuación energética solar son los Satélites Geoestacionarios Operacionales Ambientales (GOES como se conocerá desde ahora), el Satélite de Dinámica Solar (SDO como se conocerá desde ahora) que registran el flujo de Rayos-X (Longitudes de onda larga de 0.1 - 0.8 nanómetros, tomadas por el GOES 15) y Ultravioleta (Longitud de onda de 13.1 nanómetros tomada Ensamblador de Imágenes Atmosféricas (AIA) instrumento del SDO) en ese orden. También existen otros observatorios que monitorean las variaciones VLF en diferentes partes del mundo, siendo los principales y que se utilizaran en este estudio los monitores de la Universidad de Stanford de ellos el monitor UTP 0389 ubicado en Pereira, capital del departamento de Risaralda en Colombia, coordenadas (4.79°N, 75.69° O) y SMVA 0309 ubicado en el condado de Bedford, Estado de Carolina del Norte, EUA, coordenadas (37.446°N, 79.523°O).

Los monitores VLF utilizados en esta investigación registran las variaciones en la señal de dos transmisores principales el primero es la NAA ubicado en Cutler Maine, Estado de Maine, EUA, coordenadas (44.644936°N, 67.281639°O) que transmite a la frecuencia de 24KHz, el segundo transmisor la NAU de 40.8KHz ubicado en Aguada, Puerto Rico, coordenadas (18.398762°N, 67.177599°O).

En la investigación se buscó analizar las variaciones en la intensidad de la radiación electromagnética en Francisco Morazán como resultado de un evento Solar, tomando como base las variaciones en la señal de la banda de Muy Baja Frecuencia (VLF) de radio. Identificando la localización idónea de una base de monitoreo de eventos solares, seleccionado de un grupo de sitios alternativos en Tegucigalpa o alrededores que cumpla con los requisitos físicos y socioeconómicos. Obteniendo las variaciones en la intensidad de la señal en las bandas VLF de radio debido a los eventos solares, por medio de una unidad de monitoreo en radio. Y estableciendo si hay correlación entre los cambios en la intensidad de las señales de radio VLF y los fenómenos solares detectados en Francisco Morazán, con los datos registrados a nivel mundial.

Metodología

Para la realización del estudio se efectuaron las siguientes actividades:

Caracterización del Sitio de Monitoreo

Una causa importante de la interferencia en la banda VLF es el ruido de fondo, que en su mayoría es causado por emisoras de radio, líneas y centrales eléctricas. (Chernan, 1978). Es importante que el sistema de monitoreo se coloque alejada de fuentes de ruido a distancias promedio de (Department of the Navy Naval Electronic Systems Command, 1972):

- 400m de líneas de alta tensión
- 5 km de antenas de transmisión radio
- 8 km de comunidades e industrias

Para la captura de datos deben buscarse las mejores localizaciones para colocar el equipo. Para ello se definió de un grupo de tres lugares candidatos que presentaron características idóneas (poca interferencia radioeléctrica, disponibilidad de acceso a energía eléctrica, seguridad, etc.).

Se eligió la comunidad de la Trinidad en el municipio de Sabana Grande a un promedio de 20.5 de kilómetros de distancia de la ciudad de Tegucigalpa en las coordenadas, 13.873547°N, longitud -87.248511 O. Ventajas físicas:

- Sitio alejado de comunidades e industria
- Nivel de interferencia bajo, lo demuestran mediciones realizadas en sitio.

Diseño del Sistema para Monitoreo

En la sección siguiente se detalla selección configuración de los receptores y antenas para el monitoreo dentro del proyecto:

- Receptor UKRAA Figura 1 (Asociación de Radioastronomía del Reino Unido): es un amplificador de banda estrecha de alta ganancia el cual se sintoniza a la frecuencia del transmisor NAA de 24khz, las especificaciones del receptor se encuentra en la Tabla 2. El circuito que especifica la estructura del receptor se encuentra en la Figura 2. Este receptor utiliza un chip Maxim Max 186 para convertir la señal analógica a digital, estos datos son almacenados por el software Radio Skypipe y luego comparada con datos del satélite GOES 15 esto realizado por el software Starbase también por la UKRAA . El diagrama de la configuración del receptor y el equipo de cómputo se encuentra en la Figura3.



Figura 1. Receptor VLF UKRAA para la detección de Perturbaciones súbitas en la Ionosfera.

Descripción	Valor
Rango de Sintonización	12-35kHz
Configuración de ganancia	x1 y x10
Salida de Voltaje	0-5 V, 0-2.5V
Convertidor analógico/digital	Max 186 12 bit
Alimentación	15v DC at 35mA

Tabla 2. Especificaciones del receptor VLF UKRAA

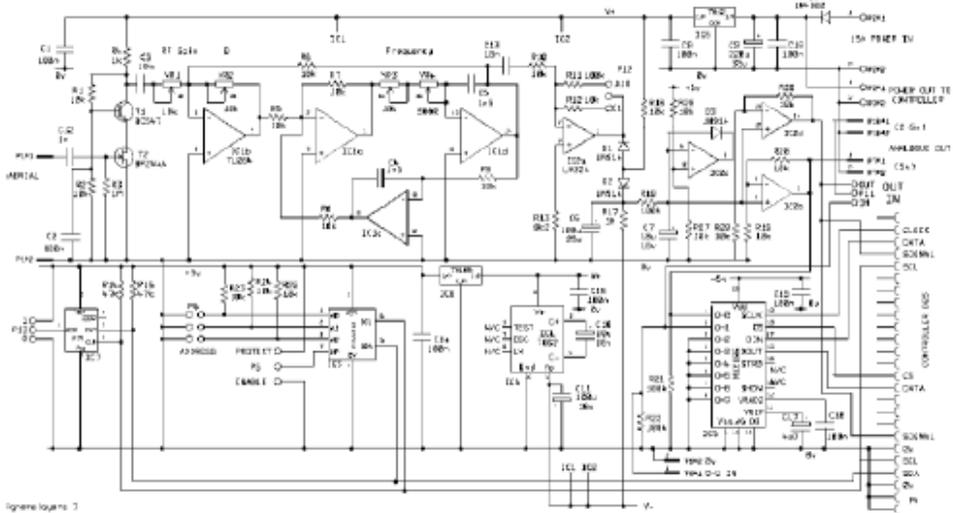


Figura 2. Diagrama de circuitos del receptor UKRAA



Figura 3. Diagrama de componentes del receptor VLF UKRAA

- Antena Octagonal: La antena octagonal Figura 4, fue utilizada para la recepción a través de los sistemas UKRAA, tiene 1 metro de Diámetro, la bobina consta de 127 vueltas de cable esmaltado calibre awg #24. Esta Fue sintonizada para maximizar su ganancia a 24KHz Frecuencia del Transmisor VLF NAA situado en Cutler Maine.



Figura. 4: a) Antena Loop conforma de octágono calibrada a 24000 KHz frecuencia del transmisor NAA, Cutler Maine b) Antena Loop rectangular para software SDR 40.8 KHz frecuencia NAU Aguada Puerto Rico.

- Receptor de SDR (Radio Definida a través de Software): los SDR son sistemas de radio que realizan el procesamiento de la señal a través de software en lugar de utilizar circuitos integrados en hardware.

El sistema SDR utiliza herramientas de informática de código libre para el monitoreo y análisis de las Perturbaciones Súbitas en la Ionosfera SID. Se conforma por una antena loop cuadrada de madera de 2mx2m Figura 4, en el cual se ajustó la bobina de 100m repartidas en 12 vueltas de cable TFFT recubierto calibre awg #18, esto para registrar la señal del transmisor NAU a 40.8KHz. Se necesitó de un amplificador bajo en ruido que aumenta la ganancia en la señal, una tarjeta de sonido conectada al equipo de cómputo como convertidor analógico digital y a su vez para el procesamiento de la señal se utiliza la plataforma GNURadio, que sirve de base a la aplicación SIDSuite, encargada de filtrar la señal VLF y mostrar su comportamiento en forma gráfica. Las especificaciones de la tarjeta de sonido utilizada se muestran en la Tabla 3.

Tarjeta de Sonido	
Descripción	Valor
Frecuencia de respuesta	10 – 48khz
Procesador	AV100 High-Definition Sound Processor (Max. 192KHz/24bit)
Rango de muestreo en grabación y resolución	44.1K/48K/96K/192KHz @ 16bit/24bit

Tabla 3. Especificaciones Tarjeta de sonido

Resultados

- Se encontró un lugar que reúne las características para este tipo de estudio este lugar se ubica en la aldea la Trinidad del municipio de Sabana Grande, el cual cumple con parámetros establecidos para la recepción de la señal en las bandas de radio de Muy Baja Frecuencia (VLF) y Baja Frecuencia (LF).
- Diseño y construcción dos receptores de monitoreo SID, utilizando Receptor VLF de la UKRAA y un receptor de Radio definida a través de software (SDR) GNURadio y SIDSuite y Audio Spectrum Analyzer “Spectrum Lab” de los per-

mitiendo de esta manera la redundancia y un mayor grado de confiabilidad en los datos obtenidos, además permite la evaluación de rendimiento entre los dos sistemas.

- Se ha realizado el diseño y construcción dos antenas para la recepción de datos en las bandas VLF y LF y la identificación de SID.
- Análisis de correlación en los datos.

Para el análisis de los datos se utilizó la gráfica de potencia de la señal VLF captada localmente versus las gráficas de Flujo de Rayos X y Ultravioleta captada por los satélites GOES y SDO en este orden, y también la señal VLF registrada por los monitores UTP 0383 y SMVA 0309 de la universidad de Stanford.

En la Figura 5 se muestra la potencia de la señal NAA 24kHz en decibelios, en este día no ocurrieron fulguraciones solares significativas, no se registraron perturbaciones, desde el inicio de la gráfica hasta el punto AM1 se encuentra la zona antes del amanecer en donde las ondas VLF son conducidas a través de la capa E de la ionosfera esto hace que los cambios en la potencia de la señal sean impredecibles, la región entre los puntos AM1 y AM2 se encuentra la zona del amanecer local la cual es de transición y en donde comienza la formación de la capa D de la ionosfera. La zona de día está comprendida entre los puntos AM2 y AT1, la formación de esta depende totalmente del ángulo del Sol al cenit. Del punto AT1 hacia adelante se presenta la zona de transición del atardecer donde la 3.ª capa D desaparece nuevamente. Estas transiciones son repetitivas para los días sin perturbaciones. (More, Sharma, Bhonsle, & Lynn, 2010).

El cruce de datos entre fulguraciones y perturbaciones VLF se dio en los eventos que tuvieron lugar a la misma hora como se representa claramente en la Figura 6, En esta se logra observar el comportamiento de la señal VLF durante un aumento en el flujo de energía del Sol, esto gracias a una fulguración de la clase C e intensidad 7.7 registrada por los satélites GOES y SDO y el monitor VLF UTP 0383.

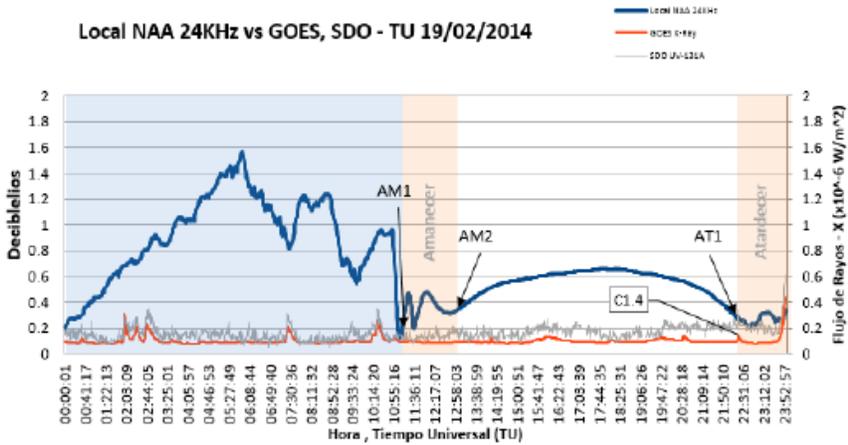


Figura. 5: Se presenta la gráfica de 24horas de la señal Local NAA 24KHz (Línea Azul), el flujo en Rayos-X registrado por los Satélites GOES (Línea roja), En gris la intensidad de flujo de rayos ultravioleta (UV) tomada por el satélite SDO. Las variaciones 10:55TU (Tiempo universal) a 13:00 TU, y de 22:10 TU a 23:13 TU, son las fases inicial y final de recombinación de la ionósfera por lo que no se toman en cuenta.

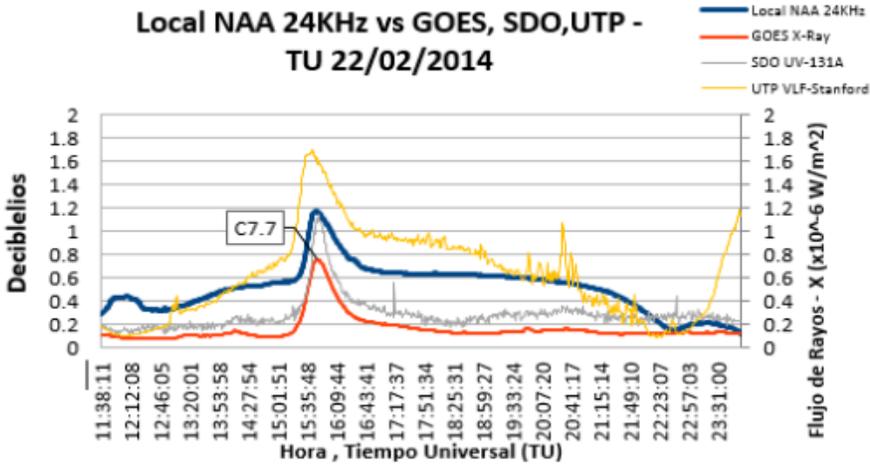


Figura. 6: En esta figura se presenta la gráfica de día de la señal Local NAA 24KHz (Línea Azul), la cual se ve afectada por una fulguración de intensidad C7.7 detectado en Rayos-X por los Satélites GOES (Línea roja). En gris se presenta la intensidad de flujo de rayos ultravioleta (UV) tomada por el satélite SDO y la línea naranja representa las variaciones VLF detectadas por el receptor UTP 0383 de la Universidad de Stanford. Las variaciones 11:38 TU (Tiempo universal) a 12:03 TU, y de 22:27 TU a 23:59 TU, son las fases inicial y final de recombinación de la ionósfera por lo que no se toman en cuenta.

Para los efectos de determinar cuál es el cambio en la potencia de la señal VLF se muestra la Figura 7 en donde se realiza la comparación entre el día 22 de febrero (Día con perturbación) y el día 19 de febrero de 2014 (Día sin perturbación), lo cual nos permite observar con mayor claridad el cambio súbito de potencia con respecto a un día sin perturbación.

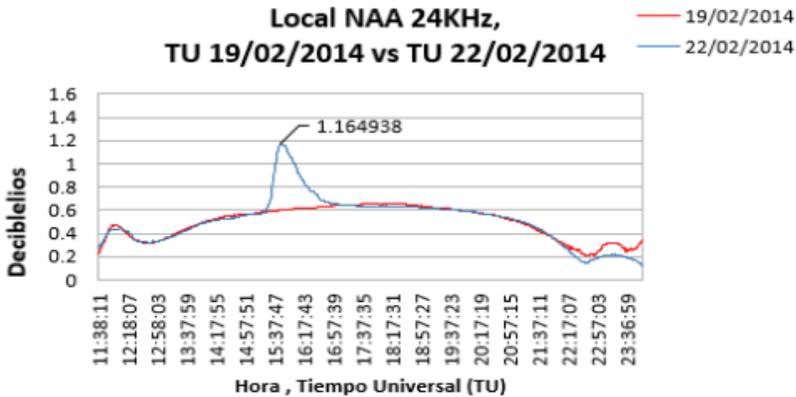


Figura. 7: Este grafico se presenta la comparación entre las potencias de la señal del transmisor NAA el día 19/02/2014 sin perturbaciones (línea roja) y el día 22/02/2014 con perturbaciones (línea azul), esto para resaltar las variaciones de potencia que se dan durante los eventos solares.

Para comparación entre los días con múltiples perturbaciones se tomaran los días 14 y 15 de febrero de 2014 en la Figura 8 donde se pudieron detectar cerca de 4 fulguraciones de las 6 fulguraciones que tuvieron lugar ese día, lo que nos permite verificar como la potencia de la señal VLF varía según los cambios de intensidad del flujo de rayos X que inciden en la ionosfera con el tiempo.

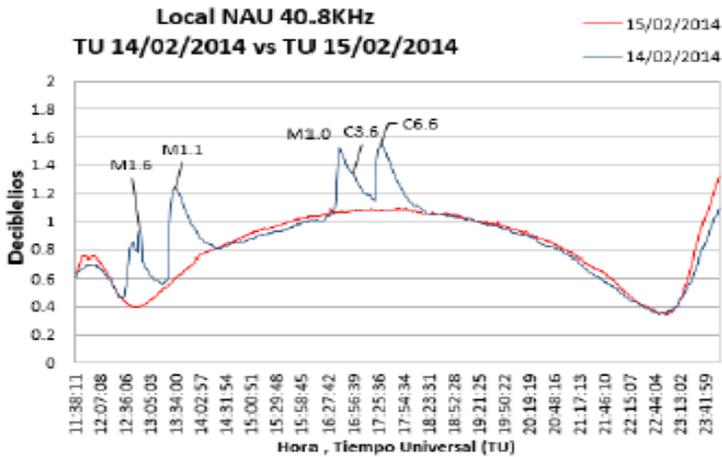


Figura 8: Este grafico se presenta la comparación entre las potencias de la señal del transmisor NAA el día 15/02/2014 sin perturbaciones (línea roja) y el día 14/02/2014 con perturbaciones (línea azul), lo que muestra los diferentes tipos de fulguraciones que pueden afectar la señal.

Discusión

- La aldea la Trinidad en el municipio de Sabana Grande, se encuentra a 20.5 km de la ciudad de Tegucigalpa, las fuentes de interferencia más próximas se encuentran a 5.24km. además de ser una comunidad aislada con actividad radioeléctrica mínima. Todo esto garantiza condiciones aceptables al presente estudio.
- Se optó por la configuración de hardware y software, descrita en este documento debido a sus costos bajos, flexibilidad en la configuración, robustez y capacidad de procesamiento aceptable para el propósito presente estudio.
- Los datos obtenidos con el equipo local demuestran una correlación con los eventos solares registrados por otros observatorios, pero aún se necesita un periodo de tiempo de observación más prolongado para determinar con precisión el nivel de esta correlación.

Conclusiones

- Debido a la revisión bibliográfica de estándares, a su anterior uso como sitio de monitoreo de señales de Muy Baja Frecuencia (VLF) y Baja Frecuencia (LF)

y la visita al sitio se concluye que la aldea la Trinidad es un lugar apto para la recepción de señales y detección de perturbaciones en la ionosfera.

- Es posible construir equipo de bajo costo para el monitoreo de la actividad solar, para nuestra posición geográfica y niveles de ruido aceptables para el estudio propuesto en este artículo como en el caso del tamaño de las antenas, pero que permiten la recepción, análisis y almacenamiento de las ondas de la banda VLF y por lo tanto el registro de Perturbaciones Súbitas en la Ionosfera (SID).
- Gracias a las observaciones realizadas diariamente a las señales VLF del NAA 24KHz y NAU 48KHz y al comprobar que el número de variaciones captadas de manera local con el equipo VLF tienen la misma frecuencia que los eventos de fulguraciones registrados por el GOES, se puede concluir que para el tiempo de observación con el Equipo VLF existe correlación entre las Perturbaciones Súbitas en la Ionosfera con el variaciones de potencia VLF registradas con el equipo local.

Recomendaciones

A la hora de realizar estudios VLF de alta sensibilidad será necesario realizar estudios de piso ruido e interferencias que nos permitan conocer cuáles son las condiciones a las cuales se encuentra el sitio de monitoreo, unido a esto también será un gran aporte a la investigación que las instalaciones del sitio de monitoreo tengan acceso a internet lo que permitirá un monitoreo remoto continuo de la información y del estado equipo, también es importante el uso de baterías que aseguren un flujo de energía constante.

En esta investigación se utilizó dos equipos de radio UKRAA y Radio Definida a través de Software, el equipo SDR la cual se recomienda ya que permite acceder a todos los canales de la banda VLF para mantener el registro continuo de varios transmisores, también tiene un costo, un tiempo y complejidad de construcción, menor, por lo que es la primera alternativa para la recepción de SID.

Es necesario realizar análisis de las SID durante periodos prolongados de tiempo lo que permitirá registrar cambios estacionales de la señal VLF recibida y realizar nuevas correlaciones entre datos, también esto ayudara a establecer los límites en nuestras mediciones y llevar un registro continuo de la actividad solar en la ionosfera.

Bibliografía

- American Association of Variable Star Observers (AAVSO). (2012, Junio 14). Sudden Ionospheric Disturbances (SIDs). Retrieved 11 08, 2012, from American Association of Variable Star Observers (AAVSO): <http://www.aavso.org/solar-sids>
- Castillo, Y. (2012). Diseño de un radiotelescopio para actividades de investigación . *Revista de Ciencias espaciales*, --.
- Chernan, C. (1978). *The handbook of solar flare monitoring & propagation forecasting*. Blue rdge, USA: Tab Books.
- Committee on the Societal and Economic Impacts of Severe Space Weather Events. (2008). *Severe Space Weather Events - Understanding Societal and Events: A Workshop*. Washington, DC, United States of America: The National academy Press.
- Cummer, S., Inan, U., & Bell, T. (1998, Noviembre-Diciembre). Ionospheric D region remote sensing using VLF radio atmpospherics. *Radio Science*, 33(6), 1781-1792.
- Department of the Navy Naval Electronic Systems Command. (1972). *Naval Shore Electronic Criteria: VLF, LF, and MF Comunication Systems*. Washington: U.S. Printing Office.
- Grubor, D., Suli, D., & Zigman, V. (2005). Influence Of Solar X-Ray Flares On The Earth-Ionosphere Waveguide. *Serbian Astronomical Journal*, 29-35.
- Haslett, C. (2008). *Essentials of Radio Wave Propagation*. Ofcom, UK: Cambridge University Press.
- Haridas, D., Soman, K. P., & Sundaram, S. (2013). Ionospheric Disturbances due to Solar Ionospheric Disturbances due to Solar. *International Journal of Advanced Electrical and Electronics Engineering*, 69-74.
- Hunsucker, R. D., & Hargreaves, J. K. (2003). *The high-latitude ionosphere and its effects on radio propagation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Kolarski, A., Grubor, D., & Suli, D. (2011, Agosto 8). Diagnostics Of The Solar X-Flare Impact On Lower Ionosphere Through The Vlf-Naa Signal Recordings. *Baltic Astronomy*, 20, 591-595.
- Lang, J.-P. (2013, 05 10). GNU Radio. Retrieved from Welcome to GNU Radio!: <http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki>
- Lashley, J. (2010). *The Radio Sky and How to Observe It*. (M. Inglis, Ed.) New York, USA: Springer.
- Leech, M. (2014, 03 28). *Proyecto SIDSuite*. Retrieved from The Comprehensive GNU Radio Archive Network: <https://www.cgran.org/browser/projects/SID-Suite>
- More, C., Sharma, A., Bhonsle, R., & Lynn, K. (2010). Fiel Strength Measurement of VLF Waveguide of VLF RadioWave Propagation at 19.8KHz between Australia and India. *Australian Space Science Conferene Series* (pp. 249-262). Sydney: Wain.
- National Bureau of Standards. (1937). *Radio Instruments and Measurements*. Washington: GOVERNMENT PRINTING OFFICE.
- NOAA/Space Weather Prediction Center. (2012, Octubre 8). *Space Weather Prediction Center*. Retrieved Octubre 27, 2012, from <http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/index.html>
- radiosky.com. (2013, 10 30). Radio-SkyPipe II - *An Internet Enabled Strip Chart Recorder*. Retrieved from Radio-SkyPipe II - An Internet Enabled Strip Chart Recorder: <http://www.radiosky.com/skypipeishere.html>
- Raulin, J., Berton, F., Gavilán, H., Guevara, W., Rodriguez, R., Fernandez, G., . . . Hadano, R. (2010). Solar flare detection sensitivity using the South America VLF(SAVNET). *Journal Of Geophysical Research*, 115, A07301.
- Raulin, J., Correia de Matos, P., Hadano, R., Saraiva, A., Correia, E., & Kaufmann, P. (2009). The Souh America VLF Network (SAVNET):Development installation status, first results. *Geofísica Internacional*, 48(3), 253-261.
- Richards, J. A. (2008). *Radio Wave Propagation An Introduction for the Non-Specialist*. Canberra, Australia: Springer.

- spaceweather.com. (n.d.). *The Classification of X-ray Solar Flares*. Retrieved Octubre de 2010 28, from <http://spaceweather.com>: <http://spaceweather.com/glossary/flareclasses.html>
- UKRAA. (2013, 10 30). *UK Radio Astronomy Association*. Retrieved from UK Radio Astronomy Association: <http://www.ukraa.com/www/>
- Wolf, D. (2013, 10 30). *Audio Spectrum Analyzer* . Retrieved from Audio Spectrum Analyzer : <http://www.qsl.net/dl4yhf/spectra1.html>

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Sistemas de información geográfico en el manejo de los servicios básicos de salud en el municipio de San José Colinas, Santa Bárbara, Honduras

Yeny Maribel Castellanos

Resumen

Como parte de la generación y transmisión del conocimiento, los sistemas de información geográfica ofrecen los medios necesarios para llevar a cabo una diversidad de investigaciones, en este caso el manejo de los servicios básicos de salud en el municipio de San José Colinas, Santa Bárbara, en donde la necesidad de precisar la satisfacción de la población del municipio respecto al acceso a estos servicios de salud tanto en áreas rurales como urbanas, en donde la importancia de identificar los lugares que brindan una atención primaria de salud, y las condiciones de acceso a estos centros de salud sean las adecuadas en este municipio. Con la identificación y localización de la información cartográfica que posea el municipio será un factor determinante no solo en la promoción de los sistemas de información geográfica enfocada a la salud, sino también generar una visión amplia en el desarrollo de proyectos que permita potenciar el desarrollo de la zona, en donde esta visión podrá mejorar áreas como catastro, servicios básicos, manejo y uso de suelo, manejo de recurso naturales, turismo, infraestructura u otro que se desee implementar en la región.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, accesos a servicios básicos, métodos, territorio, tecnologías de la 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 municipality in all areas. Which is why we need to identify the geographic and demographic characteristics of the municipality (age, gender, family background) necessary or missing in geospatial data to balance the implementation of basic services as part

of the satisfaction 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 talking about the inequalities of basic services are primary care problems, which should be minimized by local authorities. Reason why it is necessary to develop the methodology in various phases Phase I-Assessment of the situation, which identifies existing problems based on basic services; Phase II Study of needs and design of space demand, is where a detailed examination of the factors that have influenced achieve satisfaction or dissatisfaction of the affected population, Phase III-distribution schemes Formulation of spatial functioning equipment and services that help display the status of the population in relation to basic services where the diagnosis will help us identify the existing problems. Phase IV-Decisions will be designed from the findings, Phase V-Evaluation of achievements, where we determine that decisions achieving targets. As results have identified areas of study areas in the Municipality of San Jose Hills, Santa Barbara, with the collaboration of the University Liaison Address. Tabulated already 60% of the data.

Key words: Basic services, methods, techniques, GIS

Yeny Maribel Castellanos (Yeny.castell@gmail.com) Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Introducción

La importancia de los servicios colectivos para la vida humana resulta fuera de toda duda y ello puede ser constatado, entre otros, por varios hechos meridiano. En primer lugar, se puede apreciar que la satisfacción de muchas necesidades humanas, algunas de ellas básicas, se realiza mediante servicios que son dispensados en los denominados equipamientos. Nuestra existencia cotidiana se nos aparece así soportada por una inmensa gama de servicios y resulta una tendencia temporal incontestable que el ciudadano demanda una cifra creciente de ellos. En segundo lugar, ello se vincula con el hecho de que en los países desarrollados la prioridad conferida a los mismos haya ido logrando un elevado grado de dotación y calidad de los mismos, lo que expresa un esfuerzo económico y una dedicación de recursos humanos muy notables. (Anselin, 2003)

Actualmente estas técnicas se potencian al contar con las posibilidades de vinculación interactivas entre las representaciones cartográficas digitales y las bases de datos asociadas en el ambiente de los SIG y los Sistema de Apoyo a las Decisiones Espaciales -SADE (Anselin, 2003), avanzando en los caminos que propone la Visualización Geográfica (GVis, Geographical Visualization) como nuevo campo de desarrollo temático.

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, el cual fue desarrollado en fases que se describen a continuación: a) Diagnostico situacional, en donde se identificó las zonas de estudio, b) Identificación de inventario de los equipamientos, de los recursos disponibles y de sus atributos. c) 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. d) Estudio de necesidades y dimensionamiento de la demanda espacial. e) Análisis de la accesibilidad espacial actual a los puntos de servicios desde cada lugar con demanda. f) Visualización exploratoria de datos y presentación cartográfica de resultados. g) Formulación de esquemas de distribución de los equipamientos y funcionamiento espacial de los servicios. h) Definición de los patrones espaciales de la oferta, de dotaciones, y qué forma de funcionamiento espacial de los servicios provistos resulta más apropiada, técnicas como los modelos de localización óptima.

Análisis

Para la identificación de la Zona de Estudio y la organización de los datos, se tomó en cuenta el inventario existente de los equipamientos con sus atributos tomado del Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), y del Instituto Nacional de Estadística del 2001, (INE2001).

En la organización se descartaron los datos que no favorecían en el análisis de la información.

Localización de la zona de estudio.

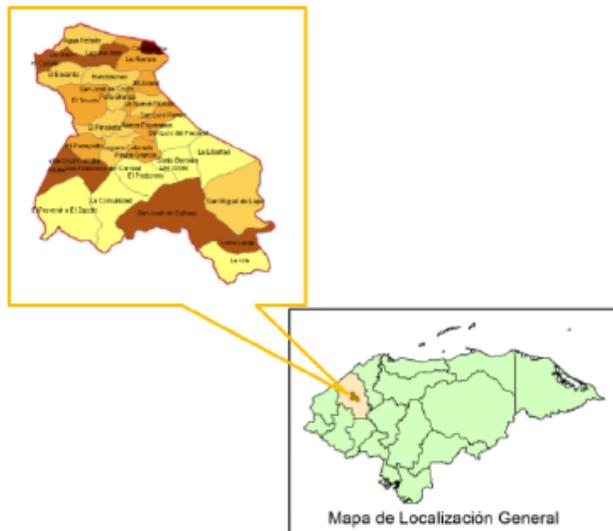


Figura 1. Identificación del Área de Estudio

San José de las Colinas (coordenadas)			
Coordenadas	15° 1' 59.99" N, 88° 18' 0" W	En decimal	15.03333°, -88.3°
UTM	1662424 360252 16P		
Zoom	6	Escala	± 1:100000
Región		Tipo	City

Cuadro 1. Coordenadas de la Zona de Estudio

Utilizando la base de datos con las delimitaciones de las áreas de servicio actuales y sus atributos, que describen las diferentes áreas de servicios básicos y los propios de la zona, permite visualizar la importancia de los sistemas de información geográfica aplicados a los territorios reales.

En donde la identificación de las zonas geográfica puede potenciar las comunidades que posee limitaciones, trabajando con las capacidades de las zonas más fuertes, esto beneficiaría todo el municipio.

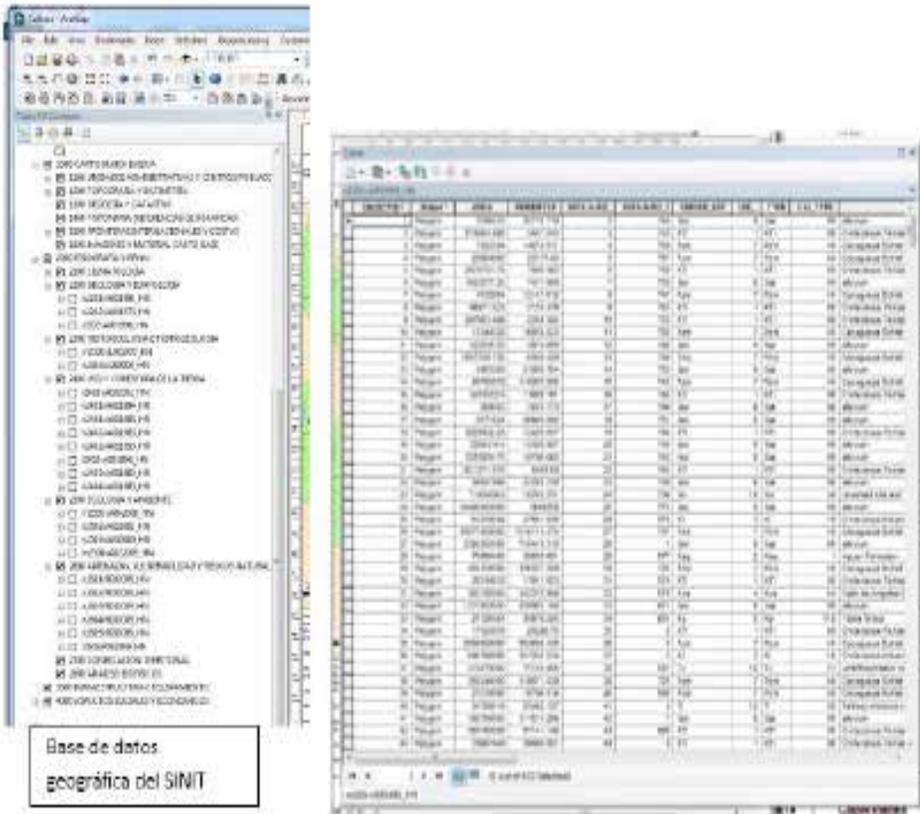


Figura 2. Data utilizada para el análisis

Resultados

Con el XVI Censo de Población y V de Vivienda del 2001, se ha logrado utilizar los datos producidos en el INE, para organizar las bases de datos espaciales,

y así mostrar los rasgos más relevantes de esta población, en donde con el uso de las geo data bases se logra identificar la infraestructura y medios para el transporte (vías -calles, carreteras, etc.-, líneas de transporte, paradas y estaciones, etc.)

Se muestra la distribución de la Infraestructura existente en el Municipio de San José Colinas en relación a los asentamientos humanos, mostrando así su crecimiento, concentrándose en las cabeceras principales.

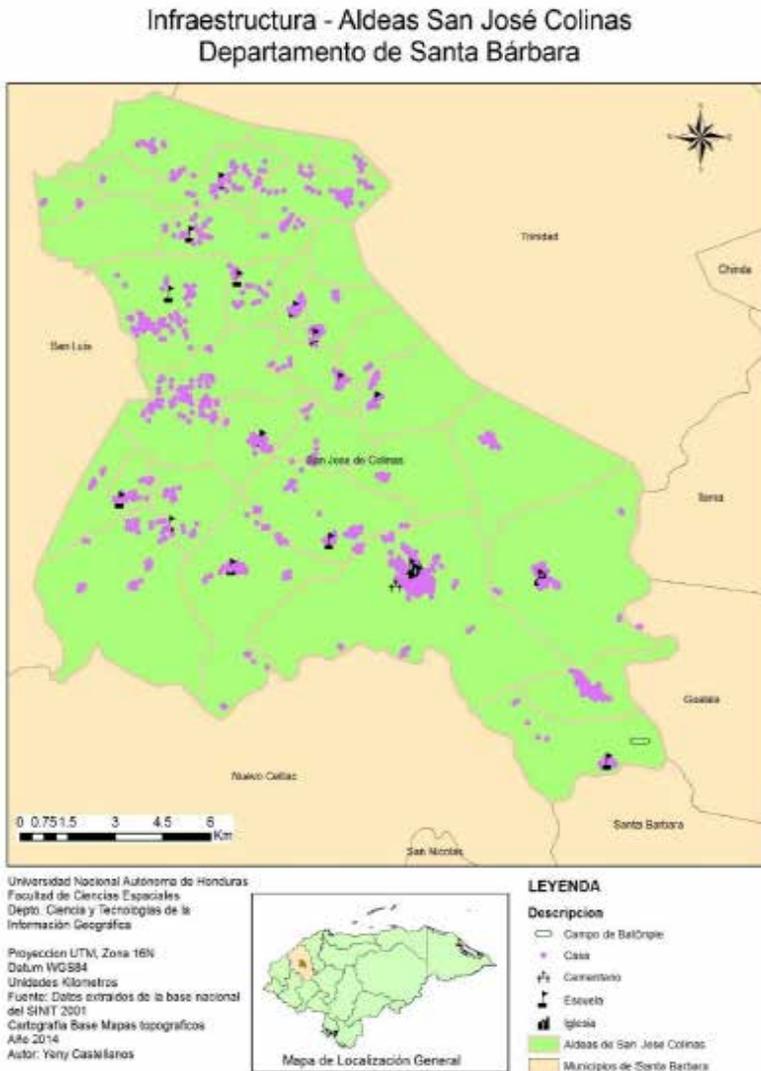


Figura 3. Mapa de Infraestructura

Servicios de Salud - Aldeas San José Colinas Departamento de Santa Bárbara



Figura 4. Mapa de Servicios de Salud

La distribución de los principales centros de atención en salud, se encuentra localizados de manera aislada, a los núcleos de población, haciendo notar la necesidad de potenciar esta necesidad, ya que por el crecimiento poblacional no se dará abasto suplir las exigencias en salud de este municipio.

Se puede observar que el Hospital principal de la zona se encuentra en el Municipio de Santa Bárbara, y en los últimos años su capacidad instalada no cubre la demanda de toda esa región por lo que es priorizar que el Cesamo que se

encuentra en el Municipio de San José Colinas pueda considerar y reestructurar su categoría o evaluar su capacidad instalada para que amplíe sus servicios a las comunidades de las zonas aledañas.

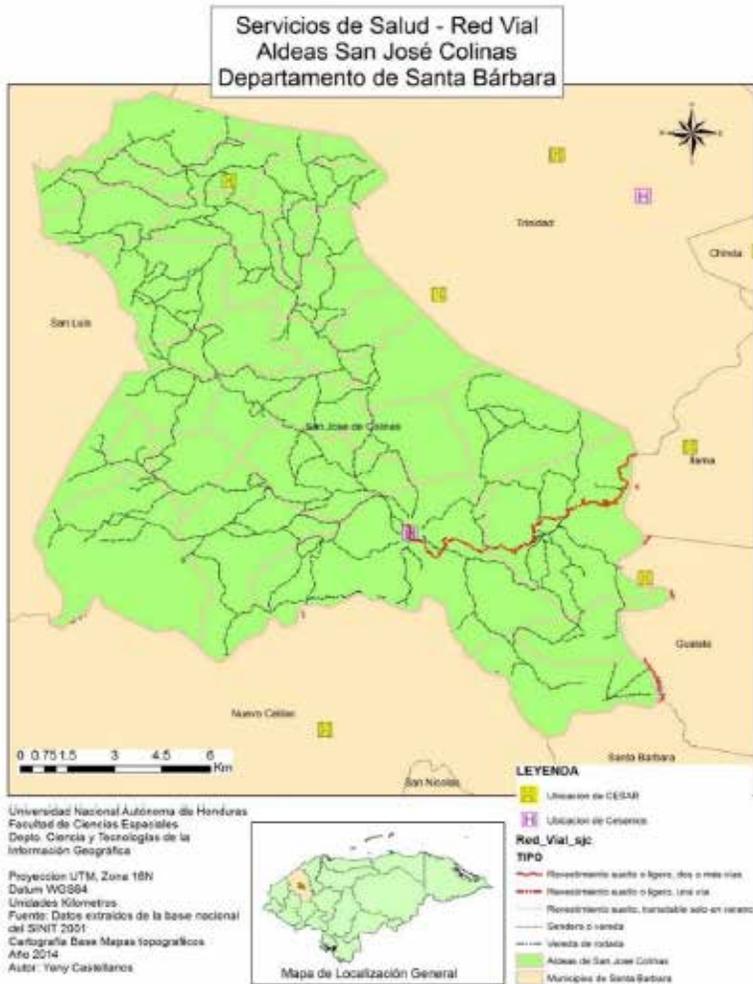


Figura 5. Mapa de Servicios de Salud-Red Vial

En relación a las vías de comunicación, no son las óptimas para los desplazamientos de los habitantes a los centros de atención.

Discusión y Conclusiones

La identificación de las zonas geográfica puede potenciar las comunidades que posee limitaciones, trabajando con las capacidades de las zonas más fuertes, esto beneficiaría todo el municipio.

Como se observa en los datos depurados y representados visualmente, el Municipio de San José de Colinas cuenta con dos Cesamos y un Cesar, estos en su momento se encontraban distribuidos estratégicamente en la zona, pero demostrando que la cobertura geográfica en la actualidad está muy replegada del resto de las aldeas del municipio.

Con los datos presentados es necesario que se evalúe nuevamente la capacidad instalada de los centros de asistencia de salud nuevamente para las demandas actuales, por la tendencia de crecimiento de la población. De esta forma disminuiría el sobre cargo de la atención centralizada que existe del hospital general que se encuentra en la cabecera departamental de Santa Bárbara.

Bibliografía

- Buzai, G. B. (2011). *Análisis Sociespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires: Lugar Editorial S. A.
- 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.
- Pineda, E. A. (2008). *Metodología de la Investigación*. Washington, D. C.: PAL-TEX-OMS.
- 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*.

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

Aplicación de sistemas de información geográfica a la georeferenciación de sitios arqueológicos, como aporte al desarrollo de un Atlas Arqueoastronómico de Honduras.

Josué Erubel Ramos Castro

Resumen

En el presente artículo se muestran los resultados de la identificación y registro de la información de algunos sitios arqueológicos principales de la zona occidente de Honduras, sobre su ubicación, situación y estado actual de cada sitio arqueológico seleccionado del país específicamente el Sitio Arqueológico de Yarumela y el parque arqueológico El Puente. Utilizando sistemas de información geográfica, se georeferenció algunas estructuras lo que permitió el despliegue de mapas y tablas con coordenadas, toma de fotografías y videos. Posteriormente se utilizaron aplicaciones informáticas especializadas como ArcGis y Google Earth para tratar la información recabada en campo con la que se desarrolló una aplicación informática utilizando herramientas de programación multimedia que muestren fotos, imágenes, videos y texto, de los sitios arqueológicos, de estructuras, de piezas arqueológicas que fueron encontradas en cada sitio y planos, obtenidos durante el trabajo de campo y gabinete que dé a conocer el estado actual de los sitios arqueológicos de origen Pronto-Lenca y otros aspectos culturales de la zona de Yarumela y del Puente, Parque Arqueológico Maya presentado de forma interactiva.

Palabras Clave: Sitios Arqueológicos Yarumela, El puente, lenguaje de programación, multimedia.

Abstract

In this paper, we present the results of the identification and registration of information of some major archaeological sites in the area west of Honduras, of your location, situation and current status of each country selected archaeological site Archaeological Site specifically Yarumela and archaeological Park Bridge . Using

geographic information systems, are geographically referenced some structures which allowed the deployment of maps and tables with coordinates, taking pictures and videos. Later specialized computer applications used as ArcGIS and Google Earth to treat the information collected in the field with which a software application developed using multimedia programming tools that show photos, images , videos and text, archaeological sites, structures of archaeological pieces that were found at each site and plans , obtained during field and laboratory work which would reveal the current state of the archaeological sites of origin Soon - Lenca and other cultural aspects of the area and the Bridge Yarumela archaeological Park Maya presented interactively.

Keywords: Archaeological sites Yarumela, bridge, programming language, multimedia

Josué Erubel Ramos Castro (jramos@unah.edu.hn) Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

En Honduras hay una enorme posibilidad de encontrar sitios arqueológicos en donde se puede interpretar registros arqueológicos desde una faceta espacial. "...Una de las vías que más interés han despertado en este último caso ha sido la de los Sistemas de Información Geográfico aplicados a la arqueología, para algunos SIA..." (Dantas 1988, Pinto 2001).

Estos datos de interés científico producto de investigaciones arqueológicas no están disponibles o son escasos. Existen pocos sitios ya georreferenciados y la información arqueológica actual esta desactualizada para la gran cantidad de información recopilada a lo largo del país y nuevos descubrimientos así como el estado actual de los diferentes sitios de interés arqueológico y cultural del país.

Hasta ahora no existe en Honduras una organización o ente que brinde información que nos permita visualizar la información de los diferentes yacimientos arqueológicos del país de forma interactiva, para conocer su estado, ubicación, nos brinde información histórica-científica y de investigaciones, apoyado todo con imágenes, sonido, videos y texto para la zona de estudio. Desde una faceta espacial y georreferenciada. Ver (Figuras 2 y 5.) y tabla 1. Este tipo de investigación que puede tener mucho impacto sobre todo para las comunidades cercanas a los sitios Arqueológicos y generar la motivación por turistas y que sirva de base a los investigadores del área de la Arqueología, y Arqueoastronomía para determinar si estos sitios tuvieron alguna relación con los astros. Este proyecto será de mucho beneficio para los arqueoastrónomos del Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural porque gracias a la construcción de una aplicación que contiene toda la información recopilada en diferentes formatos donde se utilizó una metodología de un estudio transversal en diferentes fases, desde la búsqueda de información bibliográfica, vistas de campo, toma de fotografías y coordenadas de las estructura, con el procesamiento de todas esta información en aplicaciones informáticas correspondientes para cada tipo de dato, sé logro desarrollar una aplicación informática interactiva multimedia.

Metodología

En la presente investigación se desarrolló un estudio descriptivo y transversal, donde se buscó identificar registrar algunas características de sitios arqueológicos del occidente de Honduras. Este proceso metodológico fue desarrollado en cinco fases; La fase inicial consistió en la búsqueda de la información o exploración de fuentes bibliográficas y también buscando el apoyo de investigadores expertos

nacionales sobre la fuente histórica de los sitios Arqueológicos de Honduras para este estudio; en la segunda fase se realizó una visita de campo para registrar información digital fotografías, videos, coordenadas de los puntos más importantes de los sitios con sistema de posicionamiento global (GPS); en la tercera fase se analizó toda la información y se procesó en secuencia lógica para separar la información documental con la técnica; en la cuarta fase se compilaron los datos, se procesaron las imágenes, videos en programas informáticos especiales y se desarrollaron mapas con los puntos georreferenciados de los sitios en sistemas de información geográfica Google Earth y ArcGis; en la quinta y última fase se desarrolló una aplicación informática multimedia de un Atlas interactivo en un lenguaje de programación Visual Basic donde se colocó toda la información obtenida de los sitios arqueológicos del occidente de Honduras, específicamente el Parque Arqueológico El Puente y el sitio arqueológico de Yarumela.

Resultados

Sitio Arqueológico Yarumela

Actualmente, el Instituto Hondureño de antropología e Historia (IHAH) realiza importantes gestiones para crear un parque arqueológico en Yarumela donde la comunidad de Miravalle quedara integrada y será beneficiada del turismo cultural. (Valladarez, 2008) En pláticas con los vecinos del lugar y específicamente con el Auxiliar de la comunidad de Miravalle el Sr. Denis Omar Mejía Aguilar comento que este sitio es muy visitado por turistas extranjeros y nacionales incluyendo alumnos de universidades y colegios de todo el país.

Ubicación geográfica de Yarumela

El emplazamiento arqueológico Yarumela está ubicado en el valle de Comayagua que se extiende por 1.5 km y una altitud de 600m sobre el nivel del mar. Está asentado en la ribera Occidental del rio Humuya ver (Figura 1.) el clima en este paraje comprende una estación seca de enero a abril y una temporada lluviosa de mayo a diciembre. Sin embargo Yarumela es algo más caliente y seco debido al efecto de sombra fluvial que provoca la cercanía de las montañas que tienen una altitud de más de 1000m. (Dixon B., 1991)

Aunque la evidencia no es concluyente es probable que la presencia de mega fauna extinta, como osos perezosos gigantes y mamuts a lo largo de la rivera del rio Humuya pudo haber atraído al valle a los cazadores del paleo indio previo al 4000 A.C., (Dixon, 1989: 47:48) citado en (Valladarez, 2008) la vegetación nativa ha

sido descrita según el registro paleoetnobotánico como mefítica o bosque tropical caducifolio. En las zonas del valle donde eran menos lluviosos aparece un bosque de sabana. Algunos árboles de esta sección incluían jícara, jagua, nance, carao, pinos. Se puede agregar piñón, anona, maguey, cactus y numerosas gramíneas. Otros restos encontrados son el ayote y el higo, como fuente de leña y para hacer canoas como combustible utilizaron el pino el cual se encuentra en las colinas de los alrededores como material de techo utilizaban pasto. La madera de Guanacaste fue utilizada en la construcción de casas, siempre y cuando no tuviera contacto con el suelo.

El registro paleoetnobotánico demuestra que aquellos pequeños pobladores del formativo medio tenían maíz en este importante sitio arqueológico, según las investigaciones realizadas por la Arqueóloga Susan M. Colby sobre la fauna que se cazaba en Yarumela. Los restos que aparecieron corresponden a tapires, de conejo cola blanca, Pájaros, moluscos de río, peces, tortugas, cangrejos e iguanas (Valladarez, 2008).

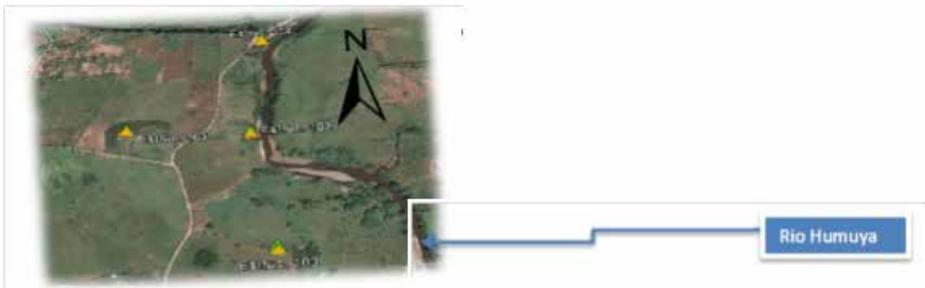


Figura 1. Imagen tomada de Google Earth con las estructuras 101, 102, 103 y 104 del sitio Arqueológico de Yarumela

Estructura	Latitud	Longitud
101	14° 21' 49.20304" N	87° 39' 2.29991" W
102	14° 21' 49.35600" N	87° 38' 51.26568" W
103	14° 21' 35.07976" N	87° 38' 48.84185" W
104	14° 22' 3.95220" N	87° 38' 50.456642 W

Tabla 1. Coordenadas de las estructuras seleccionadas del sitio Arqueológico de Yarumela

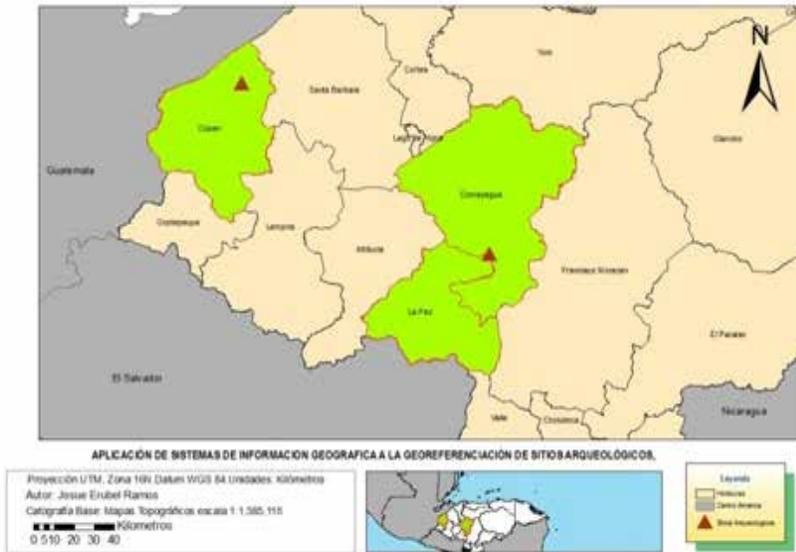


Figura 2. Mapa de Honduras representando la ubicación de los sitios arqueológicos dentro de la zona de estudio.

Un aspecto importante a considerar es la relación arqueoastronómica que pudieran tener las estructuras 101, 102, 103 y 104, de acuerdo a las observaciones realizadas y según que determinara el significado de la posición horizontal de la salida y la puesta del sol en relación a un particular alineamiento de los montículos durante los solsticios y equinoccios. Con respecto a la descripción del sitio, impresionante el aspecto sub tropical del área el cual seguramente era mucho más floreciente hasta hace unos cien años. El sitio de Yarumela está en efecto situado en un terreno en una zona de baja precipitación pluvial y se extiende aproximadamente 1.5 kilómetros en un eje de norte a sur entre dos brazos muertos del río Humuya ver (Figura 3.) Que limita el sitio por el este y el norte. Canby (1949) y Squier (1858) citado en en efecto situado en un terreno en una zona de baja precipitación pluvial y se extiende aproximadamente 1.5 kilómetros en un eje de norte a sur entre dos brazos muertos del río Humuya ver (Figura 3.) Que limita el sitio por el este y el norte. Canby (1949) y Squier (1858) citado en (Mandeville, “Programa Arqueológico de Yarumela, temporada 1983: descubrimientos y analisis”, 1997).

La gran importancia del sitio fue pronto reconocida por ciertos investigadores en su secuencia de tres fases del periodo formativo esta fueron designadas de temprana a reciente, Eo-Arcaico o Yarumela I, Proto-Arcaico o Yarumela II y Arcaico o Yarumela III además fue reconocido un periodo post formativo de ocupa-

ción por medio de la presencia de un componente del complejo Ulúa policromo a lo que se designó como Yarumela IV, el cual corresponde al periodo clásico formativo meso-americano.

Yarumela fue examinada por primera vez hace algo más de cuarenta años por el Dr. Joel S. Canby de la Universidad de Harvard, con los métodos propios de esa época. Según (Mandeville 1993) es sorprendente que este lugar haya sido olvidado por tantos años ya que Yarumela es sin duda uno de los lugares más importantes del periodo formativo de todo Mesoamérica.

Entre Los hallazgos más grandes de las excavaciones de 1983 fueron un horno incipiente en forma de colmena de un horizonte Usulután, el sitio de Yarumela, la arquitectura #102 sobre el nivel del suelo cubre aproximadamente 30 has. Sobre una terraza del pleistoceno de 10 ms de altura sobre el curso actual del río Humuya. Ver (Figura. 4)



Figura 3. Imagen del Río Humuya Actualmente



Figura 4. Imagen de la estructura # 102

El sitio del Formativo tardío en Yarumela está dominado por la estructura 101, de 20ms de altura que forma una “C” cara hacia el este y con estructuras de 6ms de alto, la 103 y la 104 al sur y norte, respectivamente. Dentro de esta área, se enmarca una plaza central de 9 ms de altura, la estructura 102 en las riveras del Humuya ver (figura 5.) y 4 montículos de 3 ms de altura. Además en agrupaciones menos obvias y esparcidas por todo el sitio, hay 10 montículos y varias plataformas destruidas. (Mandeville, “Programa Arqueológico de Yarumela, temporada 1983: descubrimientos y análisis”, 1997)

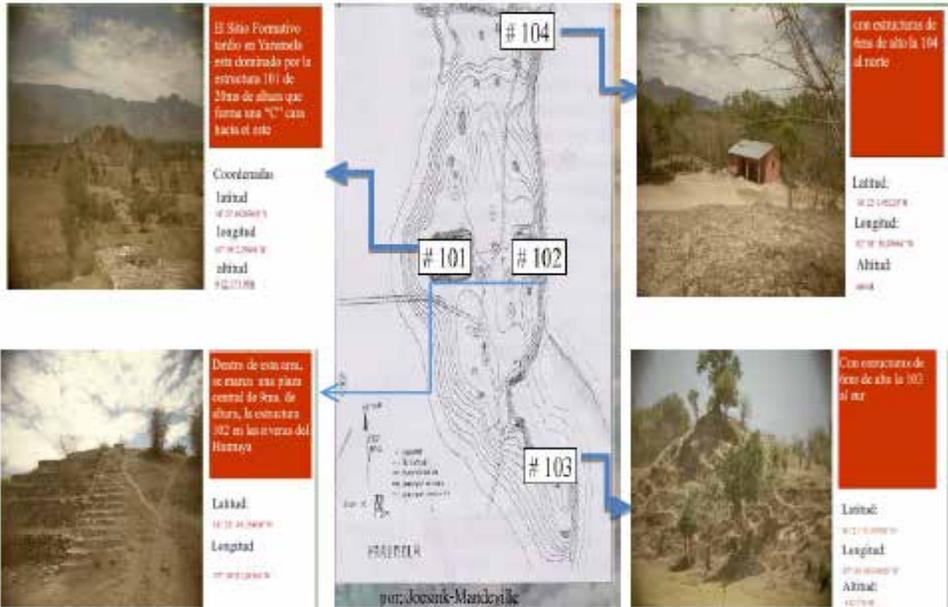


Figura 5. Plano del sitio arqueológico de Yarumela por: Joesink Mandeville y fotos tomadas de los montículos de Yarumela actualmente con sus respectivas coordenadas.



Figura 6. Algunas de las Piezas encontradas en el sitio arqueológico de Yarumela (museo del IHAH Comayagua).

Después de obtener toda la información necesaria, en bibliografía de otros autores, fotos, imágenes de Yarumela, equipo de sistemas de geo posicionamiento Global (GPS) para toma de coordenadas, ArcGIS. Se procedió con el diseño de un atlas arqueológico, con herramientas informáticas como Photoshop, Powerpoint, Adobe Flash y una herramienta de programación Visual Basic. Ver (figuras 7,8 y 9)

Diseños para la aplicación del atlas del sitio Arqueológico de Yarumela

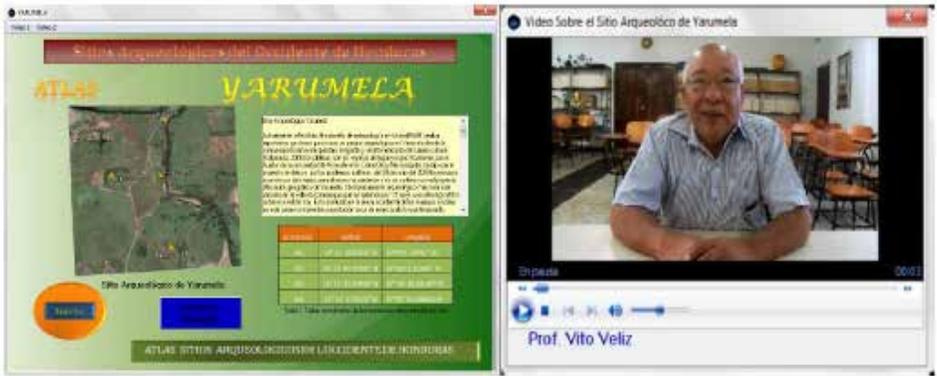


Figura 7. Captura de pantalla de la aplicación del sitio arqueológico de Yarumela.



Figura 8. Captura de pantalla de la Galería de imágenes de Yarumela.



Figura 9. Captura de pantalla de una aplicación flash que da opciones de interactuar con el plano del sitio de Yarumela y el Puente muestra las imágenes de la figura 5.

Parque Arqueológico El Puente

El Parque Arqueológico El Puente se localiza al norte del Valle de Florida, municipio de La Jigua, departamento de Copán, a unos 6 kms. desvío sobre la carretera que une La Entrada con Copán Ruinas. El Parque se encuentra en un terreno de 8 manzanas (55,700.00 m².), aproximadamente, no obstante, el sitio alcanza una superficie de 2 km cuadrados. Por lo general, la estación seca empieza en enero y se prolonga hasta Mayo mientras la estación lluviosa comienza en mayo y termina en diciembre, el promedio anual de precipitación en esta zona varía, pero aproximadamente es de 1,200mm, ecológicamente esta zona cae dentro del “bosque tropical seca” y el “bosque sub-tropical húmedo”. Es apropiada para la agricultura y la ganadería intensiva en términos generales. Actualmente, las llanuras de estas zonas son utilizadas principalmente para el pastoreo y cultivo de maíz. A demás de esto, se cultiva tabaco, caña de azúcar y, en menor escala, café, naranja, bananos y tomates .

Bajo el dominio de Copán de casi toda la región periférica, Uaxaclajuun Ub'aah K'awiil (18 Conejo) sucedió en trono a Chan Imix K'awiil (Humo Imix dios K en 695 d.C.) se ha conocido ampliamente que su reinado el arte de la ciudad copaneca llego a su nivel más alto, incluyendo las estelas con alto relieve (Fash 1991: 113) citado en esto refleja posiblemente la estabilidad político-social que disfrutaba Copán en ese entonces.

Aparentemente se tuvo un impacto muy grande con otras ciudades mayas, para el sistema político-económico de la periferia sureste maya y sería necesaria una nueva cronología, considerando lo anterior.

El Parque Arqueológico El Puente es resultado de 10 años de investigaciones realizadas por el Proyecto Arqueológico La Entrada (PALE) ejecutado en forma conjunta entre el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH) y el Servicio de Voluntarios Japoneses para la Cooperación con el Extranjero (JOCV) de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), para conservar los sitios arqueológicos de esta región.

En marzo de 1989 esta zona Arqueológica fue declarada monumento nacional por acuerdo presidencial en víspera de PALE II por medio de la cual se convertiría el sitio **EL PUENTE** en el segundo parque arqueológico nacional del país. Mediante negociaciones sucesivas con los propietarios, fueron adquiridas por el IHAH, en 1990 .

Durante las actividades de PALE II, este parque arqueológico se convirtió literalmente en el puente de cooperación entre Honduras y Japón. Así el nombre de parque arqueológico “El Puente” simboliza el deseo de que este parque sea un eterno puente de amistad entre el pueblo de Honduras y Japón.

El grupo principal se localiza en el extremo noreste del sitio y tiene seis plazas. El contorno del grupo principal es rectangular y sus ejes concuerdan con los puntos cardinales. La parte exterior del grupo se compone de largas estructuras bien construidas y conectadas entre sí. Estas y las estructuras piramidales dividen el interior de cada plaza y las dimensiones del grupo son:

- Eje principal de este a oeste: 215ms
- Eje corto de sur a norte : 98 ms

“El Puente” fue construido alrededor de 600 d.C. probablemente como enclave colonial por un grupo de inmigrantes de la elite procedentes de Copán o uno de los centros regionales Copanecos como “Los Higos”. Los datos arqueológicos y antropológicos físicos sugieren que el grupo elitista de El Puente era netamente maya que mantenía fuertes vínculos con Copán en el periodo clásico tardío (aproximadamente 600-850 d.C). Además, el estudio genético a través del antiguo ADN mitocondrial demostró los vínculos entre la élite de Copán y El Puente. El objetivo de la inmigración y construcción de una ciudad satélite en este lugar fue, entre otros, posiblemente para controlar la ruta de intercambio comercial entre el valle de Copán y el resto de Honduras asegurando la obtención de materiales importantes.

El sitio del Puente Ver (figura 10.) convenientemente localizado en una posición estratégica en cruce de estas dos rutas, pudo aprovechar en general el flujo de materiales e informaciones. Asimismo, por su localización geográfica, existe la posibilidad de haber sido el enclave de éste último o más bien, El Puente pudo haber sido uno de los enclaves del Estado Copaneco en la Región de la Entrada. Esta hipótesis se podrá validar o rechazar a través de la investigación realizada en el sitio. El Puente y la investigación a realizarse en Los Higos en un futuro cercano.



Figura 10. Imagen tomada de Google Earth de la Estructura 1

El Puente se desarrolló próspero durante los tres siglos. Su abandono se confirma en el siglo 9 y 10 igual que Copán. El sitio arqueológico fue descubierto por primera vez por Samuel Lothrop 1917 quien elaboró un croquis del sitio. Seguidamente el sitio fue visitado por Danés Jens Yde en 1935 quien realizó una amplia descripción del mismo elaborando un mapa esquemático de sus principales estructuras.

Hasta la fecha, 14 estructuras y 2 complejos altar-estela fueron excavados y restaurados completamente dentro del área del parque arqueológico en las investigaciones de la estructura 1, la parte superior de la estructura enterrada de la etapa anterior fue excavada y dos tapaderas de incensarios con la forma de un personaje posiblemente la representación de un gobernante de este sitio y un entierro con ofrendas fueron descubiertos por el arqueólogo Japonés Shuichiro Terasaki. En la excavación del grupo principal del sitio El Puente, se ha recolectado pocos tiestos posiblemente relacionados con “cerámica con pasta fina” del Valle de Sula. Este tipo de cerámica aparece en el periodo clásico terminal (aproximadamente 850-950 d.C) en la periferia sureste maya. Por lo tanto, posiblemente la ocupación del sitio El Puente siguió hasta el periodo clásico terminal.

Ya que se observa una relación muy fuerte entre Copán y El Puente, parece que por el decaimiento de la dinastía copaneca la elite de El Puente, igual a los demás centros mayas en la región de la entrada, que aun dependían de los gobernantes de Copán más que todo para fortalecer su posición y prestigio local, perdieron su poder y control sobre sus habitantes, es posible que en esta época

se formaran unas cadenas de interdependencia en las redes de intercambio de los materiales exóticos y otros indispensables entre Copán y los centros secundarios de la periferia. En este sentido parece que los centros de la región de la entrada nunca pudieron independizarse completamente de Copán en su historia.

Por tal razón, dado que el colapso sociopolítico de la región fue casi simultáneo al de Copán, se sugiere que la principal causa del decaimiento y abandono del sitio de El Puente no fue el exceso de la población ni el agotamiento de los terrenos agrícolas por uso excesivo. Si no quizá por el fracaso del sistema político-económico en el área sureste maya por el decaimiento de la dinastía copaneca y a la consecuente ruptura y destrucción de las redes de intercambio comercial y comunicación.

ESTRUCTURA 31



Figura 11. Altar 2 y Estructura 31 lado oeste del Puente

Esta estructura con 5 metros de altura se localiza en el extremo este del grupo principal. Su investigación mostró que tuvo seis fases de la construcción el complejo altar- estela que vemos al oeste de ella, está asociado a la 4ta fase de construcción. En la base de esta estela se encontraron dos piezas de jade. También se recuperó una cantidad significativa de material arqueológico. La estructura 31 muestra restos de dos habitaciones en su parte superior y una escalinata en su lado oeste. Al norte, sur y este se observan pequeñas gradas. A pesar de que existen dos cuartos, su función parece ser ritual/ceremonial.

ESTRUCTURA 26



Figura 12. Estructura 26

Esta estructura alargada en el sentido norte- sur, se localiza entre la plaza B y C. posee un altar y un monolito asociado a una fase anterior de construcción. Aun no se tiene claro cuál fue la función que desempeñó, pero se supone que fue un elemento divisorio entre ambas plazas algún objetivo ritual/ceremonial.

Se pudo comprobar durante las investigaciones que sus extremos norte y sur fueron elementos agregados en la estructura se localizaron restos de gradas en su lado este que han sido debidamente restauradas.

ESTRUCTURA 1



Figura 13. Estructura 1

Esta estructura fue ampliamente investigada habiéndose confirmado seis fases de construcción. Se rescató una importante cantidad de material arqueológico (cerámica y entierros). La estructura tiene 11 metros de altura, la más elevada en la región de la entrada. Se confirmó así mismo la existencia de seis terrazas como basamentos.

ESTRUCTURA 10



Figura 14. Estructura 10

La estructura 10 se encuentra localizada en la parte sur de la plaza A. Los investigadores han confirmado también en ella 4 fases de construcción. En ella se encontró valioso y abundante material arqueológico así como un interesante entierro correspondiente a una fase anterior de construcción. La estructura posee una interesante escalinata en su lado Norte que ha sido restaurada. Como un atractivo para los visitantes se ha construido un túnel para que se pueda apreciar en su interior edificios antiguos que fueron sepultados por los mayas para construir otro sobre ellos.

CENTRO DE VISITANTES

En el parque se ha construido un edificio con área de administración, venta de boletos y publicaciones; dos salones de exposiciones con la historia cultural de la región de la entrada y el propio sitio El Puente, cafetería, tienda de souvenir y un modelo escala 1.50 de una reconstrucción hipotética del grupo principal del sitio ver(figura 15). Además estacionamiento para vehículos y buses. Así mismo dentro de las colecciones en el centro de visitantes, existen artefactos y esculturas provenientes de otros centros regionales de la entrada.

Se logró tener una base de datos útil para todo tipo de usuario que contribuyan a llenar vacíos de información sobre los sitios Arqueológicos investigados por medio de uso de aplicaciones Multimedia, se logró digitalizar la ubicación de los sitios y documentar con información y fotografías además de las coordenadas que puede ser manipulada por el usuario para obtener datos de información de referencia, interés científico e histórico implementando una aplicación en el lenguaje de programación Visual Basic. Ver (figuras 15-19).



Figura 15. Modelo escala 1.50 de una reconstrucción hipotética del grupo principal del sitio.



Figura 16. Piezas Arqueológicas en exposición centro de visitantes Sitio Arqueológico el Puente.

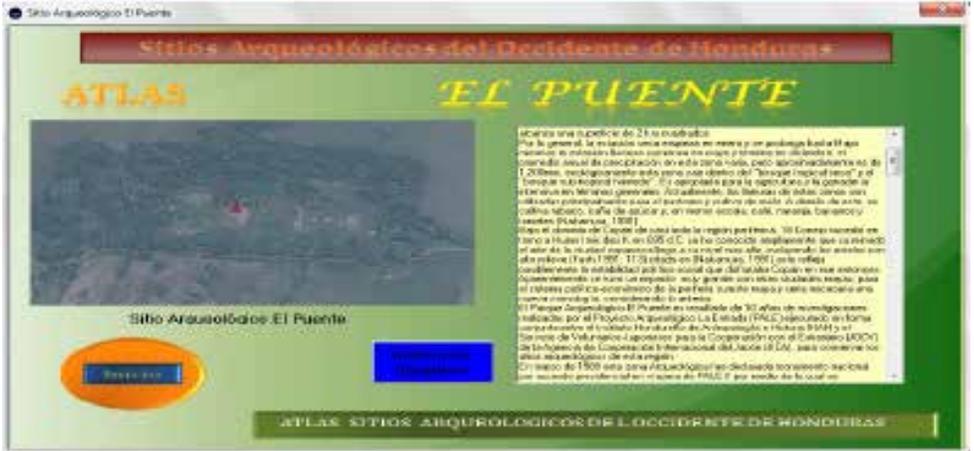


Figura 17. Captura de pantalla de la aplicación para el Parque Arqueológico El Puente.



Figura 18. Captura de pantalla de la Galería de imágenes de El Puente.



Figura 19. Captura de pantalla de portada de la aplicación informática.

Discusión

Según las investigaciones hechas por otros investigadores, se ha dejado mucha información Arqueológica de los dos sitios arqueológicos en cuestión, no así información sobre aspectos Arqueoastronomicos, en cuanto a los resultados esperados, se lograron los objetivos propuestos de identificar y registrar la información en diferentes formatos. En la investigación preliminar, de campo y posteriormente de análisis de datos. Hay una gran diferencia entre el sitio Arqueológico de **El Puente** y el de **Yarumela** puesto que el primero hay un parque Arqueológico, las estructuras están descubiertas y se pueden apreciar mejor, en cambio el sitio Arqueológico de Yarumela las estructuras no están descubiertas y hoy en día los montículos han sido saqueados a pesar que los vecinos del lugar y sus autoridades se preocupan por proteger el sitio, aun así hay sitios que se encuentran en propiedades privadas. Con la información recolectada y observando el sitio de Yarumela específicamente, hay una curiosa alineación de la estructuras 101, 102, 103 y 104 que posiblemente sea investigada en otro proyecto. Pero para investigaciones posteriores que vayan más allá de lo esperado se debería tomar encuentra algunas limitaciones como los permisos necesarios para entrar a los sitios arqueológicos, equipo de instrumentación para realizar otro tipo de mediciones que no están en este artículo como Azimut entre las estructuras y el apoyo de personal especializado. Refiriéndonos al aspecto tecnológico presentar la información con aplicaciones multimedia ó en un lenguaje de programación fue uno de nuestros objetivos. Toda esa información requiere de un análisis de investigación preliminar y procesamiento de todos los formatos digitales los cuales no solo dependen de búsqueda en

bibliografía sino que también de visitas de campo a los lugares, para la recolección de datos para la posterior creación de una aplicación informática multimedia interactiva.

Conclusiones

Esta investigación se logró identificar y registrar información bibliográfica, fotografía, y coordenadas de algunas estructuras de cada uno de los sitios seleccionados en este estudio.

De acuerdo con esta información ambos son muy importantes en la historia de nuestro país Honduras y toda Mesoamérica, no solo por su historia también por importancia turística, si bien es cierto ambos sitios fueron investigados por arqueólogos en diferentes fases, al parecer hubo más interés por el descubrimiento del sitio arqueológico el Puente quizás por su cercanía a Copán Ruinas una de las ciudades más importantes de la civilización Maya a tal grado que se declarada monumento nacional por acuerdo presidencial por medio de la cual se convertiría el sitio **EL PUENTE** en el segundo parque arqueológico nacional del país. Aun así es considerable el trabajo desarrollado por los arqueólogos en el sitio arqueológico de Yarumela donde se deja bien claro la importancia que tuvo el lugar desde el periodo formativo de todo Mesoamérica. Es posible que el apoyo financiero y económico haya influenciado mucho tanto por la importancia de la investigación en los sitios y la situación política del país.

Se espera que por parte de las autoridades del Instituto de Antropología e Historia (IAH) y la comunidad de Miravalle se inicie un proyecto para hacer del sitio Arqueológico de Yarumela un parque turístico donde quedaría beneficiada esta comunidad antes mencionada.

Realizar un proyecto de investigación de tipo Arqueo astronómico en el sitio Arqueológico de Yarumela sería un proyecto que en mi caso particular estaría desarrollando en otro momento por las observaciones a simple vista y los datos analizados.

En esta investigación gracias a tecnologías de sistemas de información geográfica, sistemas de posicionamiento global, lenguajes de programación y aplicaciones multimedia fue posible recolectar información, compilarla y agruparla. Para este trabajo se hizo una selección de la herramienta informática adecuada para cada tipo de dato. En esta investigación se pudo desarrollar una aplicación multimedia de un atlas interactivo en lenguaje de programación Visual Basic 6.0.

Bibliografía

- Dixon, B. (1991). "La Arquitectura del periodo Formativo y la competencia del estado social en Yarumela, Honduras. En YAXKIN. Honduras.
- Dixon, B. (2008). Yarumela: una historia de investigación arqueológica en el sitio y su lugar en la antigua historia hondureña. En R. YAXKIN, Revista del instituto hondureño de antropología e historia (Vol. XXIV, pág. 199). Tegucigalpa, Honduras: ENAG.
- Mandeville, J. (1986). "Proyecto Arqueológico Valle de Comayagua: Investigaciones en Yarumela-Chical. IX N°2, 1986, 17-41.
- Mandeville, J. (1997). "Programa Arqueológico de Yarumela, temporada 1983: descubrimientos y análisis". XV, edición extraordinaria 1990-1994, 5-18.
- Nakamura, S. (1991). "Desarrollo y decaimiento en la periferia de Copán". *annals of Latin American studies*, 39-95.
- USAC. (s.f.). Atlas Arqueológico de Guatemala. (D. G. Natural, Productor) Obtenido de <http://www.atlasarqueologico.com/>.
- Valladarez, O. A. (Septiembre de 2008). Yarumela: Revalorización un sitio arqueológico en el valle de Comayagua. (ENAG, Ed.) YAXKIN, XXIV, No1, 211-226.

Identificación de características arqueoastronómicas en el Parque Arqueológico de Copán Ruinas.

Marco Antonio Pineda Montoya

Resumen

Sobre el Parque Arqueológico de Copán Ruinas (PAC), se han desarrollado una serie muy importante de investigaciones, principalmente desde la perspectiva arqueológica, lo cual ha sido y continúa teniendo gran mérito e importancia en el ambiente científico nacional y mundial; pero cada día la trascendencia de Copán Ruinas motiva el interés de científicos de las más variadas perspectivas, cuestión que demanda la construcción de cuerpos teóricos desde las diferentes aristas académicas, que constituyan un importante aporte intelectual hacia una holística descripción del mismo, y la interpretación arqueoastronómica lo es. Demostrar esta condición constituye el quehacer fundamental de esta investigación y para ello se trabajó la descripción de la posición y posible alineamiento astronómico de las siguientes estructuras arqueológicas ubicadas en el PAC: Estelas 10 y 12, Patio Este y Templo 22, Templo 11, Juego de Pelota, Edificación 4, Estela D y un Entierro en el Sector Núñez Chinchilla.

Palabras Clave: Arqueología, Arqueoastronomía, Copan Ruinas, Alineamiento, Cosmovisión.

Abstract

About the Copan Archaeological Park (PAC), have developed a very important series of investigations, primarily from an archaeological perspective, which has been and continues to have great merit and importance in the national and global scientific environment, but every day Copan importance of motivating the interest of scientists from the most varied perspectives, an issue that demands the construction of theoretical approaches from different academic edges, which constitute an important intellectual contribution to a holistic description, and interpretation archaeoastronomical is. Demonstrate this condition is the fundamental task of this

research and for this work was the description of the position and possible astronomical alignment of the following archaeological structures located in the PAC: Stelae 10 and 12, Patio East and Temple 22, Temple 11, Game Ball, Building 4, Estela D and Nuñez Chinchilla Sector at Burial.

Keywords: Archaeology, Archaeoastronomy, Copan Ruins, Alignments, Cosmology.

Marco Antonio Pineda Montoya, (geopineda1408@yahoo.com) Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

La arqueoastronomía constituye un campo interdisciplinario, de reciente surgimiento, de ahí que su campo teórico continua en construcción, su principal ocupación trata de la interpretación de los aportes que las culturas antiguas hicieron al desarrollo de la astronomía, mediante la investigación de los vestigios que se encuentran en el presente y que evidencian, no solo la ocupación del territorio, sino, también un ejercicio de observación del cielo y de los astros que en él se visualizan, tanto de día, como de noche. Estas mismas observaciones, se hacían de manera periódica y metódica para augurar unas condiciones naturales relacionadas con un impacto directo en el ritmo de vida de los mismos grupos culturales.

Basándose en Aveni. Anthony, F. (2005), en la actualidad ya no precisamos de la astronomía práctica en la vida cotidiana, los avances tecnológicos nos han proporcionado la capacidad de transformar las condiciones naturales del medio geográfico y adaptarlas según nuestras necesidades, en otras palabras; en la actualidad el determinismo geográfico es menos realidad y cobra más vigencia el posibilismo cultural. Para los grupos culturales de la antigüedad observar el cielo estaba vinculado a casi todos los aspectos de su vida, debido a esta condición cultural, la astronomía de la antigüedad aparece relacionada con mitos y religión; tanto así que nuestros antepasados consideraron dioses al sol, la luna y otros astros.

La observación astronómica a simple vista

Indudablemente, la observancia del cielo constituía más que un hábito, un interés diario para poder predecir algunos fenómenos con consecuencias directas sobre la población, la continua y segura salida y puesta del sol, la vista de la luna en sus diferentes fases, son evidencias de un orden natural, digno de ser imitado socialmente. Frecuentemente la salida del sol se asociaba al retorno a la vida y su puesta a la muerte, de ahí que crearan su propia cosmovisión del mundo, considerando al planeta tierra un círculo plano al que los Mayas llamaron el mundo presente, al interior de la tierra le llamaron xibalba o el inframundo, en donde habitaban los dioses de la maldad; y a la parte alta de la atmósfera la consideraban como el mundo supra y lo llamaron itzamna o lugar de los dioses más poderosos y hacedores del bien para la humanidad.

Como producto de la continua observación astronómica, los pobladores de la antigüedad, llegaron a notables conclusiones con respecto a la periodicidad de los movimientos de los astros, a tal manera que definieron sus propios calendarios y formas de medir el tiempo, calcularon fechas en las que se iba a producir las

intersecciones de sus trayectorias o eclipses, llegaron a determinar los cambios en los puntos de salida y puestas del sol (solsticios y equinoccios), pasos del mismo astro por el cenit (posición del sol a una altura y ángulo de 90 grados con respecto a la ubicación del observador posicionado en la superficie terrestre), como también la observación de constelaciones o agrupamiento de estrellas.

Arqueoastronomía en Mesoamérica

Por Mesoamérica se entiende el área que incluye la parte del Valle Central y la península de Yucatán en México, prácticamente todo el territorio Guatemalteco, Belice, el occidente de Honduras, El Salvador y parte de Nicaragua. El poblamiento de esta área la realizaron grupos nómadas procedentes del continente Asiático, que atravesaron el puente terrestre hacia Alaska, formado en el estrecho de Bering, durante la última glaciación; esto sucedió en el pleistoceno hace por lo menos unos 11,500 años. Se cree que su desplazamiento hacia el sur del continente americano lo realizaron en condición de cazadores y recolectores, motivados por una mayor oferta de recursos naturales y condiciones climáticas menos extremas, hasta alcanzar la condición social de sedentarios, al lograr desarrollar actividades agrícolas que proporcionaban un exceso de alimentos.

Según Aveni. Anthony, F. (2005), a partir de la condición de sedentarios, las civilizaciones mesoamericanas implantaron un sistema agrícola basado principalmente en el cultivo del maíz. A la par de las actividades agrícolas aparecen la producción de utensilios de alfarería y herramientas para cultivo del suelo, además de la organización de la ocupación del territorio en aldeas, y el comercio como consecuencia de las relaciones interterritoriales en procura de satisfacer las necesidades no satisfechas en el sitio de ocupación.

Para los diferentes arqueólogos que han trabajado en el área mesoamericana, los grupos humanos en esta área, se instalan primeramente en la Costa Atlántica, frente al Golfo de México, en lo que llaman territorio Tolteca, caracterizado por una cultura sedentaria aldeana agrícola, basada en el cultivo de maíz, frijol y la calabaza. A partir de este planteamiento se considera a los toltecas como la cultura madre de los demás grupos mesoamericanos, como los mayas, aztecas y otros; que ocuparon el resto del área territorial mesoamericana.

En los tiempos presentes sabemos de la ocupación de Mesoamérica a partir de las evidencias arqueológicas que se han encontrado y que se estudian desde varias perspectivas para interpretar la cosmovisión, aportes a la astronomía, tradiciones culturales y relación con el medio geográfico que les rodeaba. Dentro

de estos grupos se destacan los mayas no solo por la gran cantidad de ciudades construidas en territorio de México, Guatemala, Belice, Honduras y El Salvador; sino también por los notables avances en la organización urbana, en la forma de construcción de sus edificaciones y altares, estelas, campos de pelotas, escalinatas, graderías y caminos.

Según Fash. B.W.(2011). El sitio arqueológico de Copán Ruinas, floreció desde el año 1400 a.C, hasta un poco antes del siglo IX d. C. De este sitio se destaca la fineza con la que los escultores construyeron sus edificios, templos, estelas y altares; es tal su riqueza artística que entre los especialistas se hace la relativa comparación de si en la antigüedad Tikal por sus edificaciones seria New York, a Copán por su riqueza y abundancia en arte escultórico se le compararía con la moderna ciudad de París.

El diseño y construcción del grupo principal de edificaciones en Copán Ruinas tiene una lógica que hasta este momento hace pensar en la espacialización de un esquema y orden en el uso de suelo, relacionado con la observación del cielo; así permite pensar, el hecho de que varias de sus estructuras y edificaciones presenten un alineamiento con los puntos cardinales. Las esculturas de calaveras y los símbolos alusivos a un inframundo, a la vida y la muerte permiten deducir una idiosincrasia de Los Mayas de Copán, basada en la observación del cielo.

Origen de la ocupación Maya en el Parque Arqueológico de Copán

El Parque Arqueológico de Copán, objeto de esta investigación, se ubica en el departamento de Copán, en la parte occidental de Honduras (ver figura N° 1); en un valle intermontano formado por el río Copán en su curso medio (el mismo río se le llama río Amarillo en su curso alto, río Copán en el curso medio y Camotan en su curso bajo; hasta desembocar como afluente del río Motagua en territorio Guatemalteco), según Fash.B.W. (2011), este valle comenzó a formarse geológicamente desde hace 134 a 64 millones de años, su proceso de formación paso por una primera etapa de deposición de materiales detríticos de roca caliza y limolitas, posteriormente, las erupciones volcánicas en la zona asociadas a la falla tectónica del Motagua; depositaron materiales piroclásticos de tamaño polvo y cenizas, que luego se consolidan o cementan formando las capas porosas (Toba volcánica), que ahora cubren el valle, simultáneamente y aún en la actualidad el río ha desarrollado su acción de intemperismo sobre la litología superficial, socavando el cauce por donde discurre; exponiendo superficialmente tanto la antigua roca caliza, como los materiales volcánicos. Como consecuencia de estos procesos superficiales, el

río Copán ha depositado en sus márgenes lodo y otros detritos formando terrazas fluviales y abanicos aluviales, óptimos para determinados usos agrícolas.

Es probable que las condiciones de fertilidad de los suelos, más otras condiciones físicas del medio geográfico como temperaturas media de 25 grados centígrados y dos estaciones pluviométricamente bien marcadas como estación lluviosa de mayo a noviembre y la seca que va del mes de diciembre a abril; hayan sido factores claves para que los Mayas poblaran este valle y desarrollaran una ocupación con características de ciudad, es decir con evidencias monumentales como las que se pueden apreciar actualmente en el llamado sitio arqueológico de Copán Ruinas.

Ubicación geográfica del Parque Arqueológico de Copán.

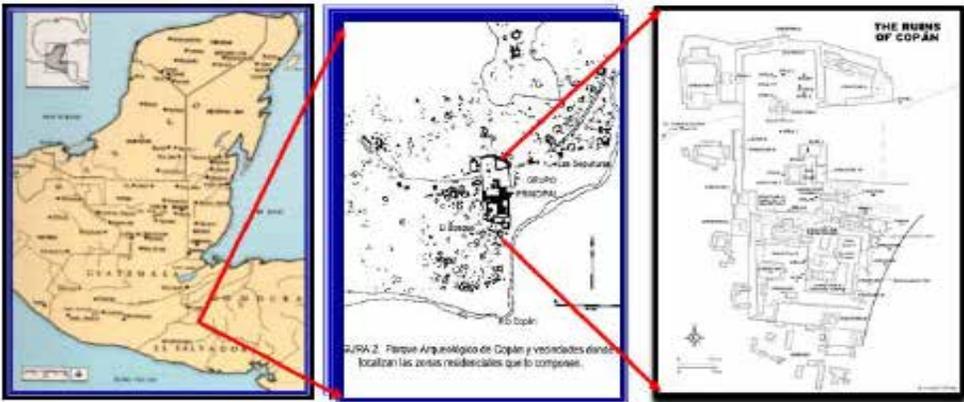


Figura 1 Ubicación geográfica del Parque Arqueológico de Copan, en la frontera sureste mesoamericana, específicamente en la margen derecha del río Copan, en el actual departamento de Copan, en la parte occidental de Honduras C. A. Fuente: Imágenes de la izquierda y del centro son tomadas de archivo pps. Charla impartida por Vito Veliz. La Plaza del Sol de Copan en UNAH. La imagen de la derecha es tomada de Avalon Travel.

La ocupación humana del valle de Copán, según los estudios arqueológicos realizados, datan desde los años 1800 a.C al 250 d.C, denominado como periodo preclásico y caracterizado por el aparecimiento de Estados o entes políticos con una jerarquía de personas con capacidad de decidir y con un poder central asentado en la acrópolis, también empiezan a construir templos y palacios con máscaras de dioses en estuco y jeroglíficos. Luego del año 250 D.C, al 900 D.C, se considera el periodo clásico; caracterizado por el alto desarrollo de las artes, principalmente en los detalles al trabajar la toba volcánica y el estuco, con que se

hicieron altares, estelas, escalinatas, pirámides, mascarones, templos y edificaciones. Del año 900 d.C hasta la llegada de los europeos al continente americano, este periodo se caracterizó por prácticamente el decaimiento y abandono del sitio arqueológico de Copán Ruinas por razones, todavía no del todo claras y que son motivo de investigación desde varias perspectivas.

Descubrimiento y exploraciones en Copan Ruinas

Según Sharer, R. (2003), durante el periodo clásico, el sitio arqueológico de Copan fue la capital de una poderosa entidad que dominó la región maya sudoriental, la frontera con América Central. Copán es célebre por su espléndido estilo escultórico y arquitectónico; por lo que se dice que Copan representa una variación clara dentro de la tradición maya de las tierras bajas.

En el sitio arqueológico de Copán se han estado haciendo trabajos de investigación durante más de un siglo por diferentes instituciones nacionales y extranjeras, las mismas han demostrado un poblamiento ininterrumpido de más de 2000 años, habiendo llegado a su máxima densidad de población durante el periodo clásico (250 d.C al 900 d.C), con un poco más de 20,000 habitantes.

Fue hasta el 8 de marzo de 1576, en que Copan fue explorada por personas extranjeras, este caso se confirma con la descripción que de ella hace Don Diego García de Palacio, en una carta enviada al Rey Felipe II de España, y en la misma dice:

“Cerca del dicho lugar como van á la ciudad de San Pedro, en el primer lugar de la provincia de Honduras, que se llama Copan, están unas ruinas i vestijios de gran población y de sobervios edificios, i tales que parece que en ningún tiempo pudo haver, en tan bárbaro ingenio como tienen los naturales de aquella provincia, edificio de tanta arte i suntuosidad; es ribera de un hermoso rio, i en unos campos bien situados i estendidos, tierra de mediano temple, harta de fertilidad, é de mucha caza é pesca.”

“En las ruinas dichas, hai montes que parecen haver sido fechos á manos, i en ellos, muchas cosas que notar. Antes de llegar á ellos, está señal de paredes gruesas i una piedra grandísima en figura de aguila, i fecho en su pecho un quadro de largo de una vara, i en el ciertas letras que no se sabe que sea”.

En 1834, Juan Galindo llegó a Copán y elaboró el primer plano de las Ruinas, sus escritos probablemente fueron leídos por John L. Stephens y Frederick Catherwood, quienes viajan a Centroamérica en 1839. Catherwood, realizó unos dibujos de las esculturas mayas para ilustrar el libro que, sobre su recorrido por Honduras, publicó Stephens en 1841, con el título de: Incidentes de Viaje en Centroamérica, Chiapas y Yucatán.

Según Stephens, John L (2008). Los exploradores Stephens y Catherwood cuando llegaron a Copán, tuvieron muchos problemas con el arrendatario del terreno (Don José María Acebedo) en donde se encontraba el sitio arqueológico. Después de varios intentos Stephens le compro el terreno a su dueño (Don Bernardo de Águila) por la cantidad de 50 dólares estadounidenses, para que Catherwood pudiera hacer los dibujos de las esculturas mayas (ver figura n° 2).



Figura 2. Dibujos en los que aparecen en la imagen de la izquierda el Altar Esférico y la edificación 4, en el centro la Estela F, y a la derecha el Altar y la estela D, en el Parque Arqueológico de Copan; elaborado por el explorador Frederick Catherwood, publicados en el libro: Incidentes de Viaje en Centroamérica, Chiapas y Yucatán. . Fuente: Los dibujos de Catherwood - Mayas 1° parte. www.aiu.edu/Universidad.

En 1891, Alfred P. Maudslay (de nacionalidad inglesa) realizó un estudio sobre las esculturas y jeroglíficos de Copán. Los resultados de ese estudio fueron publicados entre 1889 y 1902 en tres volúmenes, con el título “*Arqueología, Biología Centroamericana*”. También realizó los moldes de algunas esculturas para su reproducción en el Museo Británico.

Las primeras excavaciones científicas en Copán las realizó el Museo Peabody de la Universidad de Harvard, mediante un convenio firmado entre dicha universidad y el Gobierno de Honduras en el año de 1891. En este año, el Museo Peabody envió a Copán a los investigadores John G. Owens y George Byron Gordon

para trabajar durante cinco años en excavaciones. De estas investigaciones, se publicaron tres informes científicos entre 1896 y 1902. Owens murió en 1893 y fue enterrado frente a la Estela D, en donde se puede apreciar la lápida. A consecuencia de lo anterior, Maudslay fue invitado para ocupar el cargo dejado por Owens.

En 1920, Silvanus G. Morley, publicó el libro “Las Inscripciones de Copán”, considerado una fuente de obligada consulta para los investigadores de la epigrafía maya.

En 1935, el Gobierno de Honduras y la Institución Carnegie de Washington iniciaron el Proyecto de Investigación y restauración de la Zona Arqueológica de Copán. Es con este proyecto que se restauran la mayor parte de las estructuras del Grupo Principal.

Durante este periodo y por medio de las publicaciones científicas, Copán se dio a conocer más que otros sitios mayas. Gustavo Stromsvik, fue el Director de Campo del Proyecto; con él, colaboraron otros investigadores, entre ellos: Aubrey Trick, John Longyear, Tatiana Proskouriakoff y Edwin Shook. Otras de las obras ejecutadas por la Institución Carnegie de Washington y el Gobierno de Honduras, fue la construcción del Museo Regional de Arqueología en el pueblo de Copán, inaugurado el 15 de marzo de 1939. Stromsvik, también dirigió la desviación del Río Copán a su cauce actual, para que el río no continuara destruyendo los templos del lado Este de la Acrópolis. Este trabajo fue hecho en varias temporadas, aprovechando los veranos, desde el año 1935 a 1942.

En el año de 1975, el Instituto Hondureño de Antropología e Historia, inició el Proyecto de Reconocimiento del Patrón de Asentamiento del Valle de Copán. Este proyecto fue dirigido por el Dr. Gordon Willey, respaldado por el Museo Peabody de la Universidad de Harvard.

En 1978, el Gobierno de Honduras continuó las investigaciones mediante el Proyecto Arqueológico Copán (PAC), bajo la dirección del Dr. Claude Bauduz. Como producto de este trabajo se publicaron tres volúmenes de la obra “*Introducción a la Arqueología de Copán, Honduras*”.

En Septiembre de 1982, el IHAH y la Universidad del Estado de Pennsylvania (EE - UU) firmaron un Convenio de Investigación Arqueológica con el propósito de realizar excavaciones en los sitios rurales del Valle de Copán, Santa Rita y Cañas, con el fin de determinar diferencias y relaciones con el barrio Las Sepulturas y el Centro Cívico Ceremonial de la antigua ciudad de Copán.

En Mayo de 1985, el IHAH y la Universidad de Illinois (representada por el Dr. William L. Fash) iniciaron el Proyecto de Investigaciones Arqueológicas en la Estructura 10L-26, en donde se encuentra la Escalinata Jeroglífica.

Metodología

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo, en el mismo se describe la relación del material arqueológico maya con la observación de los astros que ellos mismos realizaban. Desde el interés de la arqueoastronomía se investigó el avance y aporte que los antiguos mayas hicieron a la astronomía, haciendo uso del análisis de restos arqueológicos.

Para poder identificar las características arqueoastronómicas de las edificaciones y estructuras arqueológicas construidas por los antiguos mayas que se ubicaron en el valle del río Copán, es necesario identificar e interpretar la orientación con que fueron construidas en el mismo sitio; procurando reconstruir lo que vieron y vivieron los pobladores. En ese mismo sentido es necesario ejercitar la astronomía posicional y verificar los fenómenos celestes que se produjeron y siguen produciendo en la actualidad. Además se revisó una serie de fuentes bibliográficas, publicadas durante los diferentes proyectos de investigación arqueológica realizados por instituciones académicas en el sitio arqueológico de Copán.

Metodológicamente este proyecto se realizó en tres etapas de investigación:

- Etapa 1: Se seleccionó el Parque Arqueológico de Copán, como objeto de estudio, se recolectó la información necesaria que describe las evidencias arqueológicas, para ello se revisó las fuentes bibliográficas desde la antropología, la historia y la arqueología que tratan sobre el mismo sitio, se revisaron planos a escala 1:2000 de gran detalle que permitieron la visualización de la ubicación de las estructuras construidas por los antiguos pobladores.
- Etapa 2: Implicó el Trabajo de Campo para la recolección de datos, en el mismo se buscó reconocer las evidencias, estructuras o vestigios usados en las observaciones astronómicas, se identificaron posiciones matemáticas, orientaciones, acimut y alineamientos de las estructuras estudiadas.
- Etapa 3: Se realizó el análisis y la síntesis de la información recogida sobre las evidencias arqueológicas, una vez recopilada la información de campo, se comparó con la información del sitio obtenida en fuentes bibliográficas.

La dimensión espacial de los restos arqueológicos, encontrados en el Parque Arqueológico Copán Ruinas, constituyó un factor elemental de análisis, el mismo se hizo procurando su vinculación con la observación de los astros en el cielo del sitio. De manera resumida se desarrollaron las siguientes actividades:

- Revisión de fuentes bibliográficas de epistemología de la Arqueoastronomía mesoamericana.
- Revisión de fuentes bibliográficas del Parque Arqueológico de Copán Ruinas.
- Toma y revisión de imágenes del material arqueológico del Parque de Copán Ruinas.
- Identificación de los elementos arqueoastronómicos en las estructuras, edificaciones, altares y templos del grupo principal de Copán Ruinas (Estela 10 y 12, Patio Este y el Templo 22, Templo 11, Juego de Pelota, Edificación 4, Estela D y un entierro en el Sector Núñez Chinchilla).

Análisis y Resultados

Actualmente el Parque Arqueológico de Copán, está integrado por tres elementos que se distinguen por su contenido de recursos arqueológicos:

- El Grupo Principal, integrado por la Acrópolis y la Gran Plaza del Sol.
- La Zona Residencial de Las Sepulturas, ubicada al noreste del Grupo Principal.
- La Zona Residencial de El Bosque, ubicada al oeste del Grupo Principal.

Para efectos de esta investigación se seleccionaron unas estructuras arqueológicas del Grupo Principal y de la Gran Plaza del Sol, con el propósito de identificar las características de vinculación arqueoastronómica con que fueron construidas por los mayas copanecos.

Tomando en consideración a Aveni. A, F. (2005). Existen cuatro razones explicativas, que demuestran que la planeación urbana en Mesoamérica, estuvo influida e incluso determinada por observaciones astronómicas hechas por los planificadores:

- Los textos etnohistóricos y los códices (en los que aparecen imágenes de varas cruzadas, frente al rostro del observador del cielo o astrónomo) y los alineamientos astronómicos en templos, juegos de pelota, estelas y altares.
- Una gran parte de la arquitectura ceremonial en Mesoamérica, se interpreta como un texto ideológico en el que se manifiestan los principios de orden cósmico y ancestral, mediante ritos desarrollados en la parte exterior de los templos.
- Los alineamientos revelan un patrón de orientaciones desviados sistemáticamente, los que probablemente se deban a una respuesta ante las condiciones ambientales tropicales y locales o bien a la implementación de cambios de ideología.
- Los alineamientos arquitectónicos ofrecen una base empírica subyacente, racional y concreta para los calendarios.
- Indudablemente la civilización maya planificaba sus ciudades, de tal manera que incluyera los aspectos de adoración tanto en el ambiente familiar como público, y diseñaban los elementos físicos en base a sus necesidades de adoración a los dioses de la naturaleza. El proceso de sedentarización conduce a la ocupación del espacio de manera ordenada, un orden que en este caso que nos ocupa esta inspirado en la observación de los astros.

Es sabido que culturas antiguas como los romanos, al momento de diseñar sus ciudades, le daban mucha importancia a la orientación, de hecho usaron el sol como referencia para trazar sus “decumani” o calles orientadas Este – Oeste y sus “cardines” o calles orientadas Norte – Sur, las trazaban siguiendo un alineamiento con el eje celestial. Los Mesoamericanos también le dedicaron tiempo y esfuerzo al alineamiento de sus ciudades, aunque a diferencia de otras culturas y en el caso específicos de los mayas, estos tenían intereses no solo astronómicos, sino también religiosos e ideológicos.

Las Estelas 10 y 12

Se trata de las estelas más distanciadas de la acrópolis de Copán, se ubican sobre las laderas del lado Este y Oeste del Parque Arqueológico a una distancia aproximada de siete kilómetros, la estela 10 se encuentra en el costado occidental y la estela 12 en el costado oriental (ver figura n° 3), si se traza una línea desde la una a la otra, esta pasa por el borde sur del Patio Occidental del Grupo Principal,

esta misma línea la trazó el arqueólogo Silvanus Morley para demostrar la ubicación de ambas estelas con objetivos arqueoastronómicos, por ello planteó que si se observa desde la estela 12, el sol se pone sobre la estela 10, en las fechas 12 de abril y 1 de septiembre; vinculando la primera fecha con el inicio de cultivo del maíz (La milpa), es decir se anunciaba oficialmente el inicio de la estación lluviosa y con ello también la comunidad maya preparaba las etapas de roza y quema de maleza para iniciar el ciclo agrícola, además de las fiestas de la lluvia. Otra característica arqueoastronómica de la línea imaginaria entre ambas estelas es que la misma se produce cuando el movimiento aparente del sol por la esfera celeste, se observa a mitad del periodo de tiempo entre el equinoccio de primavera y el primer paso del sol por el cenit en la comunidad de Copán (21 días después del equinoccio y 19 antes del primer paso por el cenit).

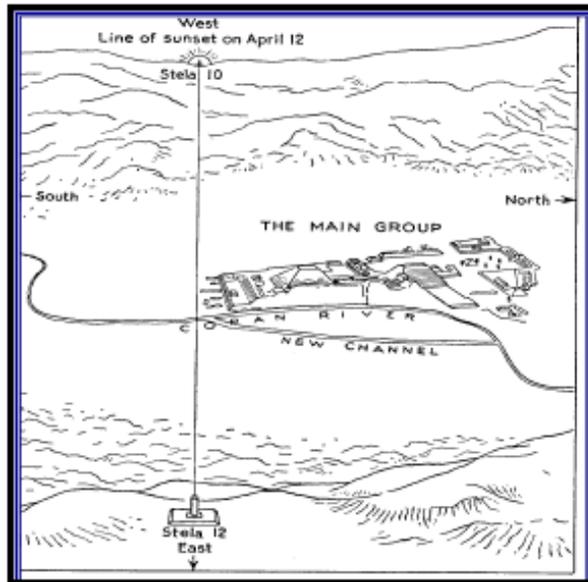


Figura 3. Vista del Parque Arqueológico de Copán en el interior del Valle del Río Copán y la ubicación de la Estela 10 al Oeste y la Estela 12 al Este del Grupo Principal, el lado Norte se corresponde con el extremo derecho de la imagen. Fuente: Imágenes tomadas de archivo pps. Charla impartida por Vito Veliz. La Plaza del Sol de Copan en UNAH.

Según Forrest. Deborah y otros. (2010) ambas estelas presentan los siguientes datos de posicionamiento (ver tabla N° 1):

ESTRUCTURAS	ESTELA 10	ESTELA 12
Latitud	14° 50.576' N	14° 50.029' N
Longitud	89° 11.066' W	89° 07.449' W
Acimut	278.8786° (desde la Estela 12)	81.1368 ° (desde la Estela 10)

Tabla 1. Si se consideran los datos de longitud de cada estela, estas se ubican a una distancia de 6.57 kilómetros de distancia.

Estos mismos autores plantean que en base a las mediciones realizadas in situ, ambas estelas no presentan una evidencia exacta, a excepción de indicar precisamente durante las fechas de equinoccios, los paralelos que limitan el sitio arqueológico, al norte (la estela 10) y al sur (la estela 12). Además plantean que para el año 500 de nuestra era, las estrellas más brillantes que se ponían sobre la Estela 10; eran Betelgeuse, Altaír, Procyon, y Aldebarán. Aunque no en las posiciones exactas tras la Estela, sino a unos grados de ella. Considero que habría que tomar en consideración la precisión en la toma de datos en la actualidad, precisión que tendría cierta diferencia con respecto a los datos tomados por lo mayas, precisamente por esa diferencia entre la observación astronómica con instrumentos de precisión actuales y la observación a simple vista practicada por los sacerdotes mayas, y a ello habría que incorporar el desplazamiento del territorio, a razón de entre uno y dos centímetros anuales por el movimiento de la placa tectónica Caribe (Strahler. A.N, Strahler. A.H. (1989)), en la que se ubica el Parque Arqueológico de Copán.

El Patio Este y el templo 22

Las observaciones astronómicas en la civilización maya adquieren gran importancia a partir del primer milenio a.C. Las mismas estuvieron orientadas a lograr un mejor rendimiento de las actividades agrícolas; dentro del proceso de sedentarización de una sociedad que exigía unos excedentes de producción para satisfacer sus necesidades alimenticias de manera más cómoda y segura. Dichas observaciones eran desarrolladas por los sacerdotes o chamanes, con el objetivo de asesorar al rey, quien tomaba sus decisiones respaldadas en la asesoría brindada por el sacerdote. El sitio donde desarrollaban su trabajo los astrónomos-sacerdotes mayas fueron los templos, estas edificaciones se ubicaban en la parte alta de las pirámides; además eran el símbolo del poder político, ya que a los mismos ascendían tanto sacerdotes y reyes a desarrollar los rituales dedicados los astros e incluso a los ancestros.

En el Grupo Principal del Parque Arqueológico de Copán, se destacan dos grandes espacios abiertos; llamados patio Oeste y patio Este, en ambos casos se trata de complejos de edificaciones dedicados a la observación de los astros, a la instalación de estelas y/o altares. En el caso del Templo 22, ese ubica en la parte norte del patio Este, se trata de la edificación que domina el mismo patio. Habiendo sido construida durante el reinado del decimotercer gobernante de Copán Waxaclajun Ubaak Kawil (18 Conejo), aunque los patios fueron construidos en el periodo del anterior gobernante (Imix Humeante). Según Sherear, R (2003), el Templo 22 fue concebido como montaña sagrada y edificado como palacio y santuario de 18 Conejo a inicios del siglo 8 d.C.

Según Marineros, L. Veliz, V. (2007), este es uno de los templos más importantes de Copán, se trata de un edificio que representa una montaña sagrada, en el que se realizaban auto sacrificios por parte del rey, sacándose sangre tanto de la lengua como del pene, utilizando espinas de raya como objeto punzante y de esta manera ofrendar sangre real a los dioses durante las actividades rituales. En la entrada del Templo 22, se puede apreciar la mandíbula inferior de un monstruo, según Miller, M.E. (2009) este mismo detalle arquitectónico aparece en los sitios mayas de Rio Bec y Chenes; en las paredes del interior del mismo templo aparece la escultura cosmológica de una serpiente de dos cabezas que representa la bóveda celestial, sostenida por dos bacabes apoyados cada uno sobre una calavera, que representa el xibalba o inframundo.

Considerando lo planteado por Fash. B.W. (2011), el templo 22 fue concebido como el Yax Hal Witznal primordial o sea como la “La primera verdadera montaña de la creación”, genéricamente conocido como “La Montaña del sustento”; se piensa que el portal interior describe el cielo nocturno con una representación de la Vía Láctea. De manera conjunta se cree que el templo representa la montaña sagrada donde nació el maíz y la plaza o patio oriental se equiparaba con un mar primordial. Aveni, Anthony citado por Fash. B.W. (2011), hizo un importante aporte a la interpretación de este templo, en el sentido de plantear que; esta estructura fue construida de forma alineada con el recorrido del planeta Venus en el cielo y que las ventanas del interior que tienen vista al Este y al Oeste (ver figura N° 4), eran usadas para observar las primeras salidas del planeta Venus como estrella matutina y vespertina, cuestión que permitía a los chamanes o sacerdotes mayas pronosticar ciclos calendáricos en sus almanaques, además de desarrollar en su interior ritos de sangrados, auto sacrificios y oraciones a los dioses y ancestros rogando por la buena voluntad de los mismos hacia su comunidad.

El patio Este u Oriental tiene un diseño y construcción debidamente orientado en función de las cuatro esquinas o lados del mundo maya, es decir, cada uno de sus cuatro lados se alinea con puntos cardinales, destacándose en este escenario el Templo 22 por su ubicación en el flanco norte y alineado también con las estructuras o marcadores de un falso juego de pelota que aparecen en el centro del piso del patio (ver figura N° 6), desde la perspectiva del patio hacia el portal del Templo 22, se puede observar de manera imponente uno de los cimas o picos del relieve montañoso que rodea el Valle del río Copán, lo que permite suponer que el Templo no solo posee un alineamiento de sus ventanas para observar el planeta Venus en sus salidas y puestas; sino también presenta un alineamiento con uno de los picos montañosos más elevados del entorno del Valle del río Copán (ver figura N° 5).

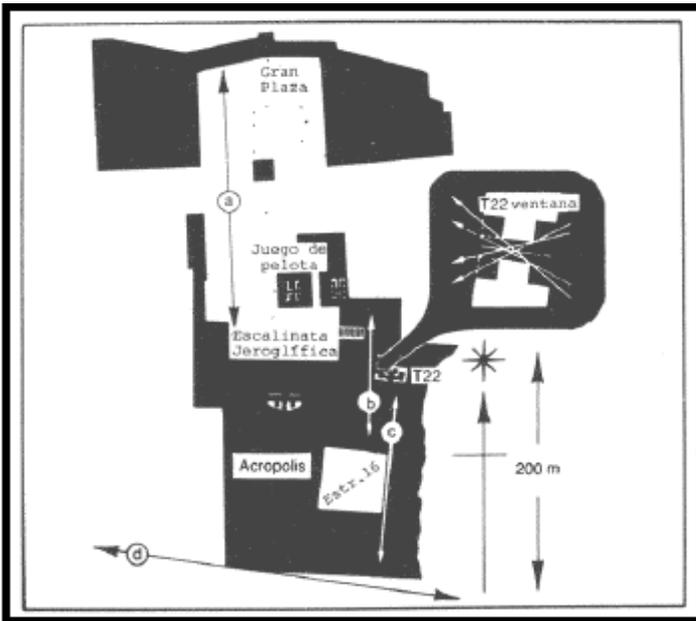


Figura 4. El plano del gran centro maya del Clásico en Copán, Honduras, muestra, según Aveni, tres grupos principales de orientación (a, b y c), así como una línea base de significado astronómico (d), que conecta las estelas 10-12 a través de una distancia de 7 km. Esta línea toca tangencialmente la base de la estructura 16 sobre la Gran Acrópolis, siendo esta última la estructura principal de Copán. El plano muestra también el Templo de Venus (estructura 22, ampliado), con su ventana y las líneas de observación hacia ciertas direcciones de importancia astronómica. Los puntos indican la localización de altares y estelas (Plano de P. Dunham). (Según Aveni, 1980, figura 77; pp. 240-245). Tomado de: Broda Johanna. Arqueoastronomía y Desarrollo de las Ciencias en el México Prehispánico. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/04/html/sec_7.html.

Según Freidel, D. Schele, L. Parker, J. (2001), el decimotercer gobernante de Copán de manera simultánea instaló las estelas de la Gran Plaza y remodeló las montañas que rodeaban los patios de la Acrópolis, siendo su obra más memorable la construcción del Templo 22, con el que recreó una estructura edificada muchas veces por sus antepasados, expresando su propia visión espacial de la creación. Waxaclajun Ubaah Kawil mando adornar las esquinas de este Templo con una pila de tres grandes mascarones de mosaico de piedra representando a Witz, la montaña personificada; también incluyó representaciones tridimensionales del primer padre (Hun-Nal-Ye) en su forma de Dios del Maíz entrelazados con Dioses Venus esqueléticos, también incluyó retratos propios, aves celestiales posadas en las esquinas sobre los mascarones. De esta forma, el Templo 22 constituía la versión de Copán de la Primera Montaña verdadera del mito de la creación.

Los constructores del Templo 22, representaron en la puerta principal las fauces del gran monstruo Witz, para anunciar a sus observadores que se trataba de la entrada a una cueva viviente que conducía al corazón de la montaña sagrada, o sea que era la entrada o portal al otro mundo, en el interior del Templo 22 estaba el santuario donde el decimotercer gobernante con su sucesor y chamanes conjuraban a sus antepasados y dioses para recibir su protección. En el marco de la puerta principal del Templo 22, se observa la decoración grabada de un monstruo cósmico, que representa el cuerpo arqueado de la Vía Láctea vista en el ocaso durante el solsticio de invierno, con orientación Este – Oeste; de acuerdo con las salidas y puestas del sol y su respectivo trayectoria a través de la esfera celeste. En la base del portal o puerta principal del templo aparecen unas inscripciones separadas por cráneos a lo largo del escalón, estas registran la finalización del primer katún (periodo de 20 años) del gobernante y la fecha de dedicación del templo (ver figura N° 5).



Figura 5. El portal del Templo 22, en él se puede apreciar la magnífica decoración que dispuso el decimotercer gobernante de la dinastía de Copán, Waxaclajun Ubaah Kawil más conocido como 18 conejo, en la base aparecen los jeroglíficos donde se lee las fechas y la dedicación del templo separadas por calaveras y al ver por el portal se observa uno de los picos orográficos más elevados del horizonte que rodea el valle de Copán. Foto propia.



Figura 6. En el patio oriental de la acrópolis, se puede apreciar la estructura 10L 22, que fue la residencia del decimotercer gobernante 18 conejo, en la parte central del patio se encuentran unas estructuras ligeramente planas (marcadores de un falso Juego de Pelota) que presentan un alineamiento norte sur con respecto al portal principal del Templo 22. Foto propia.

Templo 11

El Templo 11, se encuentra ubicado en el lado norte del Patio Oeste del Grupo Principal, exactamente en el flanco sur del patio de la Escalinata de los Jeroglíficos; según Marineros, L. Veliz, V. (2007) se trata del segundo de los templos más elevados del Parque Arqueológico de Copán, tiene en su extremo norte una escalinata que se inicia en la base de la montaña sagrada con la estela probablemente mejor esculpida del mundo maya, la estela N (ver Figura 7), dispone de la mejor ubicación para apreciar la Gran Plaza de las Estelas y también para presenciar el desarrollo del ritual del Juego de Pelota. Es un templo estructurado con dos pasillos o ejes centrales alineados Este – Oeste uno y Norte – Sur el otro (ver Figura 8). Según Fash. B.W. (2011) fue construido por el decimosexto gobernante de la dinastía de Copan Yax Pasaj Chan Yopaat, en las paredes de su interior se encuentran esculpidos varios tableros de jeroglíficos (ver Figura 9) que anuncian la dedicación del templo por parte de su fundador. Su puerta principal se diseñó para tener una espléndida y estratégica vista del escenario norte de la Acrópolis, en la que el gobernante con sus más cercanos colaboradores dominaban las actividades públicas (ver Figura N 8).



Figura 7. En la imagen de la izquierda se puede apreciar la escalinata del Templo 11, en su base se encuentra la Estela N, la mejor esculpida en el PAC, en la parte superior de la escalinata se encuentra el portal principal del templo. En la imagen de derecha se aprecia el alineamiento Norte - Sur del eje central del Templo 11, e incluso en el horizonte geográfico del entorno se aprecia uno de los picos orográficos más altos del entorno del Valle de Copán. Fotos propias.

El diseño y construcción del Templo 11, constituyó un claro mensaje político por parte del decimosexto gobernante a su pueblo en el sentido de ver la autoridad y a su vez servía como elemento de justificación en el poder; además enviaba un

mensaje de solidez administrativa y liderazgo político a sus posibles adversarios. Para ello se inspiró en su padre el Dios Sol al alinear uno de los ejes del templo con la trayectoria del astro rey por el cielo o esfera celeste.



Figura 8. La imagen de la izquierda es una composición del escenario que presenciaba el decimo-sexto gobernante con sus más cercanos colaboradores. En la imagen de la derecha se observa la intersección de los pasillos o ejes centrales del templo 11. Fotos propias.

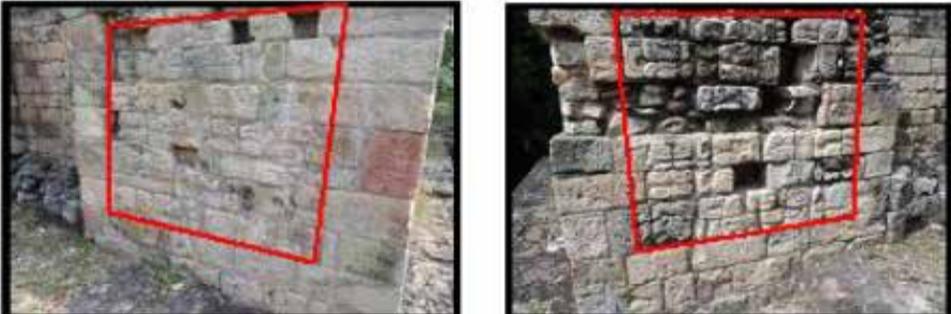


Figura 9 . En ambas imágenes se observan dos de las esquinas de intersección de los pasillos internos del templo 11, en las paredes internas se aprecian dentro de los cuadrados en color rojo los tableros de jeroglíficos, en los que se esculpió las fechas y dedicación del templo. Fotos propias.

El Juego de Pelota en Copán

Se encuentra ubicado en el lado norte de la escalinata de los jeroglíficos, en la parte sur de la Gran Plaza del Sol y es considerado el centro social de la ciudad. Según las últimas investigaciones arqueológicas, fue construido en dos

fases, la primera inicialmente en el siglo IV de nuestra era, luego fue remodelado dos veces hasta que fue reconstruido a finales del siglo VI o a inicios del siglo VII; la segunda fase implicó una remodelación realizada a principios del siglo VIII y la última remodelación se hizo según Freidel, D. Schele, L. Parker, J. (2001) el 10 de enero del año 738 de nuestra era, y la diseño y construyó el decimotercer gobernante Waxaclajun Ubaah Kawil (18 Conejo), siendo esta versión la que se observa actualmente cuando se visita el Parque Arqueológico de Copan. Se trata de un espacio de forma rectangular con taludes y marcadores con forma de cabezas de guacamayas, edificados en los flancos Este y Oeste.

Cuando se habla del juego de pelota maya, se plantea como un escenario en el que se desarrolla un evento ritual con características de deporte. En el mismo se produce el enfrentamiento entre las fuerzas del Itzamna (Supramundo) y las del Xibalba (Inframundo), se enfrentaban dos grupos de jugadores que representaban el bien y el mal, la luz y la oscuridad, las deidades de la noche y de la claridad; la función de juez la ejercía el gobernante y siempre su equipo ganaba el ritual, al finalizar se sacrificaba al capitán del equipo perdedor. Aunque se sabe por las evidencias arqueológicas en pinturas murales, cerámica y grabados en rocas, que se trataba de rituales desarrollados en las principales ciudades mayas, también se cree que se practicaba como un juego por parte de los niños en las aldeas que rodeaban a las acrópolis, obviamente sin los resultados rituales de la ciudad, sino como una actividad lúdica.

En el caso de las instalaciones del juego de pelota de Copan, en la versión actual, su eje central se encuentra orientado con dirección Norte – Sur, quedando uno de sus flancos al Este y el otro al Oeste (ver Figura 10) dicha posición permite deducir su diseño con base a observaciones astronómicas en el sentido de que, uno de los flancos de la cancha queda del lado de la salida del sol y el complementario queda hacia la puesta del astro rey. En su extremo norte se encuentra una gradería dominada por la estela N° 2 (ver Figura 11).



Figura 10. Juego de Pelota de Copán, visto desde el extremo norte, en sus flancos este y oeste se observan las estructuras inclinadas donde se ubican los marcadores con forma y diseño de cabezas de papagayos. En el extremo sur se puede ver protegida con una carpa la escalinata de los jeroglíficos.

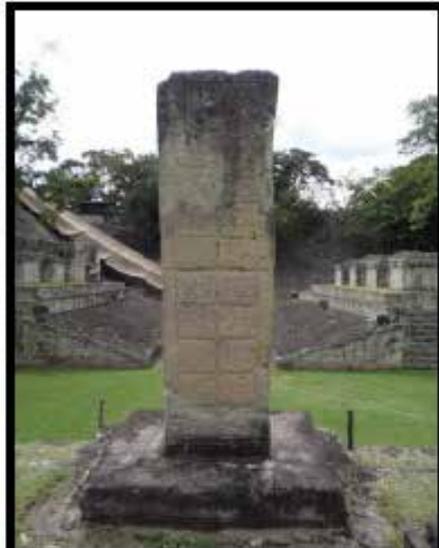


Figura 11. Estela 2, ubicada en el extremo norte del Juego de Pelota, observese que la estela fue plantada de una manera bastante precisa en cuanto a su alineamiento con la superficie del juego de pelota.

El Popol Vuh, libro sagrado de los Mayas K'iche', es el único texto indígena escrito después de la Conquista, que se refiere al Juego de Pelota Maya. En el mismo se habla de un mito en torno a dos partidos de Juego de Pelota, en los que se enfrentan en un primer partido los señores del Xibalba (el inframundo); y dos pares de gemelos terrestres (*Hun Hun Ahpu* y *Vucub Hun Ahpu*); después en el segundo partido los señores del xibalba se enfrentan a otro par de gemelos llamados *Hun Ahpu* (*Junte' Ajaw*) y *Xbalanque* (*Yaxb'ahlam*). Los señores del inframundo triunfan sobre el primer par de gemelos. Pero uno de ellos (*Hun Hun Ahpu*) se convierte en el padre de los segundos gemelos. Pasado un tiempo los segundos gemelos crecen y se enfrentan a los señores de la oscuridad, triunfando debido a su astucia. Existe pues, una composición en dos momentos: dos campos, dos partidos, una derrota y una victoria para cada campo. La victoria final de los segundos gemelos clausura el mito Maya K'iche'. Aunque este relato posclásico refiere al Juego de Pelota, las fuentes del periodo clásico Maya muestran una diversidad de deidades asociadas al mismo, que no se pueden explicar en los términos del mito K'iche'.

Sin embargo, el Juego de Pelota desarrollado en el texto del Popol Vuh, en el que se describe el enfrentamiento del inframundo y el mundo celestial; estos no tienen las mismas connotaciones, que el infierno y el paraíso planteado en la cosmovisión cristiana.

En la cosmovisión Maya, tanto el Xibalba como el Itzamna incluyen situaciones positivas y negativas. De tal forma que, si el inframundo Maya es el lugar de la oscuridad y de la muerte, también lo es del agua, la fertilidad, y la vida. De la misma manera, el supramundo o cielo es el lugar de la lluvia y del sol, pero también del rayo y de la sequía, que implican peligros para los seres humanos. De esta manera se puede deducir la importancia cósmica que tenía el Juego de Pelota para los mayas.

La Edificación 4

En la arquitectura maya, las pirámides tienen cuatro lados, una base cuadrada y por lo menos en uno de sus lados disponen de una gradería para su respectivo ascenso a la cima truncada. En el diseño y construcción de estas edificaciones, se concebían como montañas sagradas coronadas en su cima por un templo al que ascendía el rey y sus más cercanos colaboradores, para realizar la ritualidad propia de la cosmovisión maya. En este caso que se trata de la edificación 4, es la primera edificación que se visualiza al entrar a la Gran Plaza de las Estelas en el Parque Arqueológico de Copan. Según Agurcia Fasquelle. R, Fash. W.L. (2008) es una pirámide no muy común en el mundo maya, pues tiene graderías en cada uno

de sus cuatro lados (Figura 12), su construcción fue desarrollada en varias fases o momento comenzando la primera versión con el 2° gobernante Petate en la Cabeza (periodo Clásico medio 450 D.C), la segunda versión se construyó durante el reinado del decimosegundo gobernante Humo Jaguar (periodo Clásico medio 650 D.C.), la tercera versión se desarrolló durante el reinado del decimotercer gobernante 18 Conejo (periodo clásico medio. 730 D.C) y la última versión fue construida durante el periodo de gobierno del decimosexto gobernante Yax Pasah (periodo clásico medio. 770 D.C) y en su interior se encontró varios monumentos antiguos, entre ellos uno de los más tempranos de Copan; la estela 35 fechada hacia el año 400 después de Cristo. Por su forma y ubicación se deduce que se mando a construir para hacer observaciones astronómicas, principalmente los movimientos aparentes del sol a lo largo de la esfera celeste y del horizonte que rodea al Parque Arqueológico de Copán.



Figura 12. La edificación 4, es la primera pirámide que se observa al ingresar a la acrópolis de Copán, se trata de una pirámide con grada en sus cuatro lados alineados según los puntos cardinales. Foto propia.

Las graderías de la edificación 4, presentan un alineamiento con las líneas de los puntos cardinales, posiblemente para facilitar las observaciones astronómicas; además permiten tener un dominio visual hacia la gran Plaza de las Estelas y permite ser visto por toda la población que se ubicare en las graderías de la Gran Plaza, con lo que pudo ser usada por la elite gobernante para la realización de actividades rituales públicas y de observación astronómica.

La Estela D

Según lo planteado por Marineros, L. Veliz, V. (2007) esta estela fue la sexta y última, erigida en el año 736 D.C; por el decimotercer gobernante de la dinastía de Copan Waxaclajun Ubaah Kawil o 18 Conejo, tiene varios elementos poco comunes en las estelas de Copan; por un lado, tiene en su lado norte jeroglíficos de numeración en su variante de cuerpo entero, luego también tiene al personaje real, o sea a 18 Conejo esculpido en el lado sur y no del lado Este como es lo común en las otras estelas, el gobernante se ubica como si estuviera observando los acontecimientos que se desarrollan en la plaza Principal. Frente al lado sur tiene un altar con la figura de la cabeza de un monstruo, este monstruo presenta dos caras una al norte con el rostro vivo, pero la otra al sur muestra un rostro cadavérico. Por la fecha de instalación de la Estela D y la apariencia de persona vieja del gobernante en la fachada sur, se cree que tenía 43 años desde su entronización. (Figura 13)



Figura 13. En la imagen de la izquierda se observa la cara sur de la Estela D, con la figura del decimotercer gobernante de Copán Waxaclajun Ubaah Kawil, en la de la derecha se puede observar el altar frente a la estela, en la variante de cabeza de un monstruo con la cara cadavérica.

Según Pineda de Carias. M.C, Veliz, Agurcia F. R (2009), los mayas eran grandes astrónomos y tenían una obsesión por medir el tiempo; en el caso de los mayas de Copán, estos median el tiempo solar del lugar usando gnomos o estructuras verticales de madera, de barro y de piedra. Observaban el desplazamiento de la sombra que proyectaban estas estructuras, esa dinámica de sombra la usaban para dividir el tiempo solar, e incluso lograron observar la variación en la orientación de la sombra proyectada durante todo el ciclo anual, esta observación constante les permitió conocer el comportamiento y tamaño de las sombras que proyectaba el sol en diferentes épocas del año.



Figura 14. En la imagen de la izquierda se muestra el lado Este de la Estela D, ubicada al Norte de la Plaza Principal con su sombra proyectada hasta el corte de las graderías; en la imagen de la derecha se observa la cara Norte del Altar de la misma Estela D, su rostro presenta una cara viva.

En el lado norte de la Estela D, (Figura 14) se ubican unas graderías con diferentes orientaciones, las que según Pineda de Carias. M.C, Veliz, Agurcia F. R (2009), integran con dicha estela un conjunto arquitectónico para el seguimiento y medición del tiempo anual, es decir, se trata de un reloj solar en el que se lee la dinámica del tiempo astronómico en su ciclo diario y anual. En el estudio de estos autores se considera que las distancias entre estas estructuras y sus formas fueron diseñadas y construidas en función de la dinámica anual de proyección de sombra de la estela D, de tal manera que, permitiera identificar los movimientos aparentes del sol en el Parque Arqueológico de Copan como los solsticios, equinoccios y pasos del sol por el cenit, y la fecha aproximada de cada evento. Considerando el espacio escénico de la Plaza del sol; con la edificación 4 en su costado sur, sus prolongadas graderías en los costados este y oeste para la ubicación del público y la estela D asociada a las graderías del costado norte, permite sugerir que dicha

estela forma parte de un escenario público en el que los mayas realizaban reuniones públicas de desarrollo de eventos rituales y de observaciones astronómicas.

Entierro en el Sector Núñez Chinchilla

El Sector Núñez Chinchilla (Sector 9L-22 y 9L-23) se ubica en el lado Este de la Plaza de las Estelas, se trata de un sector recientemente abierto al público, en su interior se encuentra expuesta la réplica de un entierro, tal cual se encontró dispuesto tanto los restos óseos como las ofrendas que acompañaban al difunto. Se trata del segundo entierro en importancia encontrado en este sector, estaba localizado a una distancia de 50 centímetros debajo de donde se encuentra la réplica, en la Estructura 9L-103. Según el Antropólogo Físico Japonés Dr. Shunji Yoshida, se trata de un hombre de edad adulta media, que presenta deformación craneal frontal, su cuerpo se ubicó con una orientación Norte –Sur y su rostro viendo hacia el sol naciente o sea hacia el Este (ver Figura 15), disponía de tres piezas de cerámica con finos acabados, se fechó el entierro en los mediados del siglo VI, aproximadamente en el año 550 después de Cristo.

Basándose en lo planteado por Girard, R. (1962), en la mitología maya, los muertos emprenden el camino de las estrellas para acompañar al sol; quien devuelve la vida todos los días a los que viven en el mundo presente, al hacer su aparición por el Este; de ahí que cuando enterraban a una persona la colocaban con el rostro viendo hacia el Este o sea a la vida, y la espalda al Oeste o sea a la muerte.



Figura 15. Entierro de un hombre adulto de edad media, su cuerpo fue dispuesto con una orientación Norte – Sur y su rostro viendo hacia el Este, como si estuviera vigilante a la próxima salida del sol para iniciar su viaje por las estrellas, según la mitología maya los ancestros después de morir pasaban a acompañar al sol en su recorrido por la Vía Láctea. Foto Propia.

Con el ritual de la ubicación del cuerpo de los muertos en su entierro, los mayas plantean la importancia que tenía la salida y la puesta del sol, pues con esta posición el difunto pasaba a formar parte del cortejo solar, aclarando de esta forma el destino del ser humano después de morir; el cual es de incorporarse a las estrellas y convertirse en un compañero del sol.

Conclusiones

- Para los mayas copanecos los alineamientos de sus construcciones estaban relacionadas con la observación de los astros, principalmente con la salida y la puesta del sol, esto se concebía como una tradición de gran importancia para la elite gobernante, pues de esta forma podían predecir eventos de gran trascendencia tanto para la vida presente como para el destino de los seres humanos después de morir.
- El Parque Arqueológico de Copán, tiene en su interior varios templos, edificaciones, estelas e incluso entierros que los antiguos mayas que poblaron este sitio diseñaron y construyeron de manera alineada con la observación del cielo y los astros, con lo que se demuestra sus características arqueoastronómicas; principalmente vinculadas a la observación de la trayectoria del sol por la esfera celeste y a la aparición del planeta Venus.
- Si bien está demostrado que los mayas copanecos construyeron edificaciones, estelas, templos y juegos de pelota de manera puntual alineada con el movimiento aparente de los astros, también es cierto que estos alineamientos los hacían de forma conjunta; como así lo demuestra la disposición de las estructuras en los patios Este, Oeste y la Plaza de las Estelas.
- Considerando la disposición de las diferentes estructuras o monumentos arqueológicos del Parque Arqueológico de Copán, se demuestra que los mayas copanecos ordenaban el uso del espacio territorial, por lo menos en el sector del Grupo Principal; de acuerdo con las observaciones que hacían del cielo.

Bibliografía

- Agurcia F, R., Valdés, J. A. (1994) Secretos de dos ciudades mayas Copan y Tikal. La Nación. San José, Costa Rica.

- Agurcia Fasquelle, R, Fash, W.L. (2008). Historia escrita en piedra: Guía al Parque Arqueológico de las Ruinas de Copán. Cuarta edición. Edit. Transamerica. Tegucigalpa.
- Aveni, Anthony, F. (2005). Observadores del cielo en el México antiguo. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Fash, B.W. (2011). El museo de escultura de Copan: Arte maya antiguo en estuco y piedra. Peabody museun press.
- Florescano, E. (2009) Los orígenes del poder en Mesoamérica. México. Fondo de Cultura Económica.
- Forrest, Deborah y otros. (2010) Actividades de MARCAA Durante visita a Copan. Tegucigalpa. Honduras.
- Freidel, D. Schele, L. Parker, J. (2001) El Cosmos Maya. Tres mil años por la senda de los chamanes. Fondo de Cultura Económica. México.
- Girard, R. (1962) Los Mayas Eternos. Libro Mex Editores. México.
- IHAH (1,983). Introducción a la Arqueología de Copán Honduras Tomo I, II y III. Trejos Hnos. Sucesores. San José, Costa Rica.
- Krupp, E.C. (1,983). Echoes of the ancient skies: The Astronomy of lost civilizations. Harper & Row Publishers. New York.
- Lull, José (2006). La astronomía en el antiguo Egipto. Publicacions Universitat de Valencia.
- Lull, José (2006). Trabajos de arqueoastronomia. Agrupación astronómica de la Safor. Valencia, España.
- Marineros, L. Veliz, V. (2007). Paso a Paso por Copan. Una guía de Campo y de Museo del Pueblo para el visitante. Heliconias Ideas y Publicaciones. Tegucigalpa. Honduras.
- Miller, M.E. (2009) Arte y arquitectura maya. Fondo de Cultura Económica. México

- Morley, S. G. (1975) *La Civilización Maya*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Ortega Valcárcel. José. (2,000). *Los horizontes de la geografía. Teoría de la geografía*. Editorial Ariel. Barcelona.
- Punta, Carlos (2005) *Amerindia. Introducción a la Etnohistoria y las Artes Visuales Precolombinas*. Ediciones Corregidor. Buenos Aires. Argentina. Revista.
- Pineda de Carias. M.C, Veliz.V, Agurcia F. R (2009) *Estela D: Reloj Solar de la Plaza del Sol del Parque Arqueológico de Copan Ruinas, Honduras*. Revista Yaxkin. IHAH. Año 34, Volumen XXV, N° 2, 2009.
- *Revista National Geographic*. (Diciembre 1975). Los mayas. Washington D.C.
- Sharer, R. (2003) *La Civilización Maya*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Stephens, John L (2008). *Incidentes de viaje en Centroamérica, Chiapas y Yucatán*. Tomo I. Editorial Cultura. Tegucigalpa, Honduras.
- Strahler. A.N, Strahler. A.H. (1989). *Geografía Física*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- Thompson, J. Eric S (2006). *Historia y religión de los mayas*. Siglo XXI Editores. México, D.F.
- Thompson, J. Eric S (2010). *Grandeza y decadencia de los mayas*. Undécima reimpresión. Impresora y Encuadernadora Progreso. México, D.F.
- Wells. Williams V. (1,982), *Exploraciones y aventuras en Honduras, 1857*. Colección Viajeros. EDUCA. Tercera Edición. San José, Costa Rica.
- Yurevich, V.A. (2005) *Astronomía en la América Precolombina*. Editorial URSS. Moscu.

CIENCIAS AERONÁUTICAS

Cobro de servicios aeroportuarios a aeronaves privadas en el Aeropuerto Internacional Toncontín

Alex Matamoros, José Orlando Ramos

Resumen

Los cobros por servicios aeroportuarios en el Aeropuerto Internacional Toncontín, se derivan de la aplicación de la Ley de Aeronáutica Civil y del contrato de Concesión que el Estado tiene con la Empresa Interairport; el hacer efectivos estos cobros corresponde a la Concesionaria en coordinación con la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil. Este artículo analiza las razones por las cuáles estos cobros no se dan con un cien por ciento de efectividad. La intención de fondo del análisis es descubrir los obstáculos que están disminuyendo el porcentaje de cobros y que pueden obstruir otros cobros y otras coordinaciones entre la Concesionaria y la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil (AHAC), que se deben hacer en condiciones similares.

Palabras clave: Cobros, Aeronaves privadas, contrato de concesión, control.

Abstract

Charges for airport services are derived from the application of the Law of Civil Aeronautics and concession contract that the state has to Interairport Company; the make effective these charges corresponds to the Concessionaire in coordination with the Honduran Civil Aviation Agency. This article analyzes the reasons why these charges do not give a hundred percent effective. The intention behind the analysis is to discover the obstacles that are decreasing the percentage of charges and other charges that can obstruct and other coordination between the Concessionaire and HCAA, which must be done under similar conditions.

Keywords: Collections, private aircraft, concession contract control.

Alex Matamoros, (algemaca@hotmail.com) Departamento de Ciencias Aeronáuticas, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras – UNAH,
José Orlando Ramos, (orlando.ramos@popeyes.hn) Investigador Colaborador Departamento de Ciencias Aeronáuticas

Introducción

Una de las razones principales por las que se tiene una reglamentación de las operaciones aeroportuarias es el incentivo de la industria aeronáutica, sin que ello afecte negativamente a los usuarios de servicios aeroportuarios, ni la eficiencia en la prestación de servicios de las autoridades aeroportuarias. En el centro de este conjunto de actores aeronáuticos están por una parte los aeropuertos y los proveedores de servicios de navegación aérea, por otra, los transportistas aéreos; al Estado en su función reguladora le corresponde alentar una mayor cooperación entre los actores mencionados de forma que todos compartan de manera razonable la carga de las dificultades económicas que deben afrontar .

En un primero bloque de la investigación se explica que su objetivo es identificar las razones por las cuales los pilotos privados no hacen los pagos correspondientes por servicios aeroportuarios en el Aeropuerto Internacional Toncontín, en el entendido que en otros aeropuertos del país se da una situación similar y previendo que las propuestas de solución a los obstáculos detectados pueden ser útiles para mejorar otras coordinaciones que se dan en la esfera de relaciones entre el Estado de Honduras y la Concesionaria Interairport. En un segundo bloque, se explica la metodología utilizada, la cual propone una perspectiva indagatoria en la que se privilegia la consulta a pilotos privados y representantes de la Autoridad aeronáutica hondureña; además, parte de la metodología aplicada fue el contraste de las opiniones recogidas, con el marco reglamentario que establece el contrato de concesión y las estadísticas disponibles. Un tercer bloque de la investigación lo constituyen tres resultados: un resumen de las tarifas y cobros establecidos relacionados con el tema estudiado; el procedimiento de cobro por servicios aeroportuarios vigente en Toncontín por servicios aeroportuarios a aeronaves privadas; los resultados de las consultas con los usuarios de los servicios mencionados; cabe mencionar que en cada gráfico de resumen de resultados se hace un análisis de los datos obtenidos. El último bloque lo constituyen las conclusiones y recomendaciones.

Se espera que la importancia del presente trabajo sea dada no tanto por los montos que se dejan de cobrar por servicios aeroportuarios prestados a aeronaves privadas, sino más bien por el examen hecho de la coordinación de la Concesionaria con el Estado de Honduras; puesto que una buena coordinación para hacer esta recaudación puede producir lecciones aprendidas que mejoren otros procesos con mayor impacto económico para la aeronáutica civil hondureña.

Objetivos

Objetivo General

Identificar cuál ha sido la causa por la cual los pilotos de vuelos privados no cumplen con el procedimiento de pago de servicios aeroportuarios al concesionario Aeropuertos de Honduras antes de la aprobación del plan de vuelo y del despegue de la aeronave del aeropuerto Internacional Toncontín.

Objetivos específicos

- Investigar cuál es el procedimiento que actualmente están siguiendo los pilotos de vuelos privados al ingresar y al salir del aeropuerto.
- Verificar el conocimiento que los pilotos de vuelos privados tienen del procedimiento de pago por servicios e indagar las razones por las que no se ha cumplido dichos pagos.
- Sugerir algunas medidas de control que pueda implementar la concesionaria para para minimizar las pérdidas en este proceso y en otros similares, involucrando a la Autoridad Aeronáutica Nacional.

Método

El desarrollo de la investigación combinó datos cualitativos y cuantitativos incorporando la observación directa, las estadísticas disponibles, la recolección de información de informantes clave y el uso de fuentes secundarias.

Los datos de fuentes primarias, algunas de ellas aún no publicadas la facilitó la Concesionaria Interairport, las referencias sobre el conocimiento o desconocimiento de las tarifas se obtuvo por medio de una encuesta aplicada a una muestra de actores relacionados con el proceso de cobros examinado en la investigación.

Se propone una investigación indagatoria, ya que no se conocen otros trabajos con estas mismas características aplicadas al mismo objeto analizado; lo cual puede ser debido a que hasta ahora este tipo de cobros han sido considerados de menor importancia tanto para la Concesionaria como para la Autoridad Aeronáutica. No obstante, también se desarrollan en la indagación, aportes descriptivos sobre todo al momento de explicar el problema abordado y una posible solución.

La población del estudio son los pilotos de vuelos privados que han aterrizado y despegado en el Aeropuerto Internacional Toncontín. La muestra de pilotos a entrevistar fue definida en relación con la cantidad de vuelos privados registrados por la Concesionaria (Cálculo hecho en base a Vivanco, 2005). La cantidad de vuelos privados registrada en Toncontín, tomando como referencia el semestre que se extiende de septiembre de 2013 hasta febrero 2014, según matrícula de aeronave y que tuviera más de un vuelo registrado, es de 43, por lo cual se constató que la muestra a tomar con índice de confianza de 95% y un coeficiente de variación del 5%, debe ser de 39 pilotos. La aplicación de una encuesta en este caso dio el dato del porcentaje de pilotos privados que conocen el procedimiento a seguir al aterrizar y despegar su aeronave en Toncontín, con lo cual se obtuvo un referente de las pérdidas por deficiencia de cobro que estaría absorbiendo tanto la Concesionaria como la Autoridad Aeronáutica.

Los datos estadísticos relevantes para la investigación fueron la facturación de servicios aeroportuarios, los movimientos registrados de vuelos privados, los recibos de pago por servicios privados cancelados y la estadísticas de vuelos privados; de estos datos se obtuvo la frecuencia de los vuelos privado en Toncontín, la comparación entre la facturación emitida versus los recibos de cancelación y la cantidad de vuelos de un piloto privado en el Toncontín.

Resultados

Se presentan en este acápite tres resultados, los cobros y retenciones que corresponden a la Concesionaria, la ruta crítica que siguen los cobros aeroportuarios de aeronaves privadas y, un resumen de las respuestas obtenidas en la encuesta aplicada.

Tarifas y cobros en Toncontín

El marco legal del tipo de cobros examinados distingue ente cobros y retenciones. En cuanto a los cobros se establece que la Concesionaria tiene plena capacidad para establecerlos (Interairport, Estado de Honduras, 2000. 3.2.1.) y hacerlos efectivos, con la posibilidad de aplicar penalización de intereses en aquellos casos que tal cosa fuera necesaria. La aplicación de estos cobros seguirán los siguientes principios (Interairport, Estado de Honduras, 2000. 3.2.3.):

- Todos los usuarios deberán pagar por los servicios que el Concesionario preste en los Aeropuertos. Quedan exceptuados aquellos supuestos en que la exención del pago esté reconocida por las prácticas internacionales del sector y

aquéllos otros supuestos en que la legislación hondureña y/o el presente contrato así lo permita;

- Los operadores de aeronaves que sean usuarios satisfarán su parte correspondiente del costo de suministro de las instalaciones y servicios que están incluidos en las actividades aéreas de los aeropuertos.
- Los cobros de aeropuerto no deben ser de una magnitud tal que se desaliente el uso de las instalaciones y servicios que son necesarios para la seguridad;
- Con carácter general, no se cobrará a los usuarios por instalaciones y servicios que no utilizan.

En cuanto a los cobros se agrega que el Concesionario no establecerá cobros por concepto de cualquier servicio o instalación en importes que perjudiquen el ejercicio de la libre competencia (Interairport, Estado de Honduras, 2000. 3.2.4.).

Por lo que respecta a las retenciones, se establece que la Concesionaria puede solicitar a la Autoridad Aeroportuaria la no autorización de los planes de vuelos de aquellas aeronaves que no hayan hecho el pago por aeropuerto que les corresponde, además el concesionario puede solicitar el embargo de la aeronave de un operador que estuviera en mora o hubiere incumplido sus obligaciones referentes al pago correspondiente (Interairport, Estado de Honduras, 2000. 4.1); se definen como circunstancias de mora las siguientes:

- Para aquellas aerolíneas con las que el Concesionario tenga una relación por virtud de la cual no se les exija el pago del servicio correspondiente inmediatamente después de su uso, cuando vencida la fecha de pago de las tarifas y cobros de aeropuertos debidas por el período correspondiente de liquidación, de acuerdo con los compromisos alcanzados entre el Concesionario y dicho operador de aeronaves, hayan transcurrido más de diez días sin que dicho pago se haya hecho efectivo (Interairport, Estado de Honduras, 2000. 4.1.1.).
- Para aquellos operadores de aeronaves que no estén en la situación descrita, cuando no se efectúe el pago de las tarifas y cobros del aeropuerto correspondiente inmediatamente después de hacerse uso del servicio que la origina (Interairport, Estado de Honduras, 2000. 4.1.2.).

La Autoridad Aeronáutica sólo puede desistir de cumplir con la solicitud del Concesionario en la medida que dichos pagos estén siendo objeto de litigio entre

dicho operador de aeronaves y el Concesionario o cuando las circunstancias en el momento en cuestión sean de fuerza mayor o emergencia.

El instrumento de consulta fue aplicado a 39 pilotos de los cuales 35 se dedican a vuelos privados, el resto hace otro tipo de vuelos.

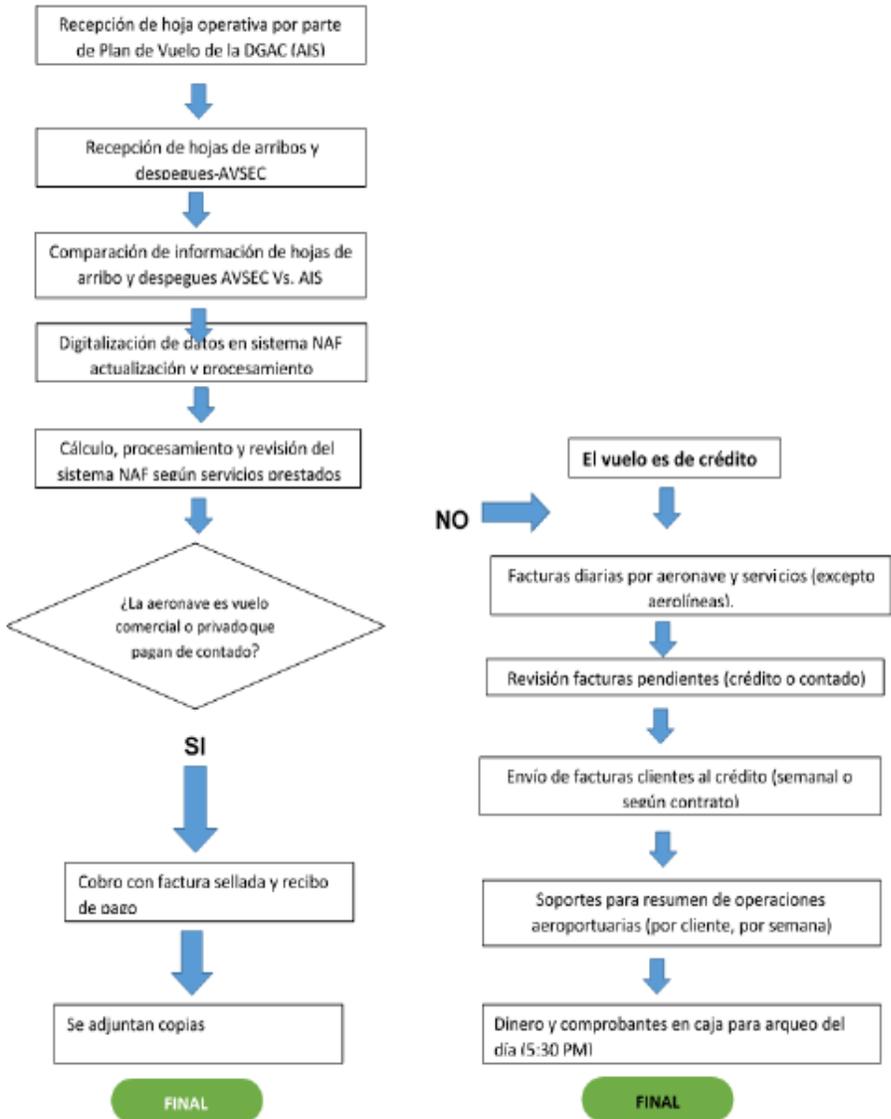
Procedimiento de cobro de servicios aeroportuarios

Se propone un procedimiento definido con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento de las operaciones y mejorar los servicios ofrecidos. Todo el proceso de cobro comprende cuatro pasos:

- Cálculo, revisión y cobro de servicios aeroportuarios al contado para los vuelos privados; para este fin los pesos de las aeronaves se obtienen de los certificados de aeronavegabilidad o del manual de mantenimiento que porta el piloto, el cual debe corresponder a la matrícula de la aeronave, caso contrario se tomará como válido el Peso Máximo de Despegue, más alto para el tipo de aeronave en cuestión encontrado en la base de datos del Concesionario. Además se deben hacer cálculos de pesos y balances de las aeronaves, en el caso de facturar el peso se lo presentan en kilos se multiplicará por 2.2 y se lo dividirá entre 2000, para obtener un resultado en toneladas. Ejemplo: kilos $10,000 \times 2.2 = 22,000$ / 2000 = Toneladas 11.00. Las tarifas serán pagadas en Dólares o su equivalente en Lempiras calculado el día que se efectúe el pago, al tipo de cambio señalado por el Banco Central de Honduras. Las tarifas establecidas afectan los aterrizajes nacionales (US\$ 2.79 por tonelada, con US\$ 9.29 de facturación mínima) e internacionales (US\$ 1.17, con US\$ 5.80 de facturación mínima), el estacionamiento en rampa nacional (US\$ 0.45 por tonelada) e internacional (US\$ 0.45 por tonelada), la iluminación de pista internacional (US\$ 1.39 por tonelada) y nacional (US\$ 1.39 por tonelada) y, el puente de embarque internacional (US\$ 58.08 por aeronave por cada dos horas o fracción) y nacional (US\$ 22.62 por aeronave por cada dos horas o fracción). En el documento de tarifas se ilustra la forma de cobro en cada caso con ejemplos .
- Facturación del cobro a través del sistema interno de pagos de Interairport (NAF por sus siglas en inglés).
- Elaboración y emisión de recibo de pago.

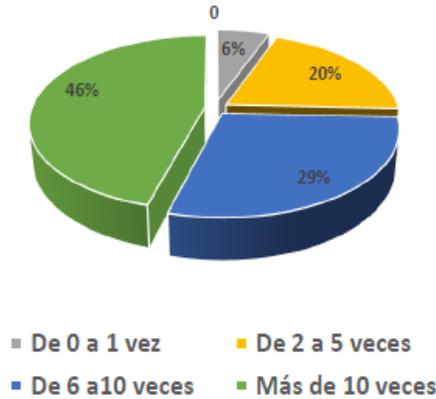
- Al final del día hacer entrega del efectivo recibido a la persona encargada de realizar el arqueo de ese día.

Flujograma 1: Proceso de cobro de Servicios Aeroportuarios



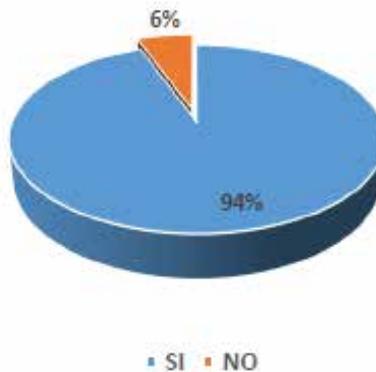
Resultados de la consulta con usuarios

Gráfico 1 ¿Con qué frecuencia ha aterrizado en Toncontín entre enero y marzo de 2014?



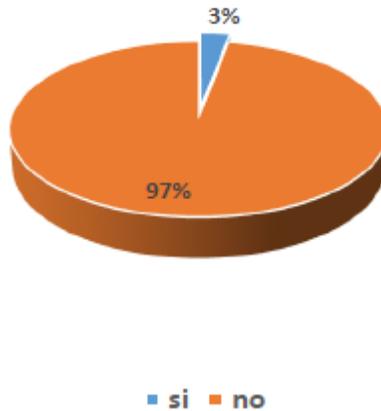
Como se puede ver los entrevistados hacen un uso frecuente del Aeropuerto de Toncontín, con lo cual se puede presumir que conocen el ambiente incluyendo el personal que atiende, los espacios en donde se hacen los pagos, la calidad de los servicios recibidos, los lugares físicos que ocupan en el Aeropuerto las Autoridades Aeronáuticas encargadas de supervisar los cobros, seguramente también la cultura organizacional reflejada en el tipo de atención recibida, entre otros aspectos. Esto aleja la posibilidad del no pago por desconocimiento del entorno de cobro.

Gráfico 2: ¿Conoce si existe un procedimiento a seguir para el pago de los servicios aeroportuarios?



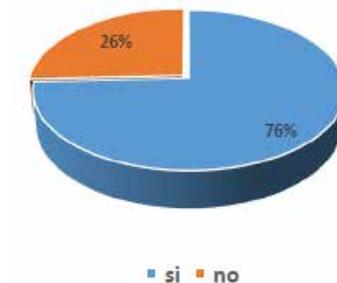
En una entrevista de otro estudio sobre temas aeronáuticos se constata que los técnicos y profesionales dan gran importancia al cumplimiento de la reglamentación aeronáutica y se agrega que en este campo este conocimiento es un imprescindible punto de partida para la formación y la capacitación en el trabajo (Colindres, 2014); casi ningún piloto entrevistado (6%) demostró ser excepción a esta regla, con lo cual se puede afirmar que el procedimiento de pago es bastante bien conocido.

Gráfico 3: ¿Conoce cuál es la tarifa a pagar por servicios aeroportuarios?



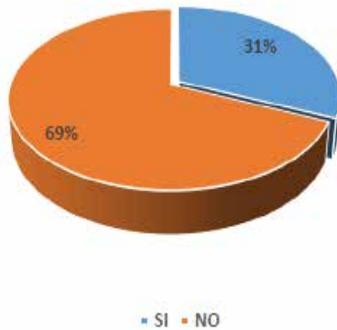
El conocimiento del procedimiento y el saber a quiénes se debe pagar no es suficiente para el pago se haga efectivo, si hubiese pago se sabría también los montos pagados. Si estos porcentajes se invirtieran los pilotos usuarios de servicios estarían en mejores condiciones para establecer una relación costo-beneficio desde la cual se podría incentivar los pagos.

Gráfico 4 ¿Le han explicado el proceso de cobro de servicios de INTERAIRPORT?



Esta vez las respuestas se presentan mejor repartidas que en los gráficos anteriores, sin embargo es notorio que a un número importante de pilotos, tres tercios del total (76%), ya se les ha explicado el proceso de pago de servicios. No se puede inferir de estos resultados que el tercio al que no se ha explicado no conozca el proceso, primero porque ya saben que existe un procedimiento de cobro, segundo, porque los cobros por estos servicios son comunes en cualquier aeropuerto con las características del Toncontín.

Gráfico 6: ¿Le explicaron el proceso a seguir antes de la aprobación del plan de vuelo por parte de la DGAC?



En este caso se refleja con datos cuantitativos una falencia de la Autoridad Aeronáutica que es a quién le corresponde no sólo explicar el proceso mencionado, sino también condicionar la aprobación del plan de vuelo al cumplimiento de los pagos correspondientes.

Gráfico 7: ¿Cuáles son los mayores problemas para pagar los servicios aeroportuarios?



Con la tendencia de esta respuesta se muestra una vez más la ausencia de la Autoridad Aeroportuaria en el proceso de cobro: la autorización del plan de vuelo no está condicionada al pago de los servicios. Se podría concluir que en cualquier caso la pérdida por los cobros no es muy alta o que la absorbe la Concesionaria, pero otro efecto indirecto de esta falta de cobro puede ser la disminución del carácter de Autoridad que asiste a la AHAC en esta o en cualquier otra de sus actividades como representante del Estado de Honduras en el ambiente aeronáutico civil.

Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se evidencia que la falta de coordinación entre el personal de la concesionaria y el personal de plan de vuelo de la DGAC impide que se cumpla a cabalidad el proceso de cobro por servicios aeroportuarios.
- Existe un procedimiento de cobro por servicios aeroportuarios establecido por la concesionaria, respaldado en el contrato de concesión celebrado entre el concesionario y el Estado de Honduras a través de SOPTRAVI, con lo cual se ofrece una base suficiente para hacer los cobros como aplicación de la regulación vigente.
- La encuesta revela que en su mayoría los pilotos privados conocen el procedimiento, de lo cual se pueden inferir que ambos departamentos tanto el de servicios aeroportuarios de la concesionaria como el de plan de vuelo de la DGAC, han cumplido su labor en el sentido de dar a conocer dicho procedimiento; es evidente entonces que lo que ha faltado ha sido hacer efectivo el cumplimiento de los cobros, aplicando las herramientas que ya ofrece la reglamentación y panificando estratégicamente la recuperación de estos cobros.
- La no cancelación de los valores facturados por servicios aeroportuarios genera pérdidas económicas para el concesionario, así como para el Estado el cual recibe el 34.4% de todos los ingresos facturados por el concesionario.
- Independientemente del beneficio de recuperación de un valor monetario, la aplicación del procedimiento de cobro por servicios puede ser una oportunidad de trabajo coordinado entre la AHAC y la Concesionaria que se puede aplicar a otros campos de trabajo en donde la coordinación podría reportar beneficios a ambas partes.

Recomendaciones

- Programar contactos entre la Jefatura Administrativa del concesionario encargada del Departamento de Servicios Aeroportuarios y el Departamento de Plan de Vuelo de la DGAC para hacer un planteamiento del problema de la falta de cobro y sus repercusiones tanto en los ingresos de la Concesionaria como en la merma de la Autoridad de la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil.
- Solicitar la colaboración de la AHAC mediante la Oficina de Plan de Vuelo en los términos que lo indica el contrato de concesión para la no autorización de los vuelos que no presenten su comprobante de pago por los servicios aeroportuarios prestados por el concesionario.
- Mejorar la comunicación entre el Departamentos de Servicios Aeroportuarios del concesionario y la Oficina de Plan de Vuelo de la AHAC con el fin de que el procedimiento se cumpla con la participación armónica y coordinada de las dos entidades encargadas.
- Emitir una circular por parte de la AHAC ya que es la Autoridad Aeronáutica del País en la que se indique a los pilotos privados que sus planes de vuelo serán autorizados únicamente sin han cumplido con el requisito de cancelar los servicios aeroportuarios prestados por el concesionario.
- Redactar un volante por parte del Concesionario en el que se indique el proceso a seguir para la cancelación de los servicios aeroportuario, resaltando los beneficios de los servicios prestados y la obligatoriedad del pago.

Bibliografía

- Aeropuertos de Honduras. (2013). Reporte estadístico mensual. Tegucigalpa: No publicado.
- Aeropuertos de Honduras SA. (2012). Manual de procedimiento de cobro por servicios aeroportuarios. Tegucigalpa, Francisco Morazán , Honduras: No publicado.
- Alberto Colindres, A. M. (2014). Cuerpo de Contenido para la Formación de Controlador de Tránsito Aéreo en el ámbito de las ciencias aeronáuticas en Honduras. Tegucigalpa: No publicado.

- Interairport, Estado de Honduras. (23 de septiembre de 2000). Contrato de concesiones. Tegucigalpa, Honduras: La Gaceta.
- OACI. (2006). Doc 9562 Manual sobre los aspectos económicos de los aeropuertos, Segunda Edición. Montreal: OACI.
- Sampieri, H. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
- Vivanco, M. (2005). Muestreo estadístico, diseño y aplicaciones. Santiago.

Bases para el establecimiento de las Ciencias Aeronáuticas en la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Omri Amaya

Resumen

Esta publicación refleja lo esencial del trabajo de investigación desarrollado por un Equipo Interinstitucional integrado por representantes de la Dirección de Aeronáutica Civil (DGAC) y la Asociación para el Desarrollo Aeronáutico y Educativo de Honduras (ADAEH) junto con profesionales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

El panorama general de la investigación sitúa el desarrollo de la aeronáutica civil en Honduras en el contexto del desarrollo internacional del rubro, enfatizando en su estatus científico, los contenidos con los cuales se forma a los profesionales del campo, su evolución histórica, las características propias de la aeronáutica en Honduras y, la oferta y la demanda existente de profesionales aeronáuticos a nivel mundial.

Los resultados de esta investigación han orientado el posterior desarrollo del Departamento de Ciencias Aeronáuticas en la Facultad de Ciencias Espaciales, influyendo sobre la definición de los recursos necesarios para el funcionamiento del Departamento, la elaboración del diagnóstico para la Carrera de una Licenciatura en Ciencias Aeronáuticas y la composición del su Plan de Estudios y Plan de Sostenibilidad; así como en el montaje del Primer Diplomado en Gestión de Sistemas Aeroportuarios.

Palabras clave: Bases, Ciencias Aeronáuticas, Aeronáutica Civil, perfil del profesional aeronáutico, oferta académica.

Abstract

This publication reflects the essence of the research developed by an interagency team composed of representatives of the Direction of Civil Aviation (DGCA) and the

Association for the Aeronautical Development and Education of Honduras (ADAEH) together with professionals from the National Autonomous University of Honduras (UNAH).

The overview of research puts the development of civil aviation in Honduras in the context of international development for the category, emphasizing its scientific status, the contents of which is formed by professionals of the field, its historical evolution, the characteristics of aeronautics in Honduras and offer and the demand for aviation professionals worldwide.

The results of this research have guided the subsequent development of the Department of Aeronautical Sciences at the Faculty of Spatial Sciences, influencing the definition of resources necessary for the functioning of the Department, the development of diagnostics for the Career of a Bachelor of Aeronautical Science and the composition of the Curriculum and Sustainability Plan; as well as the construction of the First Diploma in Management Airport Systems.

Keywords: Bases, Aeronautical Science, Civil Aviation, aeronautical profile professional, academic offerings.

Omri Amaya, (Omri.amaya@unah.edu.hn) Departamento de Ciencias Aeronáuticas, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

El documento “Bases para el establecimiento de las Ciencias Aeronáuticas en la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras” establece una perspectiva amplia de la aeronáutica civil en el contexto nacional e internacional abordando puntos focales del campo, entre los que se pueden mencionar: el concepto de Aeronáutica, su definición, Tendencias y Perfil Profesional de quienes la ostentan como carrera; un análisis situacional de la problemática en el campo aeronáutico de Honduras, en la que se visualizó un espacio con gran potencial para la Universidad; las políticas aeronáuticas de Estado cuyo germen se encuentra la Ley de Aeronáutica Civil vigente; las orientaciones y limitaciones que ofrece el Plan de Nación para el desarrollo del rubro; algunos elementos de la evolución de la aeronáutica y el lugar que ocupa en este campo la región; las estadísticas disponibles en la DGAC de profesionales comparada con la infraestructura y las aeronaves disponibles, entre otros.

Dada la amplitud de temas abordados en el citado documento Bases y la limitación de espacio, en este artículo nos limitaremos a mencionar los elementos más importantes del mencionado documento. El artículo inicia presentando los objetivos que se propone; seguidamente, se resume la metodología aplicada la cual utilizó fuentes de información primarias y secundarias; luego se resaltan tres de los resultados presentados en el documento Bases: un perfil del profesional y los técnicos aeronáuticos partiendo de lo establecido por la OACI y por la literatura consultada; un ejercicio de *benchmarking* llevado a cabo con cuatro universidades del continente americano definiendo el conjunto de asignaturas propuestas en cada caso para formar técnicos y profesionales aeronáuticos con el grado universitario; un resumen de las preferencias y opiniones expresadas por una población integrada por profesionales aeronáuticos, estudiantes de escuelas de vuelo certificadas, profesionales Universitarios y estudiantes de último año de colegios de educación secundaria, públicos y privados y, empresas aéreas, esta población fue consultada mediante una entrevista estructurada.

En la última parte del artículo se exponen, de forma concisa y ordenada las conclusiones del trabajo realizado y las recomendaciones analizadas, discutidas y consensuadas por el Equipo interinstitucional responsable último de la elaboración del documento Bases.

El Documento Bases es un primer paso en firme para el desarrollo del campo de la aeronáutica civil en Honduras desde una perspectiva civil. Su intención última es el establecimiento de una plataforma de diálogos y consensos para

construir sobre la base de los aportes científicos de la Academia, el campo de la aeronáutica civil de Honduras con identidad propia.

Objetivos

Objetivo general

Establecer las bases para que el campo de las Ciencias Aeronáuticas, particularmente la Aeronáutica Civil, se organice y establezca en la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES), justificando de esta manera la incursión de la UNAH como apoyo directo al desarrollo de un campo considerado vital para el Desarrollo social y económico de Honduras.

Objetivos específicos

- Definir el campo Aeronáutico, sus tendencias pasadas y actuales, analizando los perfiles profesionales de planes de estudio y de egresado de varias universidades la mayor parte de ellas estadounidenses y de renombre en la aviación continental.
- Analizar la problemática de la Aeronáutica Civil en Honduras, partiendo del contexto regional socioeconómico, político y educativo hasta llegar al propio campo de estudio, incluyendo como elementos relevantes de análisis la educación aeronáutica militar y las oportunidades y limitaciones que tienen la actual Ley de Aeronáutica Civil y el Plan de Nación.
- Presentar elementos de la Oferta y Demanda para el establecimiento del campo de la Aeronáutica Civil en la UNAH, tomando en consideración diferentes sectores de la población hondureña, incluyendo personas sin conocimiento del campo y empresas y profesionales activos en el rubro.

Método

La investigación ofrece un estudio exploratorio cualitativo que fundamenta sus resultados en datos cuantitativos extraídos de la literatura y sitios web investigados.

El proceso de elaboración del documento Bases del cual este artículo expone los principales aportes, se puede dividir en las siguientes fases:

- Consulta bibliográfica que incluyó títulos sobre historia de la aviación, la clasificación de la Aeronáutica como ciencia, el marco jurídico y reglamentario nacional e internacional, Ley de Plan de Nación y Visión de País y distintos documentos oficiales de análisis de la coyuntura aeronáutica mundial;
- Repaso de contenidos para la formación en ciencias aeronáuticas que incluyó la revisión de la oferta formativa en materia aeronáutica de un grupo de universidades del continente americano utilizando la técnica de Bench Marketing;
- Aplicación de una encuesta a profesionales y no profesionales interesados reales o potenciales en campo aeronáutico y a empresas aeronáuticas, se entrevistó a cinco grupos como lo muestra la tabla 1; 4. Presentaciones periódicas al equipo interinstitucional de los resultados obtenidos en el proceso de investigación.

No.	Sector de la Población	Personas Encuestadas	Cantidad
1	Profesionales aeronáuticos	Personal Técnico Aeronáutico	92
2	Estudiantes de las Escuelas de Vuelo Certificadas	Estudiante Escuela de Aviación	13
3	Profesionales Universitarios	Profesional Universitario	81
4	Estudiantes de último año de colegios de Educación Secundaria, públicos y privados	Estudiantes de Educación Media	40
5	Empresas aéreas	Funcionarios	17
<u>Total Personas Entrevistadas</u>		243	

Tabla 1. Personas encuestadas

Fuente: Datos recolectados a través de los instrumentos de investigación Utilizados durante el estudio para el documento Bases.

Resultados

- **Perfil profesional aeronáutico**

Según la OACI las especialidades de personal con mayor demanda en la actualidad son los pilotos, el personal de mantenimiento aeronáutico y los controladores de tránsito aéreo. Sin embargo, existe un abanico variado de profesiones dentro del ámbito aeronáutico, el documento Bases da cuenta de las siguientes: 1) Piloto que es el designado por el explotador o por el propietario de una aeronave en el caso de la aviación general, para estar al mando y asumir la responsabilidad de la operación segura de un vuelo; 2) Personal de mantenimiento, como encargados de vigilar la aeronavegabilidad de la aeronave; 3) despachador de vuelo quien supervisa todo lo necesario para que un vuelo pueda salir incluyendo mapas meteorológicos, rutas de vuelo, documentación, zonas de aproximación, entre otros; 4) tripulantes de cabina, cuya función es garantizar que se cumplan los procedimientos de seguridad en el avión, tanto en procedimiento normal, como en caso de emergencia. Además, el tripulante de cabina es el encargado de la atención al público en una situación crítica; 5) Personal de rampa, encargado de brindar sus servicios en un área definida para el acomodamiento de las aeronaves, con el propósito de embarque y desembarque de pasajeros y/o carga, reabastecimiento de combustible, limpieza y estacionamiento; 6) Meteorólogos, encargados de comprender, explicar, observar o predecir los fenómenos de la atmósfera terrestre y el modo en que éstos afectan a la vida sobre el planeta; 7); Personal gubernamental, quienes son la autoridad del estado dentro del Aeropuerto con funciones de migración, sanidad y pago de impuestos; 8) Bomberos aeroportuarios. 9) Controlador de Tránsito Aéreo, que atienden la función de controlar el del tránsito aéreo a los diferentes niveles de acuerdo al espacio aéreo designado por la autoridad aeronáutica; 10) Personal de Seguridad Aeroportuaria, quienes en los aeródromos establecen las medidas y procedimientos a ser aplicados tanto en tierra como en vuelo para resguardar y proteger aeronaves, pasajeros, carga, correo y suministros; 11) Personal de mantenimiento de instalaciones aeroportuarias encargado de la infraestructura aeroportuaria en funciones de mantenimiento tanto en carpintería, telefónica, albañilería, electricidad y de seguridad industrial.

- **Oferta formativa en Universidades del Continente**

Se toman en consideración es este acápite solamente aquellos centros de formación que cuentan con carreras en materia de ciencias aeronáuticas en el Grado de Licenciatura u otros grados similares. Se constata que las orientaciones de formación son Piloto Aviador, Mecánico de Mantenimiento de Aviones y Contro-

lador de Tránsito Aéreo, estos tres núcleos de formación se ven complementados con una parte de gerencia de aeropuertos y otro bloque dedicado al diseño y fabricación de aeronaves y componentes. La información disponible se distribuyó entre universidades civiles y militares con una alta prevalencia de las primeras sobre las segundas.

Países	No. Universidades	Militar	Civil
1. EEUU	68	2	66
2. Brasil	11	1	10
3. México	9	1	8
4. Canadá	5	0	5
5. Argentina	4	1	3
6. Perú	4	0	4
7. Chile	3	1	2
8. Colombia	3	0	3
9. Venezuela	2	1	1
10. República Dominicana	2	1	1
11. Bolivia	1	0	1
12. Ecuador	1	1	0
13. El Salvador	1	0	1
14. Guatemala	1	0	1
15. Honduras	1	1	0
16. Panamá	1	0	1

Tabla 2. Número de universidades por países del continente americano que ofrecen el campo aeronáutico.

Fuente: Elaboración propia en base a distintas fuentes.

La gran mayoría de centros de formación, 107 sobre un total de 117, es decir un 91% de los centros son civiles. Con este último dato vemos que Honduras, al contarse con un solo centro de formación en el ámbito militar, no se está en la tendencia continental. Salta a la vista que Estados Unidos es el país que más domina el campo con 68 centros de investigación y universidades orientadas en el campo, seguida de lejos por Brasil que cuenta con 12 centros; esto convierte al

país norteamericano en un referente importante para la creación de una carrera en Ciencia Aeronáutica Civil.

Tabla 3. Carreras de Aeronáutica en Centroamérica y el Caribe.

País	Universidad	Título(s) Obtenido(s)	Especialidad (s)
El Salvador	Universidad Don Bosco	Técnico en Mantenimiento Aeronáutico	- Mecánico de Mantenimiento de Aviones
Honduras	Universidad de Defensa de Honduras	-Licenciado en Ciencias Aeronáuticas Militares, -Técnico Universitario Militar en Mantenimiento Aeronáutico, -Técnico Universitario Militar en Aviónica	-Piloto Aviador Militar -Mecánico de Mantenimiento de Aviones -Controlador de Tránsito Aéreo Militar
Panamá	Universidad Tecnológica de Panamá	-Licenciatura en Ingeniería Aeronáutica -Técnico en Ingeniería de Mantenimiento de Aeronaves con Especialización en Motores y Fuselajes -Licenciatura en Administración de Aviación con Opción a Vuelo (Piloto) -Licenciatura en Administración de Aviación -Técnico en Despacho de Vuelo	-Mecánico de Mantenimiento de Aviones -Piloto Aviador - Administración -Despachador de Vuelo

República Dominicana	Academia Aérea Gral. Piloto Frank Feliz Miranda	-Licenciatura en Ciencias Militares y Aero-náutica	-Piloto Aviador Militar -Mecánico de Mantenimiento de Aviones -Controlador de Tránsito Aéreo Militar
República Dominicana	Academia Superior de Ciencias Aero-náuticas	-Técnico Superior Controlador de Tránsito Aéreo	-Controlador de Tránsito Aéreo
Nicaragua	No Existe	-	-
Costa Rica	No Existe	-	-
Guatemala	Universidad Galileo	-Técnico Universitario en Administración de Empresas de Aviación	-Administración

Fuente: Elaboración propia, en base a distintas fuentes.

De los 6 técnicos ofrecidos en la región 2 son impartidos en Panamá y 2 en Honduras, en cambio de las 6 Licenciaturas 3 son ofrecidas en Panamá, el único País de la región que cuenta con más de una Carrera en el Grado de Licenciatura. Resalta el hecho de no contar en toda la zona con una maestría, lo cual refleja en cierta medida una laguna en la oferta académica del campo.

El estudio toma como referencia 4 universidades una de las cuales es de Norte América, 2 son de Suramérica y una de Centroamérica. A continuación se presenta de forma resumida la composición de materias para cada una de las carreras ofrecidas

Gráfico 1: Universidad Embry Riddle EEUU, Bachelor of Science Degree in Aeronautical Science

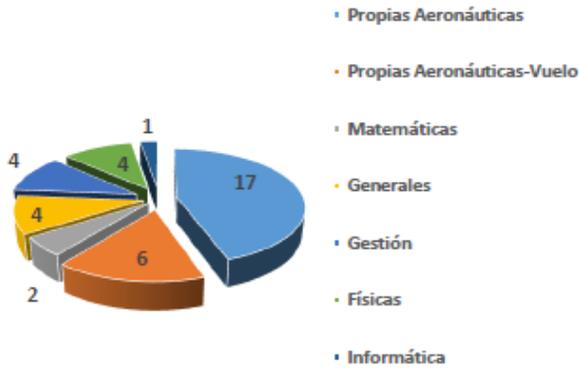


Gráfico 2: Univ. “Fundação Mineira de Educação e Cultura (FUMEC), Brasil. Lic. en Ciencias Aeronáuticas

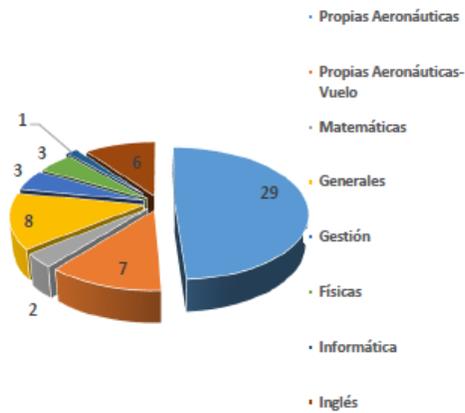


Gráfico 3: Universidad Técnica Chile. Ingeniería en Aviación Cc

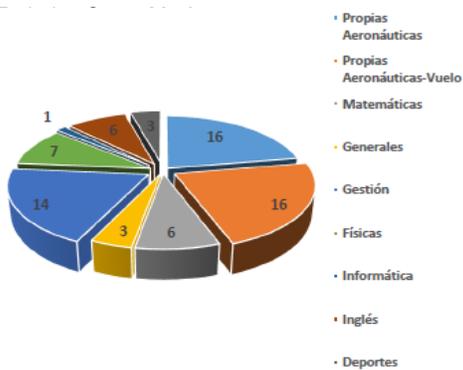
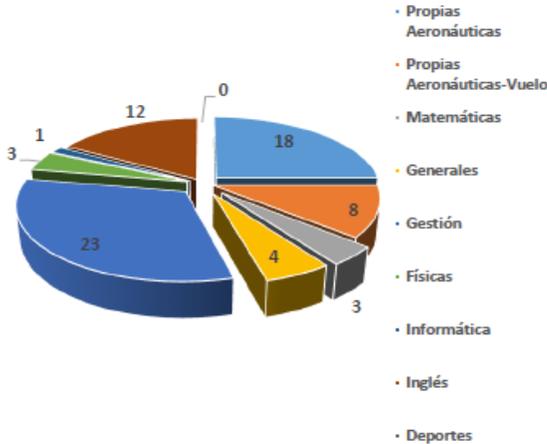


Gráfico 4: Universidad Privada San Martín de Porres, Perú. Licenciatura en Ciencias Aeronáuticas



En base a las tendencias de las Carreras Aeronáuticas a Nivel Superior que fueron analizadas, se puede concluir que el perfil de egresado de una carrera aeronáutica responde a las siguientes características:

- Las universidades se proponen formar un profesional con capacidad de diseñar, adaptar, transformar, gerenciar, administrar y regular todo tipo de recursos afines al campo de la aviación sea civil o militar para contribuir al desarrollo económico y social de su país.
- Los egresados de estos programas tienen una sólida formación científica, tecnológica, administrativa y humana, teniendo la capacidad de desempeñarse en campos técnicos, administrativos y gerenciales que requieran liderazgo, alta responsabilidad, máxima idoneidad y confiabilidad profesional logrando en los casos propios la certificación que la entidad reguladora de aeronáutica nacional aplique según sea el caso.
- Estas carreras dan una sólida formación en ciencias exactas, naturales y básicas que el nivel superior de la educación universitaria amerita.
- Lo anterior se complementa con la formación humana y profesional de los programas que permite mediante la creatividad, liderazgo, iniciativa e innovación, afrontar los problemas técnicos, económicos, sociales y logísticos propios del sector aeronáutico.

- El currículo de estos planes de estudios brindan a su vez una formación cultural apropiada para el desempeño de una profesión con fuertes nexos en el fenómeno de la globalización, lo que implica el dominio de lenguas extranjeras así como del negocio aeronáutico, claramente internacionalizado hoy en día.
- **Preferencias de los entrevistados propios del campo y de fuera del campo aeronáutico**

Para la obtención de información sobre la percepción de la demanda de distintos destinatarios potenciales de formación universitaria en el campo aeronáutico se aplicó un cuestionario de seis preguntas a cinco poblaciones distintas: 1) Profesionales Técnicos Aeronáuticos; 2) Estudiantes de Escuelas de Vuelo Certificadas; 3) Profesionales Universitarios; 4) Estudiantes de último año de colegios de Educación Secundaria; 5) Empresas aéreas. Mientras, en el Documento Bases se hace una exposición amplia sobre la metodología aplicada y sobre cada una de las poblaciones entrevistadas, para este artículo se presenta un resumen de las respuestas ofrecidas por todas las poblaciones entrevistadas.

Gráfico 5: ¿Considera Usted importante de la Creación de un Departamento de Ciencias Aeronáuticas?

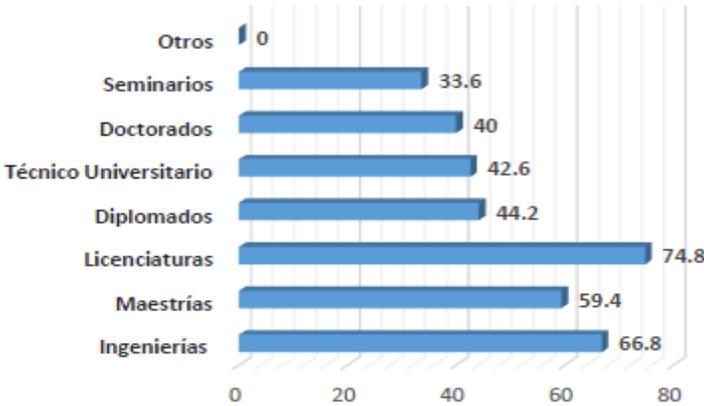


Fuente: Elaboración propia en base al Documento Bases.

Junto con la respuesta a la última pregunta sobre el tema de contratación de egresados de la UNAH, esta respuesta fue de las más contundentes, toda la población considera importante y oportuna la creación de un Departamento de Ciencias Aeronáuticas en la UNAH, esto se corresponde con las lagunas de formación percibidas en lo relacionado con la formación para desempeñarse en Honduras, en

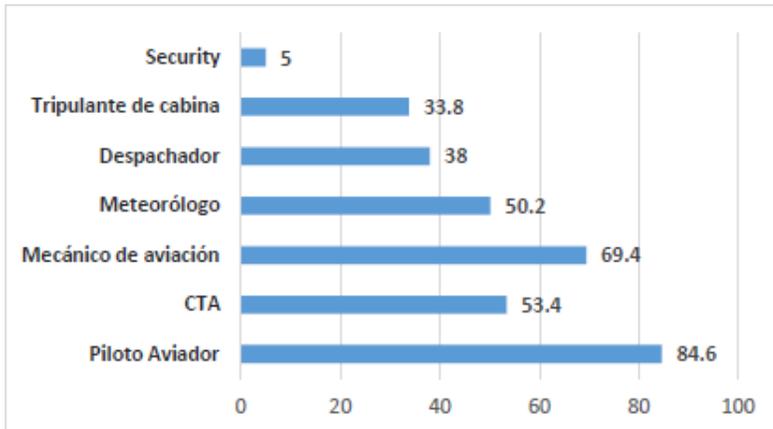
los rubros de la aeronáutica civil. La respuesta también se hace eco de la tendencia continental a privilegiar la formación civil sobre la militar para el campo aeronáutico.

Gráfico 6: ¿Qué tipo de Educación a Nivel Superior en el Campo de Ciencias Aero-náuticas le gustaría recibir?



Fuente: Elaboración propia en base al Documento Bases.

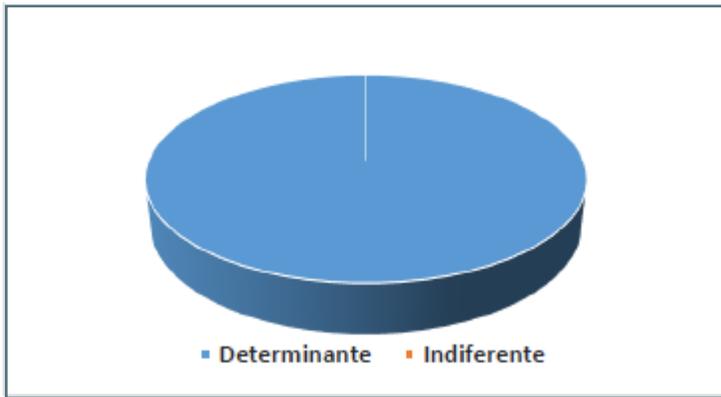
Como muestra el gráfico los entrevistados en su conjunto prefieren una Licenciatura como carrera universitaria por encima del resto de propuestas que se pueden hacer desde la Educación Superior. De todas formas al hacer una revisión de los resultados específicos de la consulta se podría ver que de los entrevistados sólo los profesionales universitarios dieron un mayor porcentaje a una ingeniería (59%) que a una licenciatura (46%).

Gráfico 7: ¿Con qué orientación aeronáutica le interesaría estudiar?

Fuente: Elaboración propia en base al Documento Bases.

En la respuesta a esta pregunta los encuestados se orientaron hacia aquello que resulta más visible en el campo, el piloto aviador (84.6%) y mecánico de aviación (69.4); el dato se alinea con una tendencia mundial si es leído a la luz de la pregunta 2 que da la mayor importancia al grado universitario en el nivel de Licenciatura, recuérdese que entre las opciones de la segunda pregunta también se encontraban opciones universitaria que no conducen a grado y que, en algunos casos en las universidades se abren para profesionales no egresados de la universidad o para técnicos de campos especializados, pero que sólo cuentan con la formación secundaria.

Gráfico 8: ¿Que tan importantes son los Conocimientos Aeronáuticos para el profesional de este rubro?



Fuente: Elaboración propia en base al Documento Bases.

En la formulación de esta pregunta se entiende el que el término conocimientos significa el manejo por parte del profesional aeronáutico de las tecnologías aeronáuticas, la infraestructura aeroportuaria y operaciones aéreas. Hay conciencia de que el manejo de estas áreas complementa y refuerza los conocimientos básicos que normalmente se manejan para el desempeño cotidiano de los técnicos y profesionales activos en el rubro.

Gráfico 9: ¿Dónde recibió Usted su entrenamiento Aeronáutico?



Fuente: Elaboración propia en base al Documento Bases.

Tiene consecuencias importantes el hecho constatado por la respuesta a esta pregunta, no se puede esperar un gran arraigo de nuestros técnicos y profesionales, si la mayoría de ellos ha sido formado en el extranjero y tampoco se pueden esperar de ellos un conocimiento profundo de la aeronáutica civil cuando la mayoría de ellos ha sido formado en la aviación militar.

Gráfico 10: ¿Le interesaría a su empresa contratar personal Aeronáutico egresado de la Universidad?



Fuente: Elaboración propia en base al Documento Bases.

En este caso los entrevistados fueron funcionarios del más alto nivel en sus empresas y organizaciones, con lo cual la total apertura para aceptar como parte de su personal egresados universitarios, debe ser tomada en cuenta para fortalecer los lazos entre la Universidad y los sectores públicos y privados del País. Una posibilidad para fortalecer estos vínculos podría ser la suscripción de convenios que fortalecieran los procesos formativos y abrieran campos de trabajo a los egresados de los procesos formativos impulsados desde la UNAH.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Este trabajo de investigación ha resultado ser para quienes colaboramos en él, una la experiencia nueva y útil, puesto que, por una parte, ha representado una primera oportunidad para reflexionar sobre el presente y el futuro de la Aeronáutica Civil hondureña en la perspectiva de la Educación Superior Civil,

por otra, ha llamado la atención sobre temas de vital importancia que deberán ser retomados en clave de colaboración con los distintos sectores que trabajan en el rubro aeronáutico en Honduras.

- Partiendo de lo que se conoce el campo aeronáutico las propuesta de esta investigación se considera innovadora, puesto que inaugura en el País una perspectiva de análisis eminentemente civil, desde la cual se puede abordar la problemática de la aeronáutica civil en el contexto de un amplio espectro del desarrollo económico y social del País.
- Los datos, información y análisis aportados por esta investigación ofrecen una buena base para tomar decisiones sobre la problemática en el sector aeronáutico nacional el cual para su sobrevivencia tienen que hacer un esfuerzo importante para poder aportar profesionales y técnicos a un mercado global con una demanda creciente, pero también con grandes exigencias.
- Las instituciones y organismos miembros del equipo interinstitucional mantemos la sensación de haber realizado un trabajo de calidad con aportes relevantes para el desarrollo de la aeronáutica como producto de un involucramiento coordinado de los distintos actores comprometidos con el sector.
- Se han detectado las grandes carencias en el sector aeronáutico; pero al mismo tiempo se han descubierto grandes oportunidades de acción, que solo pueden ser aprovechadas con el aporte necesario y oportuno de la Educación Superior.
- La diferenciación del campo militar con respecto del campo civil, establecido con el Convenio de Chicago de 1944, fortalece a los profesionales de ambos campos, pues ofrece la oportunidad para que cada uno se empodere y desarrolle su propio campo en la perspectiva que le es propia.
- Consideramos lo más relevante de la investigación, el SI del 100 por ciento de la población hondureña consultada a la pregunta sobre la necesidad de contar en la UNAH con un Departamento de Ciencias Aeronáuticas, puesto que es un indicativo de la necesidad existente en el campo de la aeronáutica civil del concurso de la Academia Civil.
- La propuesta que mejor se adapta a las necesidades de formación y de participación de la UNAH en el campo aeronáutico, es la de una Licenciatura en Ciencias Aeronáuticas que dé cuenta de la demanda de profesionales y técnicos existente en el País, en la región y en el mundo.

Recomendaciones

- Se debe intensificar el trabajo con la DGAC Y COCESNA, ya que este relacionamiento interinstitucional será la base para abrirse a nuevas alianzas, por ejemplo por medio de la DGAC, se pueden establecer coordinaciones con la OACI y por esta vía se puede iniciar el proceso de mejora que nos conducirá al tan añorado certificado que nos avale como país de calidad en los requisitos para la aeronavegabilidad mundial.
- Se debe contar con una agenda definida en torno a la cual se establecerían las distintas alianzas con universidades y centros de formación en materia de aeronáutica; es recomendable que estas alianzas sean ratificadas mediante convenios como acostumbra la UNAH.
- Una de las primeras prioridades para la conformación del equipo profesional que continúe con el trabajo de conformación del Departamento de Ciencias Aeronáuticas dentro de la FACES, es la asignación del personal que van a ofrecer la UNAH, la DGAC y ADAEH.
- El montaje y desarrollo de Diplomado, seminarios, conferencias, talleres, foros y otras formas de educación no formal superior, se debe aprovechar como una oportunidad para explorar el campo de la Aeronáutica civil; partiendo de los hallazgos que ya aporta el estudio de la oferta y la demanda de las Bases para el establecimiento de las ciencias aeronáuticas, se puede ahondar sobre las necesidades reales en este campo, los candidatos para la licenciatura en Ciencias Aeronáuticas, los temas de estudio más pertinentes, temas para nuevos para la oferta académica, entre otros.
- Desde las propuestas que se hagan en materia de educación no formal (diplomados, ciclos de conferencias, seminarios, talleres) se deben combinar aspectos técnicos de la ciencias aeronáuticas con aspectos administrativos que le sirven de soporte y le ayuden a conocer el campo aeronáutico en un espectro más amplio.
- Dado lo novedoso del campo de la Aeronáutica, durante la elaboración del Diagnóstico para la Carrera se recomienda se le dé mayor prioridad como instrumento de consulta a las entrevistas estructuradas con informantes claves; esto sin menoscabo del manejo de datos cuantitativos que puedan ser obtenidos en fuentes secundarias y mediante la aplicación de encuestas.

- La colaboración con entes regionales e internacionales vinculados a los temas de las ciencias aeronáuticas, será vital durante el proceso de afianzamiento de las ciencias aeronáuticas en un país como Honduras, en donde el tema tiene fuerte raigambre militar, en tal sentido se debe involucrar esta colaboración para el desarrollo de las clases, talleres y conferencias de las primeras promociones del Diplomado y la Licenciatura en Ciencias Aeronáuticas.

Bibliografía

- American Meteorological Society. (2012). Glossary of meteorology. Allen Press.
- DGAC. (2004). Ley de Aeronáutica Civil. Tegucigalpa: DGAC.
- DGAC Chile. (22 de Noviembre de 2012). DGAC. Obtenido de www.dgac.gob.cl/portal
- Embry Riddle. (2012). Undergraduate/Graduate Catalog. Daytona: Embry Riddle.
- FUMEC. (27 de Noviembre de 2012). Universidade FUMEC. Obtenido de www.fumec.br/cursos
- J.S. Perez, E. M. (1999). Manual Sanitario para Tripulantes de Cabina de Pasajeros. Madrid: Arán Editores.
- OACI. (2011). Estudio de la OACI revela gran demanda de personal aeronáutico cualificado de aquí al Año 2030. OACI.
- OACI. (20 de Noviembre de 2012). ICAO. Obtenido de icai.int/safety/dangerousgood
- U S P M. (27 de Noviembre de 2012). Universidad San Martín de Porres. Obtenido de www.usmp.edu.pe/ffia/aeronauticas
- Universidad Técnica Federico de Santa María. (27 de Noviembre de 2012). Ingeniería en aviación comercial. Obtenido de www.usm.edu.cl/admisio

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 Arqueoastro-

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.

Crterios para el diseo, diagramacin y maquetacin de la Revista Ciencias Espaciales

De la Portada:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamao: 48. Color: blanco.
- Publicacin semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales FACES.
- Universidad Nacional Autnoma de Honduras.
- Nmero, Volumen, Ao, Temporada.
- ISSN: 2225 – 5249
- Tipo: Arial Narrow. Tamao: 14. Color: blanco.

Imgenes y logos:

- Logo de la UNAH
- Imagen alusiva al contenido

Color de fondo:

- Revista Ciencias Espaciales de Astronoma y Astrofsica: Azul espacio. R:42, G:75, B:106.
- Revista Ciencias Espaciales de Arqueoastronoma y Astronoma Cultural: Rojodrillo. 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.