RIC

REVISTA DE INICIACIÓN CIENTÍFICA

JOURNAL OF **UNDERGRADUATE** RESEARCH

Vol. 5 - N.º 1- ENERO - JUNIO 2019

P-ISSN 2412-0464 & E-ISSN 2413-6786

EDITORIAL TECNOLÓGICA

latindex Directorio y Catálogo · ROAD · MIAR · UTP-Ridda² · BASE Bielefeld Academic Search Engine · Google Académico · OpenAIRE · PKP|INDEX · MENDELEY · Repositorio Centroamericano SIIDCA

RIC
REVISTA DE
INICIACIÓN
CIENTÍFICA
JOURNAL of **UNDERGRADUATE** RESEARCH

Volumen 5 Num. 1 Ene. - Jun. 2019 P-ISSN 2412-0464 E-ISSN 2413-6786

Directora de la Revista
Dra. Casilda Saavedra

Editora de la Revista
Dra. Casilda Saavedra

Revista Editada por la Dirección de Investigación
Dr. Orlando A. Aguilar

Coeditores y coordinadores
Ing. Ernesto Martínez
Dirección de Investigación, UTP

Lic. Huriviades Calderón
Dirección de Investigación, UTP

Comité Editorial
Dr. Ignacio Chang
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Dr. Humberto Álvarez
Facultad de Ingeniería Industrial
Dr. José Rangel
Facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales
Prof. Tatiana Salgado
Facultad de Ciencia y Tecnología
Dr. Arthur James
Facultad de Ingeniería Mecánica
Ing. Matías Carrera
Facultad de Ingeniería Civil
Mgtr. Danny Murillo
Repositorio Institucional de Documentos Digitales de Acceso Abierto

Equipo técnico y proyección internacional - UTP
Ing. Danny Murillo
Ing. Dalys Saavedra

Dirección de Comunicaciones Estratégicas
Mgter. Danilo Toro
Director

Ing. Libia Batista
Editorial Universitaria

Diseño y diagramación
Sección de Diseño Gráfico

Lcda. Shirley Cedeño
Imprenta

Autoridades
Ing. Héctor Montemayor Á.
Rector
Lic. Alma Urriola de Muñoz
Vicerrectora Académica
Dr. Alexis Tejedor de León
Vicerrector de Investigación, Postgrado y Extensión
Mgtr. Mauro Destro Stimamiglio
Vicerrector Administrativo
Mgtr. Ricardo Reyes
Secretario General
Ing. Brenda Serracín de Álvarez
Coordinadora General de los Centros Regionales

Decanos
Dr. Martín Candanedo
Facultad de Ingeniería Civil
Ing. Gabriel Flores Barsallo
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Dr. Israel Ruiz
Facultad de Ingeniería Industrial
Dr. Julio A. Rodríguez B.
Facultad de Ingeniería Mecánica
Dr. Clifton E. Clunie B.
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Mgtr. Juan González
Facultad de Ciencias y Tecnología

Directores de Centros de Investigación
Dr. Ramiro Vargas
Centro Experimental de Ingeniería
Dr. José Fábrega
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas
Dr. Felix Henríquez
Centro de Investigación e Innovación Eléctrica, Mecánica y de la Industria
Dr. Wedleys Tejedor
Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales
Dr. Ramfis Miguelena
Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones

RIC: Revista de Iniciación Científica = Journal of undergraduate Research.
Vol. 5, No. 1 (enero – junio 2019). – Panamá: Edición Tecnológica, 2019

V.; 27 cm
Semestral
P-ISSN-2412-0464
E-ISSN-2413-6786

1. Universidad Tecnológica de Panamá
2. Investigaciones – Publicaciones seriadas
3. Investigación y desarrollo.

REVISTA DE INICIACIÓN CIENTÍFICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

Mentores / Evaluadores de este volumen

Área de investigación de UTP	Revisor / mentor	Facultad, Centro de Investigación o Centro Regional
Agroindustria	Dr. Wedleys Tejedor	Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA)
Biotecnología	Dr. Jhonny Correa	Facultad de Ciencias y Tecnología
Energía y Ambiente	Dr. José R. Fábrega D.	Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotérmicas (CIHH)
	Dr. Héctor Poveda Dr.	Facultad de Ingeniería Eléctrica(FIE)
	Dorindo Elam Cárdenas	Facultad de Ingeniería Eléctrica(FIE)
Logística y Transporte	Dr. Humberto R. Álvarez	Facultad de Ingeniería Industrial

Gestión de Proyectos y Mejoramiento de la Productividad Empresarial	Dra. Cecibel Castrellón	Dirección de Gestión y Transferencia del Conocimiento (DGTC)
Tecnología de la Información y Comunicaciones	Dra. Lineth Alaín Dr. Jayguer Vásquez Torres	Centro Regional de Panamá Oeste Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CIDITIC)
	Dra. Gisela de Clunie	Facultad de Ingeniera en Sistema Computacionales(FISC)

RIC

REVISTA DE
INICIACIÓN
CIENTÍFICA
JOURNAL OF **UNDERGRADUATE** RESEARCH

La RIC, Revista de Iniciación Científica – Journal of Undergraduate Research – es una revista abierta a la difusión, a los intercambios y a los debates de interés de la comunidad universitaria, esencialmente a nivel de pregrado con el objetivo de promover la creación, la expresión y la diseminación de trabajos novedosos y empíricos. En la RIC se publican, prioritariamente trabajos originales relacionados con los temas de ciencias, tecnología e ingeniería, desarrollados por estudiantes de licenciatura, en español, portugués o en inglés, incluyendo resultados de trabajos de términos de grado y otros trabajos de investigación desarrollados en pregrado.

Revista semestral, es un proyecto educativo universitario, publicada a partir del 2015, como iniciativa del Ing. Alexis Tejedor De León, PhD, ING-PAED-IGIP, de la Facultad de Ingeniería Mecánica del Centro Regional de Veraguas de la Universidad Tecnológica de Panamá, con la finalidad de brindar una oportunidad, única, a los estudiantes universitarios de experimentar plenamente el método científico, a partir del desarrollo de trabajos originales para su publicación y visibilidad internacional, por medio del proceso de revisión por pares.

The manuscript should be of similar style and structure to that of typical articles published in profesional journals.

Los artículos y trabajos técnicos publicados en la Revista de Iniciación Científica – RIC – *Journal of Undergraduate Research* son de exclusiva propiedad de sus autores. Las opiniones y el contenido de los mismos pertenecen a sus autores, declinando la Universidad Tecnológica de Panamá de toda responsabilidad por los derechos que pudiera derivarse de la lectura y/o interpretación del contenido de los trabajos allí publicados.

Misión

La RIC, es una revista de estudios, revisiones e investigaciones en ciencia, tecnología e ingeniería, tanto teóricos, como empíricos, que tiene como objetivo divulgar la producción académica universitaria a nivel de pregrado, propiciando el intercambio de informaciones y el debate sobre los principales asuntos y temas emergentes de las áreas. Se da relevancia a la diseminación de los trabajos realizados en universidades nacionales, sin embargo, publicará también estudios provenientes del exterior. Por lo tanto, se invita a cualquier estudiante de licenciatura en las áreas de ciencia, tecnología e ingeniería a presentar sus manuscritos, y enviarlos a la dirección: revista.ric@utp.ac.pa

Proceso de revisión

En primer lugar, el Director del Comité Editorial realiza una selección preliminar de los manuscritos sometidos, tomando en consideración la Misión de la RIC.

Los artículos seleccionados se someten y se asignan a uno de los miembros del Comité Editorial de la RIC. Se envían a mentores/ revisores de acuerdo al área de especialidad , los cuales enviarán sus comentarios a uno de los miembros del Comité Editorial, responsable por darle seguimiento al manuscrito designado.

El miembro del Comité Editorial, sintetizará los comentarios y observaciones emitidos por los revisores, y su decisión sobre la publicación del manuscrito, el cual podrá aceptarse tal y como se envió, aceptarse con pequeñas modificaciones, o devolverse con la invitación de que lo vuelva a someter. El autor, en cuestión, atenderá las modificaciones sugeridas. Se podrán llevar a cabo, varias rondas de comentarios, hasta que finalmente el manuscrito se considere adecuado para su publicación.

Dra. Casilda Saavedra de Madrid
DIRECTORA

RIC
REVISTA DE
INICIACIÓN
CIENTÍFICA

MENSAJE DE LA DIRECTORA

La Revista de Iniciación Científica de la Universidad Tecnológica de Panamá es el espacio propicio para fomentar la cultura de investigación en los futuros profesionales de Panamá, a través de la publicación de tesis de grado, artículos de la Jornada de Iniciación Científica-JIC, artículos de revisión del estado del arte y otros trabajos estudiantiles de investigación. Fue pensada como un puente, de manera que sus autores aumenten progresivamente la calidad de su trabajo y puedan posteriormente publicar en revistas profesionales indexadas, tanto a nivel nacional como internacional.

La Revista de Iniciación Científica-RIC es una revista semestral, está indexada en Catálogo 2.0 de Latindex y forma parte de las bases de datos : ERIHPLUS, ROAD, MIAR, Google Académico, Open Aire, PKP-INDEX, BASE, Mendeley, el repositorio Centroamericano SIIDCA y el repositorio de UTP-RIDDA2.

Nos complacemos en presentar a la comunidad universitaria y público en general el primer número del año 2019, Volumen 5, N.° 1 En este número contamos con 11 artículos, los cuales se enfocan en una variedad de temas. El primer artículo trata sobre el prototipo de un sistema calentador solar construido con materiales reciclados. Se presentan los métodos y materiales utilizados para el desarrollo del prototipo del calentador solar, así como su funcionamiento teórico. El segundo artículo presenta la aplicación de un diseño para evaluar si existe diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos entre las diferentes compañías telefónicas de Panamá.

El tercer artículo utilizó el diseño experimental para determinar si existe o no diferencia significativa en la fuerza de adhesión de cuatro tipos de pegamentos. El cuarto artículo presenta la evaluación de la

calidad de los servicios de la red inalámbrica pública en el distrito de Changuinola, provincia de Bocas del Toro. El quinto artículo se enfoca en el aprovechamiento de la energía solar para mejorar las condiciones sociales de la comunidad de Loma Muleto, en la Provincia de Bocas del Toro. El sexto artículo estudia la factibilidad de las tecnologías que forman parte de la Inteligencia de Negocios, para el diseño de Data Mart, aplicado a la plataforma virtual académica MOODLE de la Universidad Tecnológica de Panamá. El séptimo artículo presenta un sistema de información estudiantil para mejorar la gestión escolar del Centro de Educación Básica General de El Empalme, provincia de Bocas del Toro. El octavo artículo presenta un enfoque de la gestión de proyectos y su importancia para lograr el éxito en la ejecución y garantizar su impacto. El noveno artículo analiza la relación entre los deslizamientos de tierra y los eventos extremos de precipitación en la provincia de Chiriquí. Finalmente, el undécimo artículo presenta una forma de utilizar los desechos orgánicos para producir un combustible sólido alternativo mediante la peletización.

Deseo expresar nuestro profundo agradecimiento al cuerpo de mentores-evaluadores que nos han apoyado en la revisión y recomendaciones de mejoras de los artículos de este número. Igualmente, reitero la invitación los profesores y estudiantes de UTP a hacer uso de esta plataforma para publicar los resultados de las investigaciones que realizan.

Que Dios les bendiga.

RIC

Vol. 5 - N.° 1- ENERO - JUNIO 2019 P-ISSN 2412-0464 & E-ISSN 2413-6786

CONTENIDO

9 DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CALENTADOR SOLAR CON MATERIALES RECICLADOS
Víctor Ávila
Rosa Chong
Suyen Terreo
Nacarí Marín

13 EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS ENTRE DIFERENTES COMPAÑÍAS TELEFÓNICAS
Moreno Irian
Mudarra Marian
Ureña Yennifer
Vega Guadalupe
Maritza Cedeño

17 EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE PEGAMENTOS PARA PAPEL
Aguilar Jaqueline
Benzadón María
De León Erick
Sánchez María
Maritza Cedeño

21 **PROBLEMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN EL DISTRITO DE CHANGUINOLA, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO**
Diocelina Guerra, Joustin Saldaña, José Rivera, Joannys González, Vanessa Valdés

26 **APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA MEJORAR LAS CONDICIONES SOCIALES DE LA COMUNIDAD DE LOMA MULETO, BOCAS DEL TORO**
Tamar Jiménez, Luis Silva, Miguel Fernández, Vanessa Valdés

34 **IMPLEMENTACIÓN DE UN DATA MART COMO UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS APLICANDO METODOLOGÍA ÁGIL EN BASE A LA PLATAFORMA ACADÉMICA MOODLE DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**
Danitzel Jurado, Ramfis Miguelena

44 **SISTEMA DE INFORMACIÓN ESTUDIANTIL PARA MEJORAR LA GESTIÓN ESCOLAR DEL CENTRO EDUCATIVO BÁSICO GENERAL EL EMPALME**
Keren Hernández, Edilsa Abrego, Alcibíades Álvarez, José Mendoza Avilés

52 **PANORAMA GENERAL DE LA GERENCIA DE PROYECTOS: UNA MIRADA EN PANAMÁ**
Kaly Lore, Luis Santos, Patricio Bosquez, Libia Batista

57 **ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LANDSLIDES AND PRECIPITATION EVENTS IN CHIRIQUI PROVINCE, PANAMA**
David Heinz, Casilda Saavedra

61 **TRI-CRO: APLICACIÓN PARA LA COMPROBACIÓN, RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS, OBLICUÁNGULOS Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DATOS**
Luciano Guevara, Heidy Calderón, Luis Sánchez, Tejedor Morales. María Yahaira

67 **PROPUESTA DE DENSIFICACIÓN ENERGÉTICA Y RECURSOS BIOMÁSICOS MEDIANTE PELETIZACIÓN**
Gregory Marin, Josimar Pérez, Orlando Aguilar

Diseño de un prototipo de calentador solar con materiales reciclados

Design of a prototype of a solar heater with recycled materials

Víctor Ávila[1], Rosa Chong[1], Suyen Terreo[1], Nacarí Marín[2]*
[1]Licenciatura en Ingeniería Electromecánica – Centro Regional de Azuero – Universidad Tecnológica de Panamá
[2]Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Azuero, Facultad de Ingeniería Mecánica

Resumen El presente artículo describe el diseño de un prototipo de calentador de agua hecho con materiales reciclados y que aprovecha la radiación térmica. Se presentan los métodos y materiales utilizados para el desarrollo del prototipo del calentador solar, así como su funcionamiento teórico. En el diseño se considera la orientación que este debe llevar para su máximo aprovechamiento. En las pruebas realizadas, se confirma que los cuerpos negros absorben la radiación solar, y el efecto invernadero que provoca el vidrio.

Palabras clave Calentador de agua, efecto invernadero, materiales reciclados, radiación térmica.

Abstract This article describes the design of a prototype for a water heater made with recycled materials and takes advantage of thermal radiation. The methods and materials used for the development of the solar heater prototype are presented, as well as its theoretical operation. The design considers the best orientation for maximum use. In the tests carried out, it is confirmed that black bodies absorb solar radiation, as well as the greenhouse effect caused by glass.

Keywords Water heater, greenhouse effect, recycled materials, thermal radiation.

* Corresponding author: rosa.chong@utp.ac.pa

1. Introducción

Cada día más se necesitan formas de energía que sean amigables con el ambiente y que sean rentables. Una manera de lograr este objetivo es reutilizar y aprovechar materiales de desecho; muchos de ellos se pueden aprovechar a partir de las energías renovables.

A través de este artículo se presentan los componentes del calentador de agua solar, así como los materiales y métodos utilizados para llevar a cabo el desarrollo de un prototipo de calentador de agua. También se incluye el funcionamiento del calentador y cómo se debe colocar para su mayor aprovechamiento.

El objetivo de esta investigación es proponer un diseño de calentador solar con materiales reciclados y hacer un estudio para comprobar si los materiales utilizados favorecen la transferencia de calor al agua y qué tanto tiempo se mantiene el agua caliente.

2. Calentador solar

Un captador solar plano es una tecnología solar térmica de baja temperatura (T<90°C) que se destina para agua caliente destinada al consumo humano.

Los subsistemas empleados en esta tecnología dependen del tipo de instalación, pero en general, pueden señalarse los siguientes:

- El subsistema de captación de esta tecnología está constituido por los colectores térmicos planos o paneles solares térmicos planos, pertenecientes al grupo denominado sin concentración, es decir, a aquellos que utilizan la energía solar con la misma intensidad con la que incide. Los colectores planos captan la energía solar, transformándola en energía térmica e impidiendo su salida al exterior (efecto invernadero).
- El subsistema de acumulación tiene la finalidad de almacenar el agua caliente para suministrarla en el momento que se requiera.
- El subsistema intercambiador independiza el agua que circula por el captador del agua de consuma.
- El subsistema auxiliar está compuesto por un conjunto de elementos y dispositivos, tales como tuberías de conducción, válvulas, bombas, purgadores, energía auxiliar, etc.

Las instalaciones se pueden clasificar también por su principio de circulación en:

- Instalación solar térmica de circulación forzada, estas van equipadas con dispositivos (bombas) que provocan la circulación forzada del agua.
- Instalación solar térmica de circulación natural (termosifón), el fluido circula por convección natural. Tiene menos elementos y es más barata [1].

El diseño propuesto consiste en una instalación solar térmica de circulación natural.

La orientación del calentador depende del hemisferio en donde se encuentre, mientras que la inclinación del dispositivo depende de la latitud [2].

3. Materiales y Métodos

Los materiales y métodos a utilizar para el desarrollo del prototipo del calentador, se detallan a continuación.

3.1 Materiales e instrumentos de medición

Termómetro digital: son instrumentos que se utilizan para medir temperatura y que tienen una pantalla digital y una sonda permanente. Utiliza un sensor basado en termistores, dispositivos electrónicos de estado sólido cuyas características eléctricas cambian con la temperatura. Son portátiles. Pueden ofrecer la temperatura en grados Fahrenheit, centígrados o Celsius. También pueden mostrar la amplitud y la escala.

Termómetro analógico: es un tubo de vidrio en cuyo interior hay mercurio, mismo que se desplaza uniformemente dependiendo de la temperatura [3-4].

Mangueras (3 tipos):

1. Manguera de riego. Su rango de operación: presión de compensación (7 a 60 psi), temperatura del agua hasta 43.3°C [5].
2. Manguera para nivel. Material de la manguera es PVC, diámetro interior de manguera 3/8 pulg., color de manguera trasparente, presión máxima 71 psi a 25 grados Celsius, característica ideal para temperaturas de 10 a 60°C. Conductividad térmica 0.12 - 0.25 W/(K·m) [6 - 8].
3. Manguera CPVC. Temperatura máxima de operación 82.2 °C, presión máxima: 1 Mpa (100 Psi); Mínima resistencia hidrostática a la rotura: 2 Mpa (200 Psi); conductividad térmica: 0.14 W/(K·m) [9 - 10].

Latas de aluminio: El punto de fusión del aluminio es de 933,47 grados Kelvin o de 661,32 grados Celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del aluminio es de 2792 grados Kelvin o de 2519,85°C. Conductividad térmica 209-230 W/ (K·m) [11 - 13].

3.2 Metodología para la selección del material de manguera

3.2.1 Comprobación de resistencia térmica de las mangueras

Como parte del diseño del calentador se evaluaron tres materiales con el objetivo de comprobar su resistencia térmica. Los materiales evaluados fueron los siguientes:

1. Caucho (Manguera de riego)
2. PVC (Manguera para nivel)
3. CPVC (Manguera CPVC).

El procedimiento para evaluar los materiales consistió en hervir en agua cada tipo de manguera individualmente por 10 min, para determinar si estos soportan o no el calor a altas temperaturas (100° C).

Como resultado, la manguera 2 y 3 pasaron la prueba, no se vieron afectadas por la temperatura, en cambio la manguera 1 se deformó y comenzó a desintegrarse.

3.2.2 Selección final del material

Entre los materiales de manguera 2 y 3 se hicieron una serie de pruebas, con seis configuraciones (ver tabla 1), en cada ensayo se midió la temperatura del agua después de 30, 60, 150 y 210 minutos expuesta al sol.

Tabla 1. Mediciones de temperatura vs tiempo

	t 1	t 2	t 3	t 4
Solo la manguera para nivel	42.1	40.1	40.7	32.3
Manguera para nivel recubierta por lata	42.2	39.9	42	33
Manguera para nivel recubierta por lata pintada	42.9	41.9	39.8	32.2
Solo manguera de CPVC	37.4	37.6	38.8	33.2
Manguera de CPVC recubierta de lata	36.8	37.5	38.9	32.2
Manguera CPVC recubierta por lata pintada	38.9	41.0	35.5	33.4
Tiempo (min)	30	60	150	210

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 1, tomando en cuenta la temperatura que se tomó del calentamiento del agua dentro del interior de las mangueras con cada una de sus especificaciones, la más prometedora fue la manguera de CPVC, ya que después de pasar las horas expuestas al sol, la temperatura del agua se mantuvo. Sin embargo, en la manguera PVC la temperatura del agua aumentó rápidamente en un periodo de tiempo corto de 30 min. Al ser más económica y al tenerla disponible elegimos la manguera de PVC porque cumple con los requerimientos.

4. Diseño de prototipo del calentador

Las características generales que debe reunir un captador solar térmico son las siguientes:

- Resistente a las condiciones exteriores (polvo, humedad, etc.)
- Resistente a temperaturas altas y bajas
- Estable y duradero

- Fácil de montar
- Eficiente en la conversión de energía [1].

El prototipo del calentador consta de cuatro componentes:

1. El Marco de aluminio
2. La base de zinc
3. El circuito de serpentín
4. El vidrio.

En la figura 1 se muestra los componentes (realizado en Google SketchUP 8).

El calentador consiste en una caja, pintada de negro en el exterior. Con el objetivo de absorber el calor y mantenerlo dentro por la refracción del aluminio.

El calentador cuenta con dos entradas y una salida. El agua pasa a través de la manguera que está recubierta por las latas de soda pintadas de negro. La flexibilidad de la manguera nos permitió doblar el circuito y con la forma del zinc (corre agua), el cual ayuda en alinear las latas sobre este.

El circuito tiene formas de serpentines en "S", son dos serpentines, uno paralelo al otro. Se escogió esta configuración para el ahorro de materiales como lo son las uniones y facilitar el recorrido del agua hacia la salida.

El circuito se introduce dentro de la caja y se tapa con un vidrio, para evitar cualquier interferencia en la transferencia de calor por los efectos de la convección.

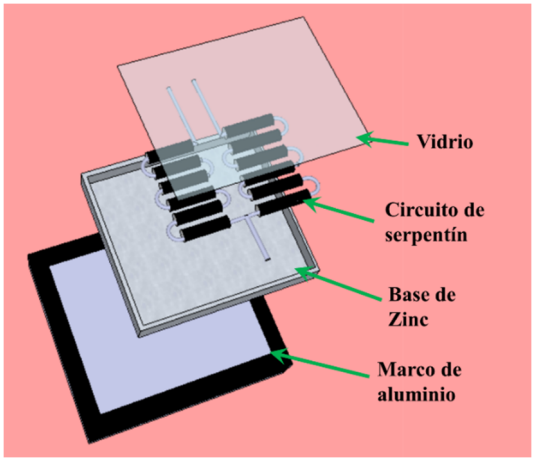


Figura 1. Diseño de prototipo del calentador solar.

5. Funcionamiento del calentador

El funcionamiento de nuestro prototipo aprovecha la curva de transitividad espectral del vidrio, ya que con los espesores de vidrio que se encuentran en la práctica transmiten más del 90% de la radiación en el rango visible y es prácticamente opaco (no transparente) a la radiación en las regiones infrarrojas de longitudes de onda más largas del espectro electromagnético. Como consecuencia, el vidrio permite que, entre la radiación solar, pero no deja que escape la radiación infrarroja proveniente de las superficies interiores. Esto causa la elevación en la temperatura en el interior como resultado de la energía que se acumula. Por este motivo se utilizó el vidrio en la parte frontal para aprovechar este efecto (efecto invernadero).

Luego que esta radiación es transmitida por el vidrio es absorbida por las latas de aluminio (de buena conductiva térmica) pintadas de negro que absorben casi toda la radiación térmica. Esta energía térmica es transmitida a la manguera por donde circula el agua por medio de la conducción y de la manguera al agua por convección [14].

6. Orientación del calentador

El calentador fue orientado hacia el sur, con una inclinación de 10° con respecto a la horizontal. Para la orientación se consultaron los datos de los paneles solares del Parque Solar en Sarigua. Esta posición supone el máximo aprovechamiento de la radiación solar (alrededor de 10 horas diarias de la radiación solar). El comportamiento de la radiación es de orden ascendente de 6:00 a. m. - 12:30 p. m. luego es descendente hasta un horario de 06:30 p. m. [15 - 16].

Es importante indicar que, para su mayor aprovechamiento solar, el calentador no debe estar debajo de objetos que le den sombra.

7. Resultados

Tabla 2. Resultados de mediciones del prototipo

	Hora	T (°C) ambiente	T (°C) salida de agua del circuito
Domingo 10 de junio			
1	1:41 p. m.	36.6	43.6
2	2:40 p. m.	32.5	45.8
3	3:40 p. m.	32.5	47.7
4	5:00 p. m.	31.1	39.0
Sábado 23 de junio			
1	11:00 a. m.	36.3	38.8
2	12:00 m. d.	36.6	41.3

Figura 2. Foto del prototipo armado.

8. Conclusiones

Para la selección final del material de la manguera, nos concentramos en el material que más rápido calentó el agua y no por el que mantuvo por más tiempo la temperatura del agua.

En la parte de resultado en la medición de las 2:40 p. m. estaba nublado y aún así el agua salió caliente, haciendo que este calentador sea estable con la variación en el clima.

Como trabajo a futuro queda analizar la eficiencia del calentador, esto implica un análisis de las condiciones climáticas, incidencia del sol en el calentador, balance de energía y transferencia de calor.

AGRADECIMIENTO

Al profesor Roberto Cigarruista por los consejos sobre la elección del material para el calentador, al Lic. Jorge Frago por aportación de unas ideas al prototipo, y a la institución y colaboradores de la Universidad Tecnológica de Panamá por permitirnos usar el área de trabajos, a nuestra familia por ayudarnos en la recolección de los materiales y también sus apoyos en la construcción del prototipo.

REFERENCIAS

[1] J. A. Carta González, R. Calero Pérez, A. Colmenar Santos, M. A. Castro Gil. *Centrales de Energía Renovable: generación eléctrica con energías renovables*. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2009.

[2] Calentadores Solares | Unidad de Ecotecnologías, UNAM, Campus Morelia. (2018). Ecotec.unam.mx. [Online] Available: http://ecotec.unam.mx/Ecotec/ecoteca/calentadores-solares-2.

[3] TOTCLINIC. (2012, May 14). ¿Qué es un termómetro digital? y ¿Cómo se usa? [Online] Available: http://www.totclinic.com/blog/termometros/que-es-termometro-digital-como-se-usa/.

[4] (2011, Nov 10). Los termómetros: Funcionamiento y tipos | QuimiNet.com. [Online] Available: https://www.quiminet.com/articulos/los-termometros-funcionamiento-y-tipos-2637622.htm.

[5] Rainbird (2016). [Online] Available: http://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-01/ts_A5PC_sp.pdf.

[6] Manguera de nivel 3/8” rollo 100m. (2018). [Online] Available: http://tienda.urrea.com/Catalogo/es/urrea/122277-Manguera-de-nivel-38-rollo-100m.

[7] Jq.com. ar. (2018). PVC - Datos Tecnicos [online] Available: http://www.jq.com.ar/imagenes/productos/pvc/pvcprop/dtecnicos.

[8] Lehengoak S.A. [online] Available: http://www.lehengoak.com/pdfs-catalogo/Mangueras%20Industriales%20transparentes.pdf.

[9] Sites.google.com. (2018). TUBO CPVC 1/2" - Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas. [online] Available: https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/3-especificaciones-de-materiales/tuberia-hidraulica-y-sanitaria/tubo-cpvc-1-2.

[10] PVC clorado (CPVC). (2013, nov 23). Available: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/11/pvc-clorado-cpvc.html.

[11] Aluminio - Propiedades del aluminio. (2009). Available: https://elementos.org.es/aluminio.

[12] Propiedades del Aluminio — Universidad de Cádiz Tablaperiodica.uca.es. [online] Available: http://tablaperiodica.uca.es/Tabla/elementos/Aluminio/Grupo1/Prop.%20Al.

[13] L. Laiz Trujillo. (2010, may 14). Latas de aluminio. Avaible: http://materialesdeingenieriaindustrial.blogspot.com/2010/05/latas-de-aluminio.html.

[14] Yunus A. Cengel, Afshin J. Ghajar. Transferencia de Calor y Masa. 4ta edición. Universidad de Nevada.McGraw Hill.

[15] A. García. (2014, nov 29). Gira Técnica a la Planta Solar en el Desierto de Sarigua. Available: from http://panamahitek.com/gira-tecnica-la-planta-solar-en-el-desierto-de-sarigua/.

[16] Empresa de Generación Eléctrica S. A. PLANTA SOLAR SARIGUA. Available: http://www.irena.org/eventdocs/RRA_and_CECCA_Panama/Antonio%20Clement-EGESA.pdf.

Evaluación de la velocidad de transferencia de datos entre diferentes compañías telefónicas

Evaluation of data speed transfer between different telephone companies

Moreno Irian[1], Mudarra Marian[1], Ureña Yennifer[1], Vega Guadalupe[1], Maritza Cedeño[2]*

[1]Licenciatura en Ingeniería Industrial – Centro Regional de Azuero – Universidad Tecnológica de Panamá
[2]Grupo de Investigación de Azuero en el Área Empresarial

Resumen En este artículo se muestra la aplicación de un diseño cuadrado latino para evaluar si existe diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos entre las diferentes compañías telefónicas de Panamá. El diseño propuesto define dos factores de bloque que se controlan en el experimento, estos factores son: tipo de celular y la hora del día. Para asegurar la independencia de los datos se aleatorizaron los tratamientos dentro de los bloques. La variable dependiente, velocidad de transferencia de datos, fue medida a través de una aplicación denominada "SpeedTest". Mediante análisis de varianza se encontró que la hipótesis inicial fue rechazada al 5% de significancia, por lo que existen suficientes evidencias como para concluir que hay diferencia en la velocidad de transferencia de datos entre las empresas telefónicas en Panamá.

Palabras clave Velocidad, transferencia de datos, diseño de experimento, teléfono móvil.

Abstract This article describes the application of a Latin square design to assess whether there is a significant difference in the rate of data transfer between different telephone companies in Panama. In the proposed design two block factors are controlled: cell type and time of day. It should be noted that to ensure the independence of the data treatments are randomized within blocks. The data transfer rate was measured through an application called " SpeedTest ". By analysis of variance it was found that the initial hypothesis was rejected at 5% significance so that there is sufficient evidence to conclude that there is difference in data transfer speed of telephone companies in Panama.

Keywords Speed, data transfer, design experiment, mobile phone.

* Corresponding author: yennifer.urena@utp.ac.pa

1. Introducción

La Ingeniería Industrial tiene entre sus principales propósitos el diseño, mejora e instalación de procesos, aplicando conocimientos a la solución de problemas. En este campo, la experimentación es una herramienta fundamental que ayuda a recolectar y analizar datos para una correcta toma de decisiones con respecto a los fenómenos que pueden presentarse en dichos procesos.

Un experimento diseñado es una serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida [1].

La presente investigación tiene como base la experimentación sobre uno de los más utilizados dispositivos electrónicos a nivel mundial, el teléfono celular. De los diferentes tipos de diseños de experimentos resultó de mayor adecuación a nuestro estudio el Diseño Cuadrado Latino, el cual es un diseño que se utiliza para controlar dos fuentes de variabilidad durante el experimento. En otras palabras, este permite analizar sistemáticamente por bloques en dos direcciones. En este diseño los renglones y las columnas representan en realidad dos restricciones de aleatorización [1].

En este experimento se requiere la aleatorización de los tratamientos, las columnas y los renglones, entendiéndose por aleatorización como la técnica utilizada para reducir la incertidumbre de los resultados, aumentando la confianza de la investigación [2]. Luego de realizada la aleatorización se puede proceder de manera confiable a la realización del experimento.

Los principales objetivos de esta investigación son:

1. Diseñar un experimento que permita la medición de la velocidad de transferencia de datos (carga) entre las diferentes telefónicas de Panamá.
2. Verificar si existe o no diferencia significativa entre los resultados del experimento.

En la realización del experimento se siguieron los pasos del diseño de experimentos, los cuales son: [3]

1. Identificación y planteamiento del problema
2. Elección de los factores, niveles y riesgo
3. Selección de la variable de respuesta
4. Elección del diseño experimental
5. Realización del experimento (materiales, métodos)
6. Análisis de datos
7. Conclusiones.

2. Planteamiento del problema

Con el objeto de evaluar si la velocidad de transferencia de datos (velocidad de carga), difiere significativamente según la compañía proveedora de datos móviles, aplicamos un diseño cuadrado latino con cuatro tratamientos (servicio de datos de las cuatro compañías telefónicas de Panamá); seleccionamos cuatro períodos de tiempo, asignándolos a la columna y cuatro modelos de celular de la marca Samsung, asignándolos a los renglones.

3. Diseño experimental

A continuación, se describen los elementos principales que se han tomado en cuenta en el diseño experimental.

3.1 Elección de los factores, niveles y riesgo

Cuando se quiere realizar un experimento se debe tener el conocimiento de todas las variables que puedan intervenir en la realización de dicho experimento. En nuestro caso las variables que pueden afectar la medición de la transferencia de datos son: el tipo de compañía telefónica, el modelo de celular, la hora del día en la que se realiza el experimento, el uso que se le esté dando a la red internet, la cantidad de dispositivos móviles conectados y la cobertura de la señal, entre otros.

De los factores mencionados se seleccionan como tratamientos las diferentes compañías telefónicas y consideramos que se pueden controlar dos de estos factores, los cuales serán utilizados como bloque en nuestro experimento. Ellos son, el modelo de celular y la hora del día en la cual se realiza el experimento. El modelo de celular afecta el experimento debido a que a pesar de que se trata de la misma marca (SAMSUNG) la velocidad de transferencia de datos de cada celular depende del tipo de procesador que tenga en celular, la memoria RAM y el espacio que queda libre en el celular. Para nuestro experimento se eligieron cutro modelos diferentes de celulares de la marca Samsung. La hora del día en la que se realiza el experimento influye debido a que la variable en estudio depende de la cantidad de personas conectadas a la red en diferentes horas del día. Se seleccionaron cuatro horas de la mañana para la realización de experimento. Los demás factores son variables que no se pueden controlar, pero que afectarán por igual la velocidad de transferencia de datos durante el experimento.

Para el caso de los tratamientos se escogieron cuatro diferentes compañías telefónicas, representadas estas por las diferentes tarjetas SIM (Módulo de identificación del suscriptor) de cada una de ellas, por lo tanto, es un experimento de un factor con cuatro niveles.

Con relación al nivel de riesgo para este experimento se planteó un 5% de significancia.

3.2 Elección de la variable de respuesta

La variable de respuesta en nuestro estudio es la velocidad de transferencia de datos (carga) la cual será medida con una aplicación de *Play Store* denominada *Speed Test*, la cual medirá la velocidad de los dispositivos móviles, sometidos a los diferentes tratamientos para transferir datos en mega bit por segundo, Mbps.

3.3 Elección del diseño experimental

Para la realización de este experimento se escogió un diseño cuadrado latino (doble bloqueo), debido a que este diseño nos permitió bloquear los dos factores que pudieron influir en el experimento.

La ecuación (1) presenta el modelo matemático [5] que corresponde a este diseño:

$$y_{ijl} = \mu + T_j + \rho_j + \delta_l + E_{ijl} \quad (1)$$

En donde:

y_{ijl}= Observación del tratamiento *i*, en el nivel *j* del factor renglón y en el nivel l del factor columna.

μ= Efecto medio verdadero.

E_{ijl}= Error atribuible a la observación.

La hipótesis que se desea comprobar al final del experimento es:

H_0= No existe diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos entre las diferentes compañías telefónicas.

4. Materiales y métodos

En los dos apartados siguientes se describen los materiales y la metodología utilizada en la investigación.

4.1 Materiales

Se utilizaron cuatro modelos diferentes de dispositivos móviles o celulares marca Samsung y cuatro tarjetas SIM con datos móviles activados (una por cada compañía telefónica).

La medición de la velocidad de transferencia de datos se realizó con la aplicación *SpeedTest.* Esta es una herramienta especializada disponible de manera “online” en computadoras y como “aplicación” en celulares.

Aunque *SpeedTest* mide otros elementos, nos enfocamos en los resultados de la velocidad de transferencia de datos (velocidad de carga), la cual se mide en megabits por segundo (Mbps).

Figura 1. "*SpeedTest*" herramienta de medición.

4.2 Metodología

El experimento inicia con el proceso de aleatorización. La adaptación del experimento al diseño parte de un cuadrado latino estándar del tamaño requerido (4x4), se aleatorizan todas las columnas del cuadrado elegido y seguidamente todas las filas del cuadrado encontrado, ambas aleatorizaciones se realizaron con ayuda de una calculadora. Esta aleatorización permitirá la independencia de los datos haciendo la investigación más confiable. Igualmente, se asegura, como se recomienda en este diseño, que no se repitan los tratamientos en cada fila y en cada columna. En la tabla 1 se muestra el arreglo final de los tratamientos.

Tabla 1. Codificación y aleatorización

	Hora del Día			
Tipo de celular	09:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 m. d.
Grand Prime	C	A	B	D
Grand Neo Plus	D	B	C	A
Modelo S_4	A	C	D	B
Modelo s_5	B	D	A	C

La velocidad de conexión a Internet es calculada por *SpeedTest* de la siguiente manera, primero, se realiza la descarga de un archivo de 500 KB desde el servidor hasta el celular donde se realiza la prueba. En la figura 2 se muestra la ejecución del experimento. En cada réplica del experimento, se calcula el tiempo en que se tarda cada celular, con su respectiva tarjeta SIM, en completar la descarga. Una vez que tenemos estos datos, la aplicación nos muestra la velocidad de conexión a Internet [4].

Figura 2. Ejecución del experimento.

5. Análisis y discusión de los resultados

Con la aplicación *SpeedTest* se procede a la recolección de los datos y los resultados de las mediciones se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Velocidad de transferencia de datos en Mbps según el tipo de celular y la hora del día

Tipo de Celular	**Hora del Día**			
	09:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.
Grand Prime	0.36 C	1.14 A	0.27 B	3.32 D
Grand Neo PLUS	3.17 D	0.09 B	0.54 C	1.14 A
S_4	1.89 A	0.11 C	1.10 D	0.27 B
S_5	0.33 B	1.98 D	1.32 A	0.71 C

Una vez recolectados los datos procedimos a insertarlos en Minitab para obtener el análisis de varianza y de esta manera poder concluir acerca del experimento y validar la hipótesis.

La tabla 3 muestra el resultado para las tres fuentes de variación analizadas.

Tabla 3. Análisis de varianza

Fuente	**GL**	**SC Sec**	**SC ajust.**	**MC ajust.**	**F**
Tratamiento (Telefónica)	3	11.73	11.73	3.91	11.18
Renglones (tipo de celular)	3	0.46	0.46	0.15	0.44
Columnas (hora del día)	3	1.36	1.36	0.45	1.29
Error	6	2.10	2.10	0.35	
Total	15	15.64			

5.1 Resultado 1

Para los tratamientos (Tipos de empresas telefónicas), Minitab nos muestra un valor F de 11.18 y el valor F tabulada es decir F (5%, 3,6) es 4.76, lo que indica que el valor F calculado cae en el área de rechazo de H_0, como se puede observar en la figura 3.

Lo anterior significa que existe suficiente evidencia como para concluir que hay diferencia en la velocidad de transferencia de datos entre empresas telefónicas, al 5% de significancia.

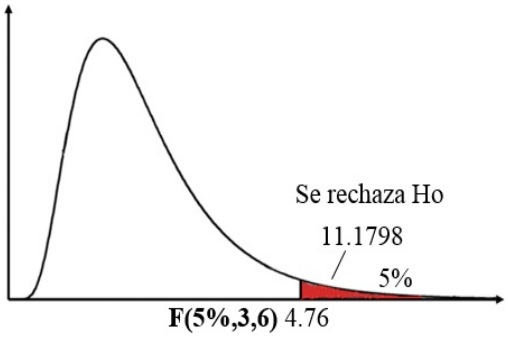


Figura 3. Gráfico de Fisher para el tratamiento.

5.2 Resultado 2

De los datos obtenidos también podemos hacer un análisis de la velocidad promedio de trasferencia de datos vs las diferentes telefónicas y como muestra la figura 4, al comparar el comportamiento gráfico de los promedios nos damos cuenta que en efecto existe una diferencia en las velocidades de trasferencia de datos.

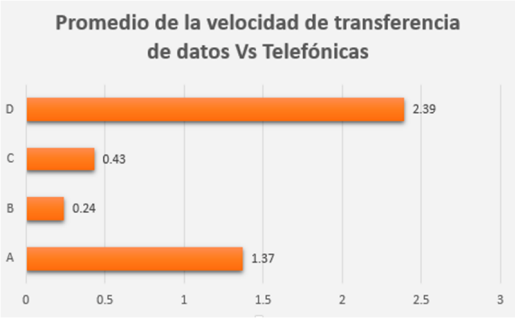


Figura 4. Gráfico de Promedios de los tratamientos.

6. Conclusiones

Al culminar el experimento se puede concluir, que sí existe diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos entre las diferentes telefónicas, debido a que la hipótesis inicial fue rechazada, a un 5% de significancia.

Cabe destacar la importancia de la elección del diseño experimental adecuado debido a que la influencia de diversos factores pudo haber afectado la realización del experimento. Sin embargo, al introducir los datos en Minitab se pudo analizar que los bloques, en este caso, el tipo de celular y la hora del día, no tuvieron un efecto en la realización del experimento por lo cual, para futuros estudios se puede realizar el experimento mediante un diseño completo al azar.

RECONOCIMIENTO

A la Ingeniera Maritza Cedeño de Moreno por su apoyo y motivación para desarrollar nuestra investigación experimental. También agradecemos a las personas que permitieron la utilización de sus teléfonos móviles para llevar a cabo el experimento.

REFERENCIAS

[1] Douglas C. Montgomery. Diseño y Análisis de experimentos. Segunda edición. Limusa, México, D.F, 2011.
[2] Antonio N Hurtado, Federico C. Domínguez. Probabilidad y estadística para Ingeniería. Primera edición México: McGraw Hill. 2010.
[3] Luis H Rojas Cárdenas, Lucio Rojas Cortés. “Exploración al diseño experimental” Ciencia e ingeniería Neogranadina. Junio 2000.
[4] Online available: Cablevisión 2014. http://Portal.Speedtest.Monterrey.
[5] Humberto G. Pulido, Román De la V. Salazar. (2008). Análisis y Diseño de Experimentos. Segunda edición. México: McGraw Hill. 2008.

Evaluación de la fuerza de adhesión de pegamentos para papel

Evaluation of adhesive strength of paper glues

Aguilar Jaqueline[1], Benzadón María[1], De León Erick[1], Sánchez María[1], Maritza Cedeño[2]*
[1]Licenciatura en Ingeniería Industrial – Centro Regional de Azuero – Universidad Tecnológica de Panamá [2]Docente de Pregrado-Centro Regional de Azuero-Universidad Tecnología de Panamá
Grupo de Investigación de Azuero en el Área Empresarial

Resumen En esta investigación se utilizó el diseño experimental para determinar si existe o no diferencia significativa en la fuerza de adhesión de cuatro tipos de pegamentos, mediante un diseño de bloques completos al azar, evaluando los resultados mediante análisis de varianza, identificando los valores obtenidos con la distribución de Fisher y verificando si se aceptan o no las hipótesis. La hipótesis nula para tratamiento se acepta, lo que significa que al 5% de significancia podemos concluir que la fuerza adhesiva de las cuatro marcas de pegamento es igual. En el análisis de los bloques se encontró que los bloques (tipo de papel) no tiene un efecto significante en el diseño experimental.

Palabras clave Adhesivo, fuerza de adhesión, diseño experimental, diseño de bloque, calidad.

Abstract In this research, design of experiment methodology was used to determine whether or not there are significant difference in the adhesive force of four types of adhesives. with a design of a randomized complete block, evaluating the results through analysis of variance, checking values obtained with the Fisher´s distribution and verifying whether or not to accept the null hypothesis. All this is done to obtain valuable information when buying adhesives and verify quality.

Keywords Ahesive, adhesive force, design of experiments, block design, quality.

*Corresponding author: erick.deleon1@utp.ac.pa

1. Introducción

A inicios del siglo XX, las empresas vivían una crisis de escases de recursos, baja productividad y deficiencias en la calidad, todo esto a causa de la primera guerra mundial. Era necesario entonces, volver más eficientes las operaciones e identificar las variables que intervienen al momento de desarrollar un proceso. Para ello el estadístico Ronald Fisher desarrolla las bases del diseño experimental, las cuales se basan en el análisis de varianza y la aleatorización.

El diseño de experimentos permite analizar datos mediante modelos estadísticos para observar la interacción entre las variables independientes y cómo afectan a la variable dependiente [1]. Es por esto que el diseño experimental es parte fundamental de la experimentación y su objetivo es validar o rechazar las hipótesis que se plantean durante una investigación. Así el diseño de experimentos representa una de las mejores herramientas para analizar datos obtenidos en diferentes condiciones (variables independientes) propuestas por el investigador, verificando cuáles de estas variables intervienen de manera significativa en la reacción o respuesta medida. La aleatorización es un componente importante para el diseño experimental, puesto que asigna al azar unidades experimentales para cada prueba, garantizando así la independencia de las observaciones. En un experimento también es importante el control local, el cual consiste en hacer variar solo los factores que se van a estudiar en el experimento, dejando constantes los demás factores; en la vida real, el control local es difícil de lograr ya que existen algunas variables incontrolables que pueden afectar el resultado. Lo anterior introduce el concepto de error experimental, el cual mide las variaciones de las observaciones hechas en condiciones supuestamente idénticas [2]. El análisis de varianza es la herramienta utilizada para medir la variación de más de dos medias o resultados obtenidos en un experimento, comprobando según la distribución de Fisher, si se acepta o se rechaza la hipótesis nula, cuyo enunciado consiste en determinar si existe o no, diferencia significativa entre los valores observados.

2. Enunciado del problema

Se desea determinar si existe diferencia significativa entre la fuerza de cohesión de las diferentes marcas de los adhesivos para papel. Se piensa que la superficie de pegado influye sobre los resultados, por lo que se realizó un bloqueo con los tipos de papel comúnmente utilizados: papel de construcción, cartoncillo y cartulina.

3. Justificación

La historia de los pegamentos como ciencia, tecnología y medio para unir materiales se encuentra desde los primeros vestigios de los hombres de la prehistoria. Durante esta época se utilizaban pegamentos y adhesivos de origen natural para la creación de pinturas, así como para la fabricación de armas y utensilios. Durante un largo periodo de la historia antigua los pegamentos eran conocidos y utilizados por las diversas culturas y civilizaciones, tales como los sumerios, babilonios, egipcios, chinos, entre otros; utilizaron los adhesivos en numerosas edificaciones y construcciones de objetos de diversa índole [3]. Actualmente las personas y empresas buscan el mejor producto para pegar diversos materiales. Sin embargo, la calidad de un pegamento se relaciona con las especificaciones o el precio. Estos productos son una parte fundamental del mundo de las manualidades; saber elegir el correcto en cada caso puede ocasionar contratiempos y costos, es por ello que desarrollamos este estudio con la finalidad de brindar más información sobre la calidad de los pegamentos.

Se medió la fuerza de adhesión de los tipos de pegamentos, el cual es un requisito de funcionalidad en las especificaciones de calidad; de esta manera se brinda información que sirva de apoyo a personas y empresas, al momento de seleccionar un pegamento que cumpla con las características preestablecidas [4].

4. Diseño experimental

4.1 Unidades experimentales

Para el experimento propuesto se utilizó como unidad experimental, trozos o muestras de tamaño 3x2", de papel de construcción, cartulina y cartoncillo.

4.2 Factor, niveles y riesgo

Las variables o factores que se identifican para este experimento son: tipo de adhesivo, tipo de papel, cantidad de adhesivo aplicado, área de aplicación, tiempo de secado del adhesivo, procedimiento de lectura. Se escoge como factor de interés o tratamiento, el tipo de adhesivo. La variable o factor, tipo de papel se utiliza para la definición del tipo de diseño experimental. El resto de las variables se controlan en el experimento de la siguiente forma:

- Cantidad de adhesivo: Se utilizó la misma cantidad de adhesivo en cada prueba.
- Área de aplicación: Se definió la misma área de aplicación en cada unidad experimental.
- Tiempo de secado: Se tomó igual tiempo de secado en cada réplica del experimento.
- Procedimiento de lectura: Todas las réplicas fueron grabadas para leer con exactitud de la pantalla de grabación, la lectura del dinamómetro.

El nivel de riesgo de esta investigación, se definió con un 5%, el cual representa el valor del Nivel de Significancia.

4.3 Variable dependiente e independiente

Se define la variable independiente como aquella que se manipula y se hace variar en el experimento, en este caso, los diferentes tipos de adhesivos. Se definen cuatro niveles para la variable representadas por las marcas de los adhesivos denominadas por las letras A, B, C y D. La variable dependiente es la que se mide y se observa en la investigación, siendo esta la fuerza de adhesión.

4.4 Elección del diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar, porque existe un factor que puede influir en el resultado del experimento. En este caso se prevé que la fuerza de adhesión de los diferentes tipos de adhesivos puede estar influido por los tipos de papel en donde se aplican todos los tratamientos a los bloques para eliminar sesgos en la investigación y errores en los resultados. El modelo matemático para este diseño es: [2]

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \delta_{ij} \begin{cases} i = 1,2,\dots,a \\ j = 1,2,\dots.,b \end{cases} \qquad (1)$$

Las hipótesis que se desean comprobar en este estudio son las siguientes:

Tratamiento: Tipo de adhesivo.

H_o: No existe diferencia significativa entre la fuerza de adhesión de los diferentes tipos de adhesivos.

Bloques: Tipos de papel

H_o: El tipo de papel no causa un efecto significante en el diseño experimental.

5. Materiales y Métodos

5.1 Materiales

El experimento se desarrolló utilizando los siguientes materiales: papel de construcción, cartulina y cartoncillo; cuatro tipos de pegamentos de diferentes marcas, en donde asignamos las siguientes letras para los mismos, A: Elmer's B: Pritt, C: Crayola, D: Faber Castell. Cabe señalar que los pegamentos cuentan con especificaciones de uso y calidad similares. Para evaluar la fuerza de adhesión se utilizó un dinamómetro con una escala de 20 Newton [5]; tape para sujetar el papel al dinamómetro, tijeras y goteros.

5.2 Metodología

El procedimiento para realizar el análisis y medir la fuerza de adhesión de pegamentos se desarrolla de la siguiente manera:

a. Recortar los tipos de papel con una dimensión de 3x2". Para este caso se selecciona cuatro unidades experimentales por bloque para desarrollar 12 réplicas del experimento.

b. Aleatorizar las unidades experimentales por bloque (primer dígito del código de la tabla 1).

Tabla 1. Esquema de aleatorización

Marca / Bloques	A	B	C	D
Papel de construcción	4A9	2B12	3C10	1D1
Cartulina	4A5	1B2	4C3	3D8
Cartoncillo	3A11	3B4	2C7	4D6

En el código 4C3, de la tabla 1, el primer número corresponde a la unidad experimental número 4, en dónde; C corresponde a la marca de pegamento Crayola (Washable School Glue).

c. Asignar tratamientos aleatoriamente dentro de cada bloque (Segunda posición en el código, tabla 1).

d. Aleatorizar el orden de las pruebas (tercer dígito en tabla 1). En el código 4C3, el número tres significa que el tratamiento C, a la unidad experimental 4, se aplicará en tercer lugar, en cuanto al ordenamiento de las pruebas.

e. Aplicar con el uso de un gotero 3 gotas de pegamento de la marca correspondiente sobre la unidad experimental como se observa en la figura 1.

f. Unir los dos extremos del papel sobre el cual se aplicó la goma. Cabe señalar que el área de pegado es de aproximadamente dos centímetros cuadrados.

g. Esperar cinco minutos para el secado de la goma.

Figura 1. Aplicación de pegamento a la unidad experimental.

h. Colocar la unidad experimental sobre el gancho o extremo del dinamómetro y halar hasta la ruptura de la muestra, como se observa en la figura 2.

i. Tomar la medida de fuerza en el dinamómetro, justo en el momento de la ruptura.

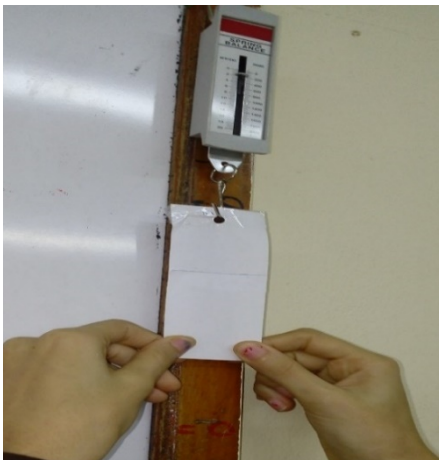


Figura 2. Halar la unidad experimental para medir mediante dinamómetro la fuerza de adhesión.

6. Resultados

Siguiendo el orden de las pruebas y el procedimiento, en la tabla 2 se observan los resultados de las mediciones:

Tabla 2. Fuerza de adhesión en newton (n)

Marca / Bloques	A	B	C	D
Papel de construcción	10	21	3	1.5
Cartulina	6.2	9	7	8.2
Cartoncillo	21	18	8	21

Mediante el *software* Minitab, se introducen los datos y se realiza el análisis de varianza, cuyos valores correspondientes a las fuentes de variación, grados de libertad, cuadrado medio y valor de F de Fisher, estos resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de varianza: factor-tipos de adhesivos, bloque-tipo de papel

Fuente	GL	SC	MC	F
B-Papel	2	196.485	98.2425	3.05
T-Adhesivo	3	155.109	51.7031	1.60
Error	6	193.468	32.2447	
Total	11	545.063		

Para analizar los resultados se comparan los valores de Fisher, obtenidas del cuadro de ANOVA (Analysis of Variance), con los valores críticos en una tabla de distribución de Fisher, al 5% de significancia. En cuanto al Factor analizado (tipo de adhesivos), se observa que la F obtenida del análisis de varianza es de 1.60, menor al valor crítico de F en la tabla de distribución de Fisher (3.59), al 5% de significancia y 3 grados de libertad.

Para los bloques se observa que la F calculada es de 3.05, mientras que su valor en la distribución de Fisher es de 3.98, siendo el valor de F calculada menor al de la distribución

7. Conclusiones

1. Para el desarrollo de un experimento, planeado estadísticamente, es preciso la definición clara de los elementos presentes, tales como, unidades experimentales, bloques, réplicas del experimento. Esto nos permite desarrollar un análisis de varianza para determinar si existe o no diferencia entre tratamientos y obtener información valiosa sobre el comportamiento de la variable de respuesta, al aplicarse cambios controlados en la variable independiente.

2. Por medio del DoE, en esta investigación se concluye que existe evidencia estadística, al 5% de significancia, de que los pegamentos evaluados poseen iguales propiedades en cuanto a, fuerza de adhesión, por lo que cumplen su requisito de calidad primario, es decir; independientemente del pegamento que se utilice, se puede obtener lo que el cliente espera, lo cual es poder adherir adecuadamente las superficies.

3. El cliente o usuario final, puede confiar en seleccionar aquella marca de pegamento de menor costo, con la seguridad de obtener el resultado esperado.

4. No era necesario bloquear por tipo de papel en este experimento, por lo que, para futuros diseños experimentales, se propone realizarlo mediante un diseño completo al azar, utilizando como unidades experimentales cualquiera de los materiales utilizados en este experimento.

RECONOCIMIENTO

A la profesora Maritza Cedeño por guiarnos en la redacción de este artículo, al profesor Cenobio Villalobos por brindarnos asesoría en la generación de la idea de investigación y al profesor Secundino Villarreal por suministrarnos herramientas para realizar las mediciones correspondientes al diseño experimental.

REFERENCIAS

[1] Douglas, Montgomery, Diseño y Análisis de Experimentos, 2nd ed., México DF; Limusa Wiley, 2001.

[2] Humberto Gutiérrez P., Análisis de Experimentos, Guadalajara; Mc Graw Hill, 2008.

[3] Online available: http://www.losadhesivos.com/historia-de-los-adhesivos.html

[4] Humberto Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, tercera Edición, Mc Graw Hill, México, 2010.

[5] Mario Madrid, Tecnología de la Adhesión, España, Departamento técnico de LOCTITE.

Problemas en la red de distribución eléctrica en el distrito de Changuinola, provincia de Bocas del Toro

Problems in the electrical distribution network in the district of Changuinola, province of Bocas del Toro

Diocelina Guerra[1], Joustin Saldaña[1], José Rivera[1], Joannys González[1], Vanessa Valdés[2]*
[1] Licenciatura en Sistemas Eléctricos y Automatización- Centro Regional de Bocas del Toro- Universidad Tecnológica de Panamá.
[2] Docente Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Bocas del Toro.

Resumen La provincia de Bocas del Toro cuenta con dos hidroeléctricas que generan energía eléctrica para toda la población panameña. Sin embargo, en esta provincia se presentan constantes apagones, por lo cual, se ha desarrollado esta investigación con el objetivo de identificar los problemas en la red de distribución eléctrica en el distrito de Changuinola, provincia de Bocas del Toro. Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, porque utiliza la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico. El diseño de la investigación es no experimental, de tipo prospectivo y transversal. Se aplicó un cuestionario de cinco preguntas a una muestra de 380 usuarios, con un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%. Los datos fueron analizados obteniendo los siguientes resultados: el 42% de los usuarios de energía eléctrica afirmaron que sufren de apagones eléctricos cinco veces por mes, y que debido a los apagones las pérdidas materiales andan alrededor de 26%. El 26% de los usuarios indican que los cables son antiguos, pudiendo ser la causa de los apagones eléctricos. El 26% de los usuarios piensan que los apagones son causados por eventos naturales, como la caída de árboles, fuertes vientos y lluvias, pero son datos que no pueden asegurar.

Palabras clave Distribución eléctrica, voltaje, fluido eléctrico.

Abstract The province of Bocas del Toro has two hydroelectric plants that generate electricity for the entire Panamanian population. However, in this province there are constant blackouts, so this research has been developed with the objective of identifying the problems in the electrical distribution network in the district of Changuinola, province of Bocas del Toro. This study has a quantitative approach, because it uses data collection based on numerical measurement and statistical analysis. The research design is non-experimental, prospective and transversal. A questionnaire of five questions was applied to a sample of 380 users, with a confidence level of 95% and a margin of error of 5%. The data was analyzed obtaining the following results: 42% of the users of electric power affirmed that they suffer from electric blackouts five times per month, and that due to the blackouts the material losses are around 26%. 26% of users indicate that the cables are old and may be the cause of the electrical blackouts. 26% of users think that the blackouts are caused by natural events, such as falling trees, strong winds and rains, but they are data that cannot ensure.

Keywords Electrical distribution, voltage, electric fluid.

* Corresponding author: vanessavvs@gmail.com

1. Introducción

La República de Panamá, así como casi la totalidad de los países latinoamericanos, han pasado en el siglo XX, por una evaluación de la administración y estructura del servicio público de electricidad, desde la formación de pequeñas empresas privadas aisladas, seguido por la nacionalización y estatización con la empresa Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) [1].

En la mayoría de los países, el suministro eléctrico comercial se abastece a través de redes nacionales, que interconectan numerosas estaciones generadoras a las cargas. En Perú [2], se está discutiendo y desarrollando la definición de mecanismos reguladores y condiciones técnico-económicas de conexión de generación distribuida, para lograr que los usuarios finales con bajo consumo de energía tengan menos incentivos para convertirse en prosumidores, debido a la existencia de una tasa subvencionada.

Según [3], en los sistemas de distribución interesan la confiabilidad de operación, para mejorar el servicio a los clientes y evitar multas, y la confiabilidad de planificación, para diseñar redes eléctricas con poca probabilidad de falla

La República de Panamá que cada día avanza y se vuelve más tecnológico; se ha vuelto más dependiente de la disponibilidad continua de suministro eléctrico [4]. En Panamá el suministro eléctrico comercial y residencial se abastece de una red nacional de distribución centralizada dirigida por el Centro Nacional de Despacho, el cual, es una dependencia de la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.(ETESA). Esta se encarga de coordinar las operaciones y las transacciones que se dan entre los participantes del mercado mayorista de electricidad.

La red de distribución debe abastecer las necesidades básicas nacionales de iluminación, calefacción, refrigeración, aire acondicionado, transporte y residenciales, así como el abastecimiento crítico a comunidades gubernamentales, industriales, financieras, comerciales, médicas y de comunicaciones. El suministro eléctrico comercial literalmente le permite al mundo moderno funcionar a paso acelerado. La sofisticada tecnología ha penetrado profundamente en los hogares e instituciones gubernamentales y no gubernamentales, y la llegada del comercio eléctrico está cambiando continuamente la forma en la que se interactúa con el resto del mundo.

Los sistemas de distribución constituyen una parte fundamental en la prestación y en el aseguramiento de la calidad del servicio eléctrico. Considerando los cuatro (4) procesos fundamentales como la generación, transmisión, distribución y comercialización, los sistemas de distribución son los que contabilizan la mayor cantidad de activos instalados siendo estos la longitud de línea, número de estructuras de soporte, elementos de maniobra y transformadores, entre otros [5].

El distrito de Changuinola se encuentra ubicado a 332.9 km lineales y más de 600 km de carretera a partir del kilómetro cero, de la Ciudad de Panamá (Changuinola Coordenadas GPS: 9.43,-82.52 - Ciudad de Panamá Coordenadas GPS: 8.9936,-79.51973) [6], en donde se ubica el Centro Nacional de Despacho (CND). En el CND comienza el proceso de distribución de energía eléctrica a todas las partes del país. Con el avance de las tecnologías, la mayoría de los equipos eléctricos y electrónicos de uso doméstico e industrial son más vulnerables a variaciones de los parámetros de alimentación. Por ende, la calidad de la energía y la continuidad en el servicio de suministro, deben regirse bajo principios de confiabilidad.

En el distrito de Changuinola se sufre a diario de interrupciones y fallas en las líneas de distribución y trasmisión de energía eléctrica, siendo estas causantes de pérdidas económicas y sociales asociadas a los factores característicos de la energía eléctrica.

El gobernador de la provincia de Bocas del Toro, Ubaldo Vallejos [7], asegura que el problema del suministro de energía es delicado, sin embargo, en conversación con el gerente general de la OER, se concluyó que de los fondos del gobierno central se asignarían 300 mil dólares para la compra de equipos como transformadores, cables y herramientas para que los técnicos puedan realizar sus labores de manera segura [8].

A partir de la investigación desarrollada se busca identificar la problemática causante de los fallos en la discontinuidad en el servicio eléctrico en Changuinola, por lo cual, surge la siguiente interrogante, ¿Cuál es la problemática en la red de distribución eléctrica en el distrito de Changuinola?, considerando así, el siguiente objetivo: Identificar las posibles causas de las fallas e interrupciones en la red de distribución eléctrica en el distrito de Changuinola.

2. Materiales y Métodos

2.1 Tipo de estudio

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías [9]. El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede "brincar" o eludir pasos.

El diseño de investigación es no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente variables, es sistemática y empírica en donde las variables no se manipulan. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa, y dichas relaciones se observan tal como se han dado en su contexto natural [9].

Según [9] el tipo de estudio es prospectivo, ya que, está dirigido a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables, y en este caso, las constantes interrupciones y fallas en la red de distribución de energía eléctrica en Changuinola. También es transversal, puesto que, se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único [9]. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado; es como "tomar una fotografía" de algo que sucede.

2.2 Área de Estudio

Esta investigación se desarrolló en el distrito de Changuinola, Provincia de Bocas del toro, República de Panamá, ver figura 1.

Bocas del Toro es una provincia de Panamá y su capital es la ciudad homónima de Bocas del Toro. Tiene una extensión de 4 5843,9 km², una población de 125,461 habitantes (2010) y sus límites: al norte con el Mar Caribe, al sur con la provincia de Chiriquí, al este y sureste con la Comarca Ngäbe-Buglé, al oeste y noroeste con la provincia de Limón de Costa Rica; y al suroeste con la provincia de Puntarenas de Costa Rica. La provincia incluye la isla Escudo de Veraguas que se encuentra

en el Golfo de los Mosquitos y separada del resto por la Península Valiente [10].

Figura 1. Mapa de la Provincia de Bocas del toro. Fuente: [6].

2.3 Unidad de análisis y observación

La unidad de análisis fue el distrito de Changuinola, y la unidad de observación fueron los moradores y consumidores de las áreas de El Empalme, El Silencio, Finca 6, Finca las 60, Finca las 30 y Guabito.

2.4 Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por 31,223 individuos, y la muestra de 380 usuarios de energía eléctrica del distrito de Changuinola, con un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%.

2.5 Variables de estudio

La variable de estudio es la problemática en la red de distribución eléctrica. El Sistema de Distribución de Energía Eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es dotar de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente).

Los elementos que conforman la red o sistema de distribución son los siguientes:

- Subestación de distribución: conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión (o subtransmisión) hasta niveles de media tensión para su ramificación en múltiples salidas.
- Circuito primario.
- Circuito secundario [11].

2.6 Métodos e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se desarrolló utilizando la técnica de la encuesta, y como instrumento el cuestionario.

El cuestionario fue validado por un comité de expertos tomando como base las posibles causas de las fallas del fluido eléctrico. Por otro lado, se midió su confiabilidad utilizando *Alpha de Crombach*, y un valor mínimo aceptable de 81. Además, se midió la confiabilidad para algunos ítems con la prueba *test retest*, en donde los valores se encontraron arriba de 81, aceptando las preguntas con los ajustes solicitados. El cuestionario fue aplicado durante el mes de junio del 2018 a consumidores de energía eléctrica mayores de 18 años.

2.7 Análisis de datos

Los datos fueron procesados con ayuda del Programa SPSS versión 25, con el cual, se realizó un análisis descriptivo de la variable principal, obteniendo tablas de frecuencia y gráficos de barras, que permitieron hacer explicaciones claras sobre la problemática presentada.

Figura 2. Aplicación de encuestas a moradores de Changuinola.

3. Resultados y discusión

Después de haber aplicado el cuestionario y analizado los datos, los resultados se muestran a continuación:

En la figura 3 se observa que el 30% de las personas afirman que se les interrumpe el fluido eléctrico una vez por mes, 42% señaló que sufre de apagones eléctricos cinco veces por mes y en un menor porcentaje de 28% explican que se va el fluido eléctrico más de cinco veces al mes.

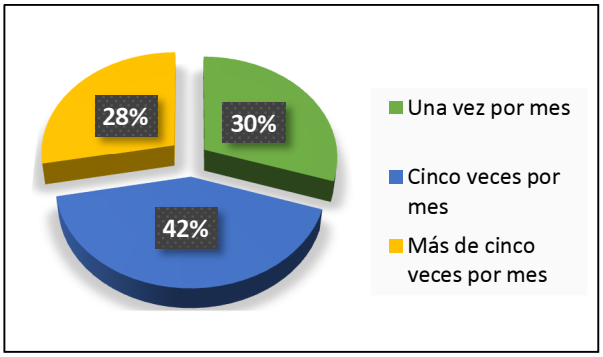


Figura 3. Frecuencia de las interrupciones del fluido eléctrico en el distrito de Changuinola

Se sabe que cuando se presentan muchas interrupciones en el fluido eléctrico, los electrodomésticos tienden a sufrir daños, por lo cual, se quiso preguntar a la población si han sufrido pérdidas materiales debido a este fenómeno [12]. El resultado de las encuestas señaló que en el 74% de las personas no han tenido pérdidas materiales y un 26% dijo que sí han tenido pérdidas en sus electrodomésticos (figura 4). Esto, según explican, se traduce en pérdidas que sufren, porque los alimentos se descomponen y muchos aparatos eléctricos se dañan, dijo Venancio Caballero, presidente de la Cámara de Comercio de Changuinola [8]. Agregó el empresario que en el mencionado distrito hay 1,229 empresas, lo que constituye el 58% del total existente en la provincia, que de manera global tiene 2,032 [7]. Como es de notar la falta de un buen servicio no solo afecta a la población con viviendas sino a los comerciantes debido a que ellos tienen materiales que se pierden y en grandes cantidades.

Estudios de [13], indican que el almacenamiento de energía es indispensable porque la generación de electricidad a partir de energías renovables fluctúa.

Por otro lado, muchas familias, han tenido que salcochar sus alimentos, y consumirlos antes de lo planificado para evitar su pérdida [8].

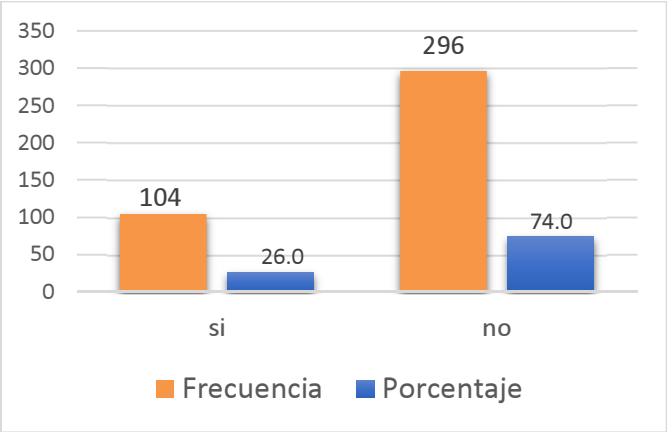


Figura 4. Pérdidas materiales debido a los constantes apagones.

Estudios de [14], explican que los estados deben fomentar y desarrollar las energías alternativas en sus territorios, por un medio ambiente sano y así, atender las necesidades prioritarias de energía de la población, pero sin alterar las condiciones ambientales.

La figura 5 muestra que el 26% de las personas creen que los daños son causados por la naturaleza, lo cual, indica que no tiene nada que ver con la empresa encargada de la distribución eléctrica. El 26% de la población señala que los daños se deben a los cableados antiguos que existen en la actualidad por el área de Changuinola. Un 25% cree que los daños son responsabilidad de aquellas conexiones que se realizan ilegalmente y sin pagar el costo debido de energía eléctrica.

El 16% de la población opinó que las interrupciones son causadas por el hurto de los cables del tendido eléctrico, y el 7% dijo que no sabían las razones de los apagones. Se destaca que el 3 de octubre de 2014, según [15] se registraron lluvias acompañadas de fuertes vientos que provocaron decenas de voladuras de techos en Miramar, Punta Robalo, El Empalme y la Isla Colón. Además, el tránsito en las carreteras Chiriquí Grande hacia Almirante y de Almirante hacia Changuinola, quedó imposibilitado debido a la caída de árboles, provocando fallas en el fluido eléctrico, apoyando las respuestas dadas en esta investigación.

Estos resultados promueven que estudios de [13], integrando redes inteligentes sean implementados, ya que, abarcan la integración de las tecnologías de la información para la infraestructura de la red eléctrica, en donde la gestión está dada en el control de equipos y cargas, en consecuencia, la operación automática del sistema, permite opciones productivas tanto en los operadores de servicios públicos como en los clientes.

Estudios de [16], explican que, para la compañía de distribución de electricidad, la integración de sistemas fotovoltaicos residenciales con una potencia instalada inferior a la calculada se implementaría fácilmente, logrando así minimizar la dependencia de los sistemas de generación eléctricas que presentan muchos problemas de fluctuaciones en las comunidades.

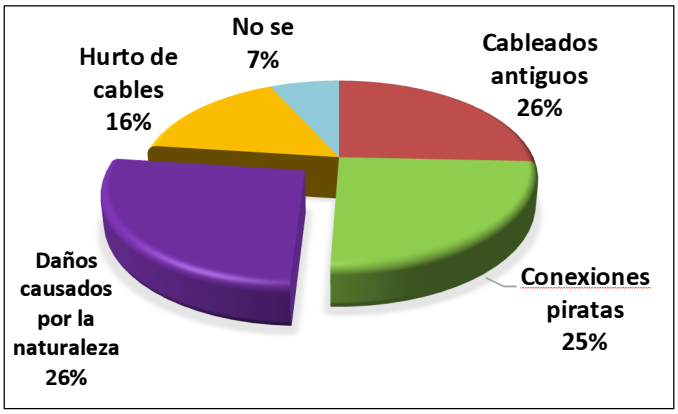


Figura 5. Probables causas de los continuos apagones eléctricos en Changuinola.

4. Conclusiones

Después de haber analizado los datos recolectados y la información obtenida, se puede concluir lo siguiente:

- El 42% de los usuarios de energía eléctrica afirmaron que sufren de apagones eléctricos cinco veces por mes.
- Las personas casi no presentan pérdidas materiales debido a estos constantes apagones (26%).
- El 26% de los encuestados indican que los cableados de sus casas son antiguos, pudiendo ser la causa de los apagones eléctricos.
- El 26% de los usuarios piensan que los apagones son causados por eventos naturales, como la caída de árboles, fuertes vientos y lluvias, pero son datos que no pueden asegurar.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le agradecemos a Dios por permitirnos culminar con éxito esta investigación. A nuestra asesora, la Dra. Vanessa Valdés por su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo.

A la Jornada de Iniciación Científica por la oportunidad y a la población del distrito de Changuinola, quienes colaboraron con las respuestas de los cuestionarios y a nuestras familias por su constante apoyo.

REFERENCIAS

[1] R. O. Argote Ramos, «100 años de historia de los servicios eléctricos en Panamá,» vol. II, nº 1, pp. 17-35, 2003.

[2] E. Inga , M. Campaña y R. Hincapié, «Optimal Sizing of Electrical Distribution Networks considering Scalable Demand and Voltage,» de 2018 IEEE 1st Colombian Conference on Applications in Computational Intelligence , Medellín, 2018.

[3] R. Baeza, J. Rodríguez y J. Hernández, «Evaluación de confiabilidad de sistemas de distribución eléctrica en desregulación,» Revista Facultad de Ingniería, U.T.A., vol. XI, nº 1, pp. 33-39, 2003.

[4] T. Horsley y J. Seymour, «Los siete tipos de problemas en el suministro eléctrico,» APC by Schneider Electric, vol. 18, nº 1, pp. 2-5, 2016.

[5] R. Acevedo, «Desarrollo de la ingeniaería de sistemas de distribución como base para la modernización de empresas de servicio eléctrico,» II CONGRESO VENEZOLANO DE REDES Y ENERGÍA ELÉCTRICA, 2009.

[6] Distancia.km.net, «Distancia entre Changuinola y Ciudad de Panamá,» Programado por IGI., [En línea]. Available: http://distancia.1km.net/pa/changuinola/pa/panama/. [Último acceso: 20 Mayo 2019].

[7] U. Vallejos, Interviewee, Gobernador de la provincia de Bocas del Toro. [Entrevista]. 18 Abril 2018.

[8] L. Machuca, «Se complica problema con sistema eléctrico en Bocas,» Panamá América S.A., 5 Febrero 2015.

[9] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, México: McGrawHill Education, 2015.

[10] Wikipedia, «Wikipedia,» WikiMedia project, 30 4 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Bocas_del_Toro . [Último acceso: 13 Mayo 2018].

[11] M. C. Castro, «Wikipedia,» WikiMedia Project, 17 Marzo 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica&action=history. [Último acceso: 13 Mayo 2018].

[12] L. M. G., «Se complica problema con sistema eléctrico en Bocas,» Panamá América, Cinco Febrero 2015.

[13] V. Gómez, C. Hernández y E. Rivas, «Visión General, Características y Funcionalidades de la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid),» Información tecnológica, vol. XXIX, nº 2, pp. 89-102, 2018.

[14] A. Bello y D. Paez, «Estudio de viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares Para puestos de salud en Colombia,» Facultad de Ingeniería, Bogotá, 2018.

[15] B. Lassonde, «Tempestad,» El Siglo, 3 Octubre 2014.

[16] A. Rios Villacorta, J. Luyo Kuong y D. Humpire Mojonero, «Impact Assessment of Net Metering for Residential Photovoltaic Distributed Generation in Peru,» International Journal of Renewable Energy Research, vol. VIII, nº 3, pp. 1200-1207, 2018.

Aprovechamiento de la energía solar para mejorar las condiciones sociales de la comunidad de Loma Muleto, Bocas del Toro

Use of solar energy to improve the social conditions of the community of Loma Muleto, Bocas del Toro

Tamar Jimenez[1], Luis Silva[1], Miguel Fernández[1], Vanessa Valdés[2]*
[1] Licenciatura en Sistemas Eléctricos y Automatización- Centro Regional de Bocas del Toro- Universidad Tecnológica de Panamá. [2]Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Bocas del Toro.

Resumen La electrificación rural pretende mejorar las condiciones de vida y disminuir la inequidad social. El problema de la falta de energía eléctrica limita el desarrollo y obstaculiza la mejora del lugar y sus habitantes. Esto priva el desarrollo de las personas en estas áreas. Allí radica la importancia de este tema y sus soluciones que erradiquen la pobreza, la mortalidad infantil, el mejoramiento de la educación, la promoción de la equidad de género, el aumento a la atención medica de calidad y el logro de la sostenibilidad ambiental. En la provincia de Bocas del Toro, y específicamente en la comunidad de Loma Muleto la falta de energía eléctrica es evidente, ya que los lugareños son afectados en su desarrollo con respeto a la educación, la salud, la economía y tareas rutinarias del hogar. Considerando lo anterior, el objetivo es de este trabajo es evaluar el aprovechamiento de la energía solar para mejorar las condiciones sociales de la comunidad de Loma Muleto en la Provincia de Bocas del Toro. La investigación posee un enfoque cualitativo, de diseño no experimental, en donde el tipo de estudio es transversal y descriptivo. La investigación se realizó en el Distrito de Changuinola en la comunidad de Loma Muleto. Se aplicaron entrevistas a moradores de la comunidad sobre factores económicos, actividades cotidianas, educación y su sistema de salud. El análisis de datos demostró que la falta de energía eléctrica es un problema que abarca áreas importantes en la vida de los pobladores de Loma Muleto y que la necesidad de esta es urgente, ya que su ausencia no contribuye al desarrollo de la población.

Palabras clave Energía sostenible, energía renovable, potencial de aprovechamiento, zonas rurales.

Abstract Rural electrification aims to improve living conditions and reduce social inequality. The problem of lack of electricity limits the development and hinders the improvement of the place and its inhabitants. This, in turn, deprives the development of people in these areas, therefore, the importance in the subject and its solutions that eradicate poverty, infant mortality, the improvement of education, the promotion of gender equity, the increase in quality medical care and the achievement of environmental sustainability. In the province of Bocas del Toro, and specifically in the community of Loma Muleto, the lack of electricity is evident, since the villagers are affected in their development with respect to education, health, economy and routine household tasks. Considering the above, the objective of this work is to evaluate the use of solar energy to improve the social conditions of the community of Loma Muleto in the Province of Bocas del Toro. The research has a qualitative approach, of non-experimental design, where the type of study is transversal and descriptive. The research was conducted in the District of Changuinola in the community of Loma Muleto, where interviews were given to residents of the community about economic factors, daily activities, education and their health system. The data analysis showed that the lack of electrical energy is a problem that covers important areas in the life of the residents of Loma Muleto and that the need for it is urgent, since its absence does not contribute to the development of the population.

Keywords - Sustainable energy, renewable energy, potential for use, rural areas.

* Corresponding author: vanessavvs@gmail.com

1. Introducción

Aproximadamente 24 millones de habitantes no tienen acceso de energía eléctrica en áreas rurales y esto priva el desarrollo de las personas en estas áreas. Por ello, es un reto afrontar este problema y erradicar la pobreza que asegure la prosperidad y el desarrollo de las comunidades rurales.

Entre 1990 y 2010, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumentó en 1700 millones. Pero consigo la población mundial también creció y de esta manera la demanda energética accesible [1].

Uno de los problemas que ha ocasionado esto ha sido la economía global dependiente de los combustibles fósiles y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, los cuales han ocasionado cambios drásticos en nuestro sistema climático, y esto trae serias consecuencias a nivel mundial.

En el 2011 más de un 20% de la energía mundial es proporcionada por fuentes renovables, gracias a los esfuerzos de promover energía limpia. Sin embargo, esto no ha impedido que uno de cada siete personas, aún no tenga acceso a la electricidad, ya que la demanda sigue en aumento.

La razón de producir energía renovable en todo el mundo es una eficaz solución, la cual garantizaría el acceso universal de energía eléctrica para el 2030. Para lograrlo, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, la eólica y la térmica.

El problema de la falta de energía en zonas rurales es crítico, debido al déficit de los planeamientos de sus países gobernantes para cubrir la demanda en la regulación de la energía eléctrica. Este problema de compromiso ha hecho que la cobertura no sea la mejor para resolver la problemática de energía eléctrica.

El compromiso de empresas privadas, de los gobiernos nacionales y la cooperación internacional son claves para que se efectúen las soluciones convincentes y convenientes para los habitantes en las áreas rurales y sea un compromiso de ambas partes el progreso de esta.

La política de electrificación para zonas rurales debería ser adaptada según las necesidades de los habitantes, con tarifas que garanticen que los usuarios serán beneficiados. En los países de América Latina y el Caribe utilizan sistemas de generación aislado o micro redes y es importante mencionar, ya que se usan fuentes de generación renovables no convencionales como la energía solar, eólica y biomasa.

Un ejemplo de que el apoyo influye en gran manera es el incremento en Perú con un acceso de energía eléctrica para más de 105,000 usuarios en áreas rurales de bajos ingresos a través de un programa del Banco Mundial, el cual amplió la red eléctrica e instaló un sistema de energía solar. Este proyecto incluyó colegios, hospitales, y centros comunitarios [2].

El problema de la falta de energía limita el desarrollo y obstaculiza la mejora del lugar y sus habitantes, por ello la importancia en el tema y sus soluciones que erradiquen la pobreza, la mortalidad infantil, el mejoramiento de la educación, la promoción de la equidad de género, el aumento a la atención médica de calidad y el logro de la sostenibilidad ambiental.

El artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, menciona que la energía eléctrica es vital para diferentes tareas del hogar y para el crecimiento diario de la población. Esto incluye: la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; el desarrollo y prosperidad de una población alimentan también la prosperidad de su país [3] figura 1.

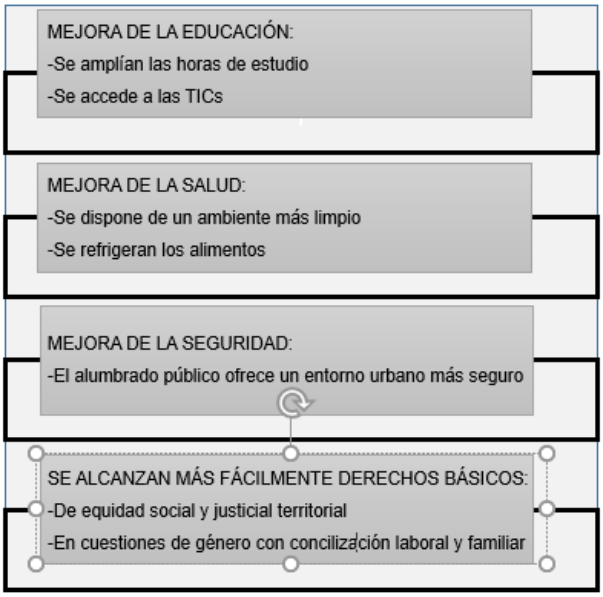


Figura 1. Aspectos valorados por la comunidad con la llegada de servicio eléctrico [4].

La Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 establece también que es imposible tener prosperidad sin los servicios energéticos como, por ejemplo, el derecho al trabajo (artículo 23) en condiciones equitativas y satisfactorias, el derecho a la educación (artículo 26), al desarrollo (1986). Adicionalmente, esta Declaración indica que los estados son los principales responsables de este y quienes deben crear las condiciones favorables para lograrlo [5].

Actualmente, no existe algún tratado internacional que reconozca dicho decreto del derecho al acceso de los servicios energéticos, pero por la necesidad comienzan a surgir iniciativas que propician este interés. Sin embargo, es un hecho que muchos países están muy lejos de lograr este objetivo y que las zonas rurales aisladas son las más afectadas por esta situación.

Considerando lo anteriormente planteado, la pregunta problema de esta investigación es ¿Cómo se puede aprovechar la energía solar para mejorar las condiciones sociales de la comunidad de Loma Muleto? De esta pregunta, se deduce el siguiente objetivo: Evaluar el aprovechamiento de la energía solar para mejorar las condiciones sociales de la comunidad de Loma Muleto en la Provincia de Bocas del Toro.

2. Materiales y métodos

2.1 Tipo y diseño del estudio

La investigación posee un enfoque cualitativo, porque no se sigue un proceso rígido y secuencial donde se pueden desarrollar hipótesis y preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos para desarrollar la investigación, la cual tiene una gran amplitud en su proceso de comprensión pues tiene una riqueza interpretativa [6].

El diseño de investigación es no experimental, ya que, se basa en el desarrollo de un proyecto que soluciona las necesidades de energía eléctrica en áreas rurales de la provincia de Bocas del Toro, ejecutando planes de energía renovable satisfactorias para la población. Por consiguiente, se basa en la adquisición de conocimientos sobre la problemática y sus posibles soluciones [6].

El estudio es transversal, porque los datos se recogieron en un solo momento [5]. Además, es descriptiva porque busca conocer las necesidades de la población en materia de energía eléctrica en un momento dado, y estimar la magnitud y distribución de la problemática a la falta de energía eléctrica [5].

La investigación es descriptiva, ya que, es un método que implica observar y describir el desarrollo del tema donde se conocen las situaciones del problema y describe los datos para que la investigación genere un impacto en las vidas de las personas, y sus poblaciones rurales sean beneficiadas con soluciones a la falta de energía eléctrica. Según Frank Morales [6], una investigación descriptiva consiste, fundamentalmente, en caracterizar una situación concreta en la que se indican sus rasgos más peculiares o diferenciadores. Donde se conocen situaciones, costumbres y actitudes que predominan a través de la descripción exacta de las actividades y las personas.

También es prospectiva, puesto que, los datos de la información fueron recolectados en forma secuencial [6].

2.2 Área de estudio

La investigación se realizó en el Distrito de Changuinola Provincia de Bocas del toro, República de Panamá, figura 2.

Figura 2. Provincia de Bocas del Toro [7].

La provincia de Bocas del Toro, tiene una extensión de 4 5843,9 km², una población de 125,461 habitantes (2010) y sus límites son: Al norte con el Mar Caribe, al sur con la provincia de Chiriquí, al este y sureste con la comarca Ngäbe-Buglé, al oeste y noroeste con la provincia de Limón de Costa Rica; y al suroeste con la provincia de Puntarenas de Costa Rica. La provincia incluye la isla Escudo de Veraguas que se encuentra en el Golfo de los Mosquitos y separada del resto por la península Valiente [8].

2.3 Unidad de análisis y observación

La unidad de análisis fue el Distrito de Changuinola y la unidad de observación fue la población de Loma Muleto, ubicada en la Avenida principal vía Almirante en las siguientes coordenadas: 9.3595575,-82.4909736, 5958m, a 24 minutos de camino en vehículo propio figura 3 y 4.

Figura 3. Localización de la comunidad de Loma Muleto [8].

Figura 4. Entrada a la Comunidad de Loma Muleto.

2.4 Población y muestra

Se trabajó con una muestra intencional de diez personas de la comunidad de Loma Muleto, para dar respuesta a la variable

de estudio. por lo tanto, no se trabajó con una muestra estadística, ya que el estudio posee un enfoque cualitativo.

2.5 Variables

La variable de estudio son las condiciones sociales afectadas por la falta de energía eléctrica en la comunidad de Loma Muleto. A causa de esta problemática se hizo el estudio y diseño de las instalaciones solares fotovoltaicas que permitieron la generación de electricidad para el autoconsumo de una vivienda unifamiliar, sin necesidad de depender de una red eléctrica de suministro, como alternativa exitosa.

La base sobre la cual se fundamenta los actuales sistemas fotovoltaico es el principio fotoeléctrico, mediante el cual las radiaciones de la luz solar se pueden transformar en energía eléctrica. Este efecto tiene lugar en las llamadas células fotoeléctricas, unidad básica que componen los módulos o paneles fotovoltaicos.

La radiación de luz solar se compone por partículas elementales, llamadas fotones. Estas partículas llevan asociada un valor de energía (E), que depende de la longitud de onda (λ) de la radiación.

Basándonos en la alternativa de paneles solares, es necesario la mención de los elementos que componen una instalación fotovoltaica los cuales incluyen distintos equipos, con algunos cálculos que a su vez puedan servir de guía para otras instalaciones

Estructura del sistema para la instalación fotovoltaica para una vivienda la cual pueda satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad figura 5.

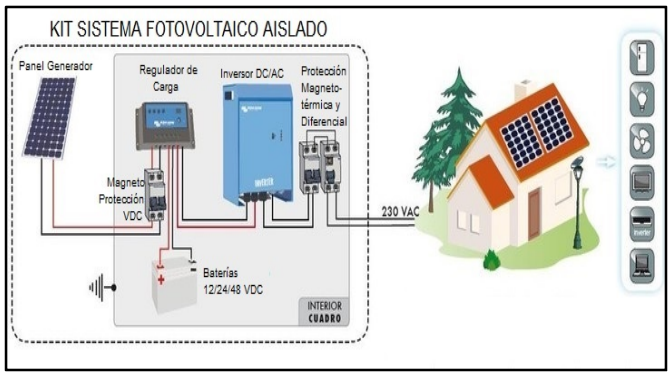


Figura 5. Sistema fotovoltaico aislado [9].

Esquema de instalación

Páneles solares: se encargan de captar la radiación solar y transformarla en electricidad, la cual genera una corriente continua, (CC), también llamada directa (DC).

El número de pánel quedará determinado por la potencia que se necesita suministrar, tomando en cuenta la forma de conexionado, ya sea en serie o paralelo.

Regulador o controlador de carga: se encarga de controlar las cargas de la batería desde los páneles, así como su descarga hacia el circuito de alimentación interior de la vivienda.

Baterías: permiten el almacenamiento de la energía que se produce durante el día con la radiación solar, también permite poder inyectar una intensidad de corriente superior a la que los propios páneles solares puedan entregar, si la instalación de la vivienda lo requiere.

Inversor o convertidor: dispositivo que permite la conversión de la corriente continua (DC) generada en los páneles fotovoltaicos en corriente alterna (AC) para que pueda ser empleada por las personas que habitan la vivienda.

2.6 Métodos e instrumentos de recolección de datos

2.6.1 Recolección de información sobre las condiciones sociales

En el proceso de investigación se utilizó como técnica la encuesta y como instrumento la entrevista, la cual se enfocó en medir los problemas económicos, educativos y de salud causados por la escasez de energía eléctrica en áreas rurales como Loma Muleto figura 6. Este instrumento ayudó a demostrar el impacto que causa la falta de fluido eléctrico en el desarrollo de las actividades diarias de una comunidad.

En el instrumento se tomaron en cuenta factores como la educación, la salud y la economía, como indicadores indispensables para el desarrollo de una población.

Las tres preguntas estructuradas de la entrevista fueron validadas por un panel de expertos en redacción y estilo, además de docentes especialistas en electricidad, en donde, se tomaron las observaciones presentadas para mejorar las mismas.

La entrevista fue aplicada el día 10 de mayo del 2018, en la comunidad de Loma Muleto, a una población de diez personas con edades entre 14 a 80 años.

Figura 6. Entrevista a moradores de la comunidad de Loma Muleto.

2.6.2 Instalación del pánel solar

Los páneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

La inversión realizada en el sistema de pánel solar fue de 1000 dólares el juego completo. Esta inversión será recuperada por el ahorro significativo de energía que representan, en unos cinco años, ya que estos páneles al ser empleados en casas pueden llegar a representar un ahorro de más de 50% con relación a lo consumido en una.

Primero para realizar la instalación del sistema se deben verificar factores como la posición del sol, carga demandada por la vivienda, voltaje de reserva permitido por el banco de baterías continuando con la instalación de las placas solares. Una vez obtenido estos datos, se conectaron las diferentes partes del sistema teniendo un regulador de corrientey batería, inverso de voltaje figura 7.

Figura 7. Instalación de placas solares.

2.7 Análisis de datos

Las respuestas de la entrevista fueron analizadas y agrupadas en categorías que concentran las ideas, conceptos o temas similares, siendo estos, la educación, la salud y la economía. Las mismas fueron colocadas en tablas de análisis cualitativo, para así visualizar más claramente todas las respuestas proporcionadas por los participantes de la investigación.

El panel solar utilizado fue instalado en una vivienda de Loma Muleto para evaluar las ventajas de la familia en sus condiciones sociales.

3. Resultados y discusión

La aplicación de la entrevista a los moradores de Loma Muleto se presenta a continuación figura 8.

Figura 8. Entrevista aplicada a los moradores de Loma Muleto en la Escuela de San Juan, comunidad de Junquito La Gloria. Padres de familia comentan la problemática en la educación por la falta de energía eléctrica.

Los resultados son los siguientes:

|Condiciones sociales

Como se observa en la tabla 1, la falta de energía eléctrica limita el acceso a una educación adecuada, puesto que ellos explican que sin energía eléctrica no pueden estudiar durante las noches, lo que hace que disminuya su aprendizaje efectivo. De allí que, estos resultados coinciden con los estudios de [4] quienes destacan los efectos del desarrollo de la infraestructura y tecnología energética (la solar, por ejemplo), en la calidad de educación, ya que, mejoran las condiciones de estudio y la cantidad de tiempo dedicada por los estudiantes a las tareas escolares.

También, explican que como no hay energía eléctrica las clases son aburridas, porque no hay introducción de tecnología, la cual depende de la energía eléctrica.

Tabla.1. Afectación de la falta de energía eléctrica en la educación de la comunidad de Loma Muleto

Dada la pregunta ¿Cómo afecta la falta de fluido eléctrico a la educación?, los moradores respondieron lo siguiente:
• Es una gran desventaja para los estudiantes de la comunidad, ya que sus esfuerzos son disminuidos por la falta de fluido eléctrico.
• Sin luz es difícil abarcar todo lo necesario para el aprendizaje y profundizar en su desarrollo de manera que garantice una educación al 100%.

• La falta de energía eléctrica conlleva a las escasés de recursos educativos, que ayuden a tener una educación más amplia y con una gama de recursos al alcance de los estudiantes, como el uso de la internet.
• Se necesita del uso de dispositivos que ayuden como por ejemplo la computadora, que faciliten a los estudiantes al aprendizaje.
• Existe mucha deficiencia en el área tecnológica como proyecciones de videos y presentaciones más vistosas.

La tabla 2 muestra el grado de afectación que tiene la salud por falta de fluido eléctrico, en donde las personas de la comunidad de Loma Muleto son afectadas de manera directa, puesto que las soluciones son limitadas y no tienen el privilegio de un sistema de alta calidad y con soluciones generales para los habitantes del lugar. Estos resultados coinciden con los estudios de [4] quienes enfatizan la evolución de las condiciones de salud (recuperación de la capacidad respiratoria y problemas visuales) de las familias como resultado del empleo de electricidad y la disminución del uso de otras fuentes de energía como la leña o el carbón vegetal.

Tabla.2. Afectación de la falta de energía eléctrica en el área de la salud en la población de Loma Muleto

Dada la pregunta ¿Cómo afecta la falta de fluido eléctrico a la salud?, los moradores respondieron lo siguiente:
• La ausencia de energía eléctrica es un problema porque en altas horas de la noche cuando se necesita atención médica nos hemos visto en la necesidad de salir del lugar hasta el día siguiente, ya que la comunidad de Loma muleto se encuentra lejos del Hospital de Changuinola.
• La falta de electricidad provoca problemas para los pacientes con problemas crónicos, como es el caso de uno de los moradores de la comunidad, paciente de pulmonar crónica que necesita terapias respiratorias cuatro veces al día, y la falta de economía le impide viajar formalmente a las citas programadas.
• En cuanto a las medicinas, como no contamos con energía eléctrica, no podemos guardarlas para que no se dañen.

En la tabla 3, se observa que la economía de los moradores de Loma Muleto, también se encuentra afectada, puesto que, no pueden comercializar sus productos agrícolas de una forma eficiente, impidiéndole también la refrigeración de algunos productos incluso para el uso familiar. Esto refuerza las explicaciones de [4] quienes indican que la electrificación rural genera sinergias positivas entorno a la creación de actividades industriales de base agrícola en las zonas rurales figura 9.

Tabla.3. Afectación de la falta de energía eléctrica en la economía de la población de Loma Muleto

Dada la pregunta ¿Cómo afecta la falta de fluido eléctrico a la economía de la comunidad?, los moradores respondieron lo siguiente:
• La falta de energía eléctrica es una desventaja, porque no se pueden almacenar productos como las carnes, los embutidos, las bebidas, etc., que son necesarios diariamente. Esto lleva a una pérdida en los productos que con esfuerzo se pueden comprar. Esto es una pérdida para la economía de la familia.
• El no contar con energía eléctrica impide la comercialización, porque no se pueden tener cerca empresas que aseguren fuente de empleos para la mejora económica de la comunidad en general.
• La falta de energía eléctrica plantea un panorama serio de seguridad entre los residentes del área, ya que en horas nocturnas solo contamos con linternas y velas, lo cual no nos garantiza una seguridad efectiva. Además, ya se dan robos y violación a la propiedad privada.

Figura 9. Centro de acopio de productos agrícolas [7].

3.1 Pánel solar

Al instalar un panel solar a una vivienda de la comunidad de Loma Muleto, se evidencia la satisfacción de los moradores, puesto que los beneficios de las obras de electrificación son positivos por la posibilidad de que niños y niñas puedan ampliar sus horas de estudio hasta la noche. También resaltan un mejor y mayor acceso a la información a través de las tecnologías de la información figura 10.

Además, la energía eléctrica facilita a una vivienda de la comunidad de Loma Muleto facilita el acceso a otros servicios como el agua potable y las comunicaciones. Estos servicios a una familia de la localidad provocan cambios en las formas de vida, y significan un incremento en las posibilidades y oportunidades de los individuos y los colectivos sociales.

Esta satisfacción coincide con los estudios de [4], quienes indican que el acercamiento del suministro eléctrico a las poblaciones alejadas de los centros urbanos no solo mejora sus condiciones de salud y educación, sino que estos servicios se apoyan directamente en la disponibilidad y accesibilidad a la electricidad.

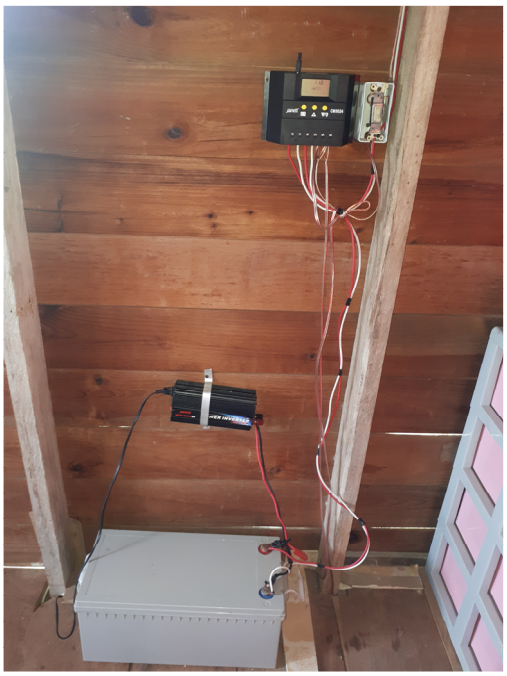


Figura 10. Sistema de generación de energía eléctrica, gracias al pánel solar.

La información obtenida referente a la falta de energía eléctrica en zonas rurales, como es el caso de la comunidad de Loma Muleto, ha demostrado que es de suma importancia resolver dicha situación. Esto es esencial, para el desarrollo en la comunidad y todos sus beneficios, los cuales incluyen la educación, salud, la economía, entre otros, ya que la ausencia de este vital medio no trae ningún avance y hace que el desarrollo sea lento y difícil para los lugareños, que se han visto con carencia en diferentes etapas de su vida y con la necesidad de buscar otros horizontes con mayores oportunidades.

Esta comunidad ha sido postergada por años; por lo que, sus habitantes carecen de los servicios ya mencionados, como la educación la cual requiere de un emprendimiento enriquecedor que lleve al buen mejoramiento y desarrollo a los estudiantes que son el futuro no solo de la comunidad sino del país en general, recibiendo clases completas en todos sus aspectos, que con beneficios eléctricos serían impartidos de manera habitual y sin ningún inconveniente tanto como para el docente como para el estudiante.

4. Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación son las siguientes:

- La falta de fluido eléctrico afecta la educación de los moradores de Loma Muleto, porque sin luz es difícil abarcar y profundizar todo lo necesario para el aprendizaje. Además, limita el acceso a recursos educativos innovadores como el uso de la computadora con acceso a internet.
- La falta de fluido eléctrico afecta la salud, porque a altas horas de la noche no hay atención médica. Los pacientes deben esperar al día siguiente para ser atendidos en Changuinola donde sí hay energía eléctrica y las medicinas no se pueden almacenar, ya que no hay refrigeración.
- La falta de fluido eléctrico afecta la economía, porque no se pueden almacenar productos alimenticios que necesitan refrigeración, no hay empresas que generen ingresos familiares y no hay seguridad por los constantes robos a la propiedad privada.
- Al colocar a una casa de la comunidad un sistema de generación de energía eléctrica gracias a un panel solar, se evidenció la alegría de sus habitantes, puesto que se incrementarán sus posibilidades y oportunidades para mejorar sus condiciones sociales en cuanto a educación, salud y economía, aunque, explicaron que para que sea efectivo debe ser extendido a toda la comunidad.

Algunas de las recomendaciones son:

- Se precisa poner en marcha un sistema productivo eficiente que permita generar soluciones para estos habitantes. Se recomienda crear un programa integral que les asegure la tenencia de recursos que garanticen el desarrollo laboral y la organización comunitaria de sistemas eficaces de producción y accesos a los servicios básicos, que asegure el ingreso adecuado a todos los habitantes que lo requieren.
- Para la electrificación del lugar se ha presentado la alternativa de la instalación de páneles solares. Con este se busca generar la activación del interés y la preocupación del gobierno panameño y otras intuiciones privadas que conlleven a actividades que financien la cobertura de energía eléctrica sostenible, de manera que la comunidad avance en su desarrollo de manera que sea un ejemplo para la expansión a otros lugares donde no existe el servicio de energía eléctrica.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos culminar con éxito esta investigación. A la Doctora Vanesa Valdés, quien estuvo presente en todo momento durante la realización de este trabajo, y a quien nos gustaría expresar nuestro más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio. Además, le agradecemos su paciencia, tiempo y dedicación para que esto saliera de manera exitosa.

A la Jornada de Iniciación Científica por hacernos creer en nosotros para hacer una investigación, y a la población de Loma Muleto por su colaboración, y a nuestras familias por su apoyo.

REFERENCIAS

[1] R. Kaur, "energia asequíble y sostenible," *programas de las naciones unidas para el desarrollo.*

[2] B. Mundial, "Electricidad para las comunidades rurales en el Perú," *Banco Mundial,* 24 septiembre 2014.

[3] N. Unidas, "declaracion universal de los derechos humanos," *Naciones Unidas.*

[4] D. Mendieta and J. Escribano, "Electricidad, desarrollo rural y buen vivir," México, 2015.

[5] L. I. y. J. Eisman, "La electrificación sostenible de zonas rurales aisladas de países en desarrollo mediante microsistemas eléctricos renovables," *cuadernos de energía,* 2009.

[6] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado and P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, Sexta ed., España: McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A, 2014, p. 613.

[7] Galería de Provincias - Panamá.

[8] google maps.

[9] H. R. Galbarro, Instalación solar fotovoltaica para Vivienda, 2018.

[10] Wikipedia, "Wikipedia," WikiMedia project, 30 4 2018. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Bocas_del_Toro. [Accessed 13 Mayo 2018].

Implementación de un Data Mart como una solución de inteligencia de negocios aplicando metodología ágil en base a la plataforma académica MOODLE de la Universidad Tecnológica de Panamá

Implementation of a Data Mart for the MOODLE virtual academic platform as a business intelligence solution applying agile methodology at the Technology University of Panama

*Danitzel Jurado [1], Ramfis Miguelena [2]**

[1] Licenciatura en Tecnología de Programación y Análisis de Sistema, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales – Universidad Tecnológica de Panamá; [2]Departamento de Sistemas de Información, Control y Evaluación de Recursos Informáticos - Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen El presente proyecto consiste en implementar un Data Mart, tecnología que forma parte de la inteligencia de negocios, aplicando metodología ágil BEAM* (Business Event Analysis & Modeling) para el diseño de Data Mart. Los datos utilizados como fuentes de información se obtendrán de la base de datos de la plataforma virtual académica MOODLE de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), con el propósito de optimizar el proceso de extracción y transformación de datos en información relevante y útil que sirvan de apoyo en la toma de decisiones estratégicas a los directivos de la Universidad Tecnológica de Panamá.

Palabras clave Metodología ágil, BEAM*, almacén de datos, Data Mart, inteligencia de negocios.

Abstract The present project consists of implementing a Data Mart, technology that is part of the Business Intelligence, applying agile BEAM * methodology (Business Event Analysis & Modeling) for the design of Data Mart, the data used as information sources will be obtained of the database of the academic virtual platform MOODLE of the Technological University of Panama (UTP), with the purpose of optimizing the process of extracting and transforming data into relevant and useful information that will serve as support in the making of strategic decisions the directors of the Universidad Tecnológica de Panamá.

Keywords Methodology agile, BEAM, data warehouse, Data Mart, business intelligence

* Corresponding author: ramfis.miguelena@utp.ac.pa

1. Introducción

El uso de la inteligencia de negocios es vital en las organizaciones, ya que nos encontramos en la era de la información o era digital, periodo que inició en 1975 y se ha caracterizado, por la recolección y transmisión casi instantánea de grandes cantidades de información y por el auge de las industrias basadas en la información.

En la actualidad la inteligencia de negocios juega un papel importante en la toma de decisiones. Forrester research indicó que solo un pequeño porcentaje de los datos de las organizaciones se convierten realmente en información útil al servicio de una mejor comprensión y toma de decisiones [1].

El propósito de este proyecto es implementar un Data Mart utilizando metodología ágil para explorar y explotar los datos utilizando la tabla de eventos o *logs* que utiliza la plataforma académica MOODLE, con la finalidad de medir el comportamiento de los usuarios (estudiantes y docentes), para la toma de decisiones de los directivos de la UTP.

2. Aspectos Generales

2.1 Antecedentes

Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) conocidos también como Learning Management System (LMS), son aplicaciones que sirven de apoyo en la formación y mejoramiento continuo de los docentes y estudiantes.

Un EVA es "Un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica de manera que el alumno

https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.1.2229

pueda llevar a cabo las labores propias de la docencia como son conversar, leer documentos, realizar ejercicios, formular preguntas al docente, trabajar en equipo, entre otros" [2].

La UTP implementó la plataforma virtual Modal Object Oriented Dynamic Learning Environment (MOODLE) en el año 2001, como método alternativo de enseñanza para profesores y estudiantes, que por compromisos personales y laborales no han podido continuar con su formación universitaria o mantenerse actualizados. Esta plataforma estuvo bajo la administración del centro de investigación UTPVIRTUAL hasta el año 2010, específicamente el 10 de mayo, donde el centro de UTPVIRTUAL se convierte en el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CIDITIC). A partir del segundo semestre del año 2018, la administración de la plataforma virtual MOODLE está a cargo de la Dirección General de Innovación y Tecnología Educativa (DIGITED) [3].

MOODLE, es una plataforma virtual (son aplicaciones orientadas al internet que se utilizan para desarrollar cursos o módulos didácticos en la red internacional), de código libre, desarrollada en el lenguaje PHP (Hypertext Preprocessor-Procesador de hipertexto) basada en una determinada filosofía del aprendizaje, una forma de pensar que a menudo se denomina "pedagogía construccionista social" [4].

Características principales de la plataforma:

- Basada en la pedagogía constructivista social (colaboración, actividades, reflexión crítica, etc.).
- Fue registrado como licencia pública GPL (GNU), es decir es un *software* libre de uso.
- Tiene una interfaz moderna, fácil de utilizar y compatible.
- Apropiada para el 100% de clases en línea.

2.2 Caracterización de la problemática

La plataforma académica virtual MOODLE denominada E-CAMPUS de la UTP, genera una gran cantidad de datos, producto de las interacciones realizadas por los usuarios de la plataforma. Estos datos requieren ser explotados y analizados con el propósito de obtener información útil para generar conocimientos que sirvan de apoyo en la toma de decisiones.

En la actualidad el personal del Centro de Investigación CIDITIC, realiza extracciones de datos para transformarlos en información y entregar resultados para solicitudes específicas que sirven de apoyo para la toma de decisiones, pero el tiempo que se requiere para realizar este proceso no es óptimo ni oportuno, al menos se requiere de una (1) semana para realizar la entrega de la información solicitada.

En la figura 1, se detalla el proceso que realiza el personal del Centro CIDITIC.

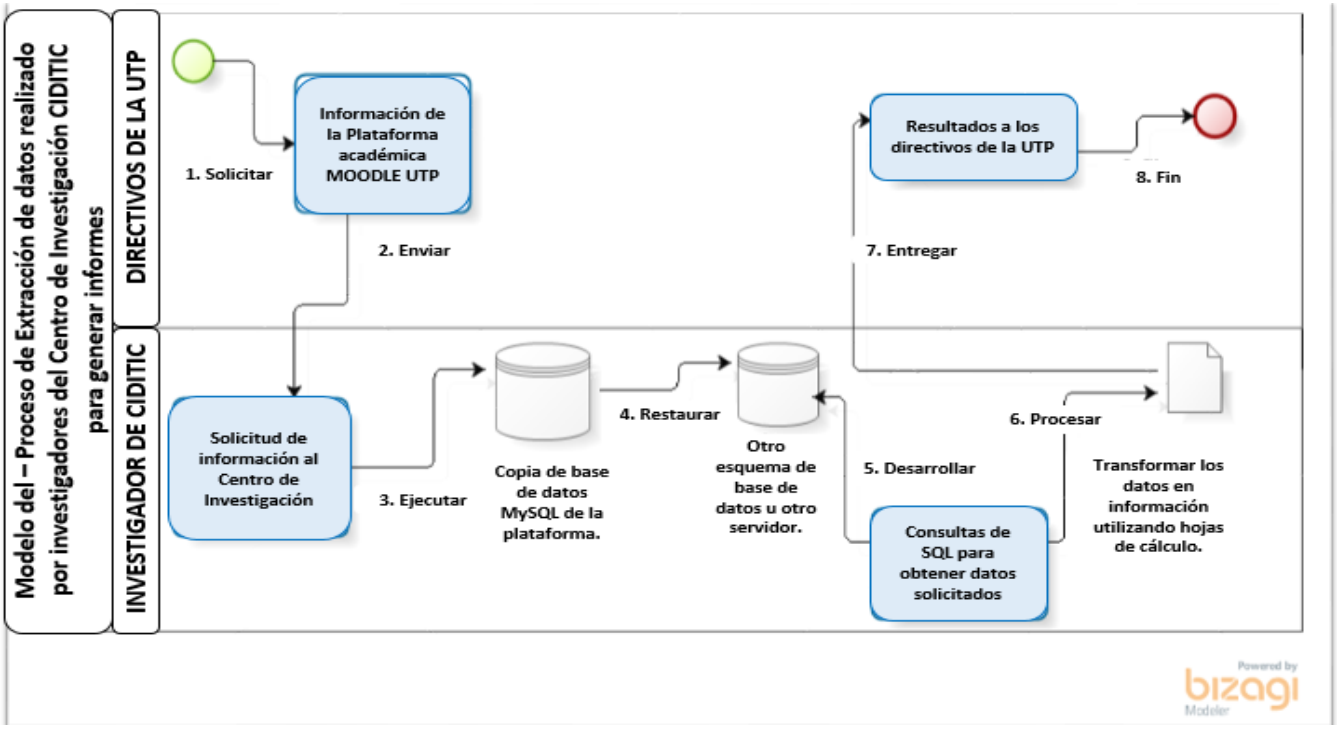


Figura 1. Presenta el modelo del proceso que realiza el personal del centro CIDITIC para extraer datos de la plataforma académica virtual MOODLE UTP y entregar resultados de solicitudes específicas.
Fuente: Elaboración propia.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Implementar un Data Mart aplicando inteligencia de negocio a la plataforma académica MOODLE de la Universidad Tecnológica de Panamá, utilizando metodologías de desarrollo de *software* ágil BEAM*.

2.3.2 Objetivos específicos

- Aplicar los fundamentos de la inteligencia de negocios en el área académica para la toma de decisiones oportunas.
- Analizar la estructura de datos de la plataforma académica virtual de MOODLE para identificar la fuente de datos a utilizar y poder diseñar el modelo lógico del Data Mart.
- Diseñar el modelo lógico para crear el modelo físico del repositorio central del Data Mart.
- Seleccionar la herramienta de extracción, transformación y carga de los datos para automatizar el proceso.
- Construir el Data Mart para centralizar los datos y realizar los informes sin afectar a la base de datos productiva.
- Generar informes en base a la herramienta para obtener información para la toma de decisiones.

3. Materiales de Trabajo

En esta sección se muestra las herramientas y los datos utilizados para la construcción del Data Mart de la plataforma académica MOODLE de la UTP.

- *TOAD for MySQL*: Es una herramienta utilizada por los administradores y analistas de datos para realizar procesos tales como: creación y consultas de tablas.
- *MySQL workbeanch*: Esta herramienta de visualización de diseño de base de datos la cual es utilizada para explorar la base de datos MOODLE en lo que respecta a como están relacionadas las tablas.
- *MySQL*: Es el sistema de gestión de la base de datos de la plataforma MOODLE.
- *PostgreSQL*: Es el sistema de gestión de base de datos relacional donde se implementa el Data Mart.
- *PGADMIN III*: Es una herramienta que se utiliza en la administración de la base de datos PostgreSQL.
- *Pentaho*: Herramienta de inteligencia de negocio para extraer, transformar y carga de los datos de las diferentes tablas de MOODLE que conforman el Data Mart.
- *Qlikview*: Herramienta de visualización que permite el acceso a la información del Data Mart y facilita el análisis de los datos de MOODLE.
- Acceso a los datos. Los datos utilizados para realizar el Data Mart corresponden a la capacitación realizada en el verano del 2018 en la plataforma académica MOODLE – E-campus y fueron alterados para proteger la información de los docentes y estudiantes de la UTP.

4. Metodología para el desarrollo del modelo de datos

Mediante la metodología ágil Beam* (Business Event Analysis & Modeling) realizamos una serie de eventos y acciones para realizar el modelo de datos ver figura 2 [5], [6].

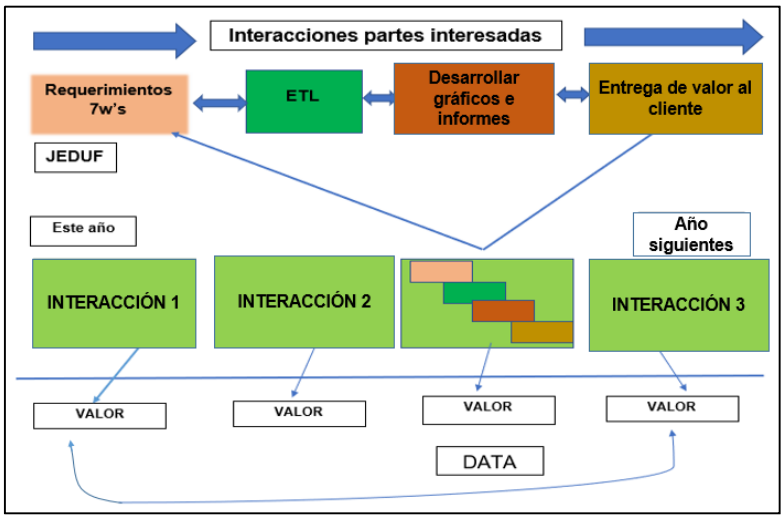


Figura 2. Representación gráfica del modelo BEAM*.
Fuente: Agile Data Warehouse Design. L. Corr and J. Stagnitto.

BEAM* usa las *7W's, who, what, when, where, how many, why, and how* para descubrir, modelar datos y detalles de los eventos. Cada *7w's* se utiliza para construir preguntas o frases que pueden ser utilizadas en las entrevistas con las partes interesadas del negocio, realizar análisis de las fuentes de los datos, realizar las consultas requeridas para desarrollar las transformaciones de los datos, diseñar el modelo dimensional lógico y físico, realizar las extracciones, desarrollar los tableros de control como resultados y presentarla a los tomadores de decisiones, como se muestra en la figura 3 [5].

7W's	Descripción	Ejemplos
WHO - Quién	Personas y organizaciones	Colaboradores, clientes
WHAT - Qué	Cosas	Productos, servicios
WHEN - Cuándo	Tiempo	Calendario, tiempo del día
WHERE - Dónde	Localización	Tienda, hospital,entregas y direcciones
WHY - Por qué	Razón y casualidad	Promoción, estado del tiempo
HOW MANY - Cuántos	Id de las transacciones y códigos de estados	#ordem, estados de llamadas
HOW - Cómo	Medidas e indicadores	Cantidad, ventas

Figura 3. Ejemplo *7w's* para identificar las dimensiones y tablas de hechos.
Fuente: Agile Data Warehouse Design. L. Corr and J. Stagnitto.

5. Resultados

5.1 Implementación primera iteración

Para realizar la primera iteración como solución a la implementación del modelo se realizó los siguientes pasos:

5.1.1 Especificación de requerimientos

Se realizaron entrevista al personal investigador del Centro de Investigación CIDITIC con la finalidad de encontrar respuestas a las *7w's* y poder realizar el modelamiento lógico y físico de los datos. Los informes solicitados en la primera interacción son:

- Cantidad de eventos realizados en determinado periodo (año, semestre, mes) clasificado por tipo de acción realizada.
- Total, de eventos por semestre
- Cantidad de eventos realizados clasificando el IP de conexión.
- Top de usuarios que utilizan la plataforma.

5.1.2 Resultados de entrevista identificando las *7w's*

Como resultado de las entrevistas (ver figura 4), con las partes interesadas surgieron preguntas como:

¿Quién utiliza la aplicación?
¿El propósito de utilizar la aplicación?
¿Dónde o desde dónde se accede al aplicativo?

7W's	Descripción
WHO - Quién	Usuarios
WHAT - Qué	Cosas
WHEN - Cuándo	Año, semestre, trimestre, mes, día, hora
WHERE - Dónde	Clasificación de IP
WHY - Por qué	No se identificó
HOW MANY - Cuántos	No se identificó
HOW - Cómo	No se identificó

Figura 4. *7w's* identificadas para modelar las dimensiones y tablas de hechos para la primera iteración.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Modelo lógico de datos

Como resultado de la entrevista al personal investigador del Centro CIDITIC y el análisis realizado en la estructura de base de datos de la plataforma académica se diseñó el modelo lógico para esta primera iteración ver figura 5.

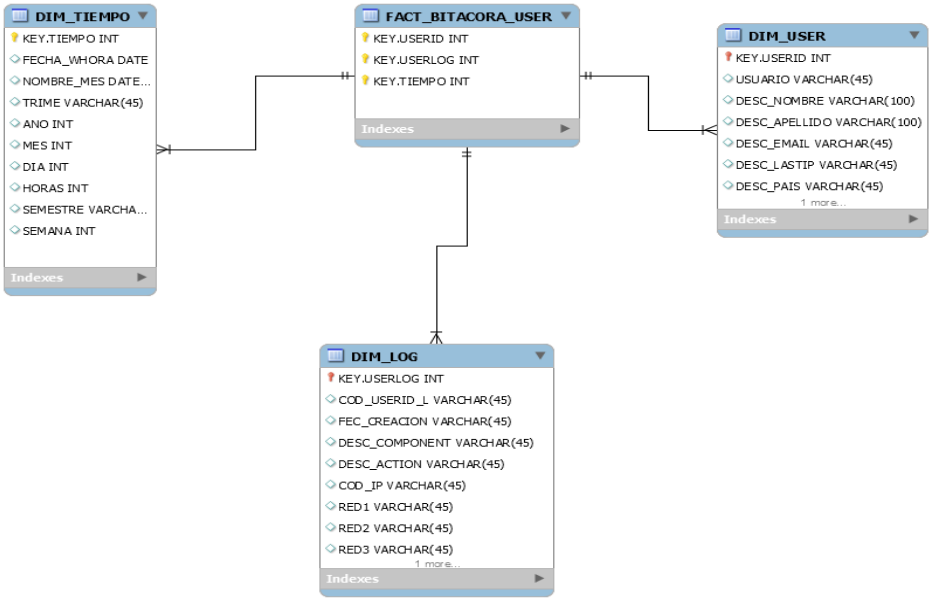


Figura 5. Modelo lógico de datos primera interacción.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Desarrollo del ETL – Extraer – Transformar y cargar

Para este proceso se utilizó la herramienta de código libre *Pentaho* (KETTLE), herramienta utilizada para automatizar y monitorear los procesos de ETL y el motor de base de datos utilizado para almacenar los datos fue *POSTGRESQL*.

Se identificó como fuente de datos en la base de datos de la plataforma MOODLE las siguientes tablas: MDL_USER, MDL_LOG_STANDARD.

Para cargar el modelo lógico de datos, se realizaron transformaciones o extracciones de información por medio de consultas SQL y a su vez un mapeo de datos para garantizar la integridad de la información. La Dimensión de tiempo y la tabla de hechos se obtiene de los datos previamente cargados en la dimensión del *log* del repositorio central de *PostgreSQL* (ver figura 6).

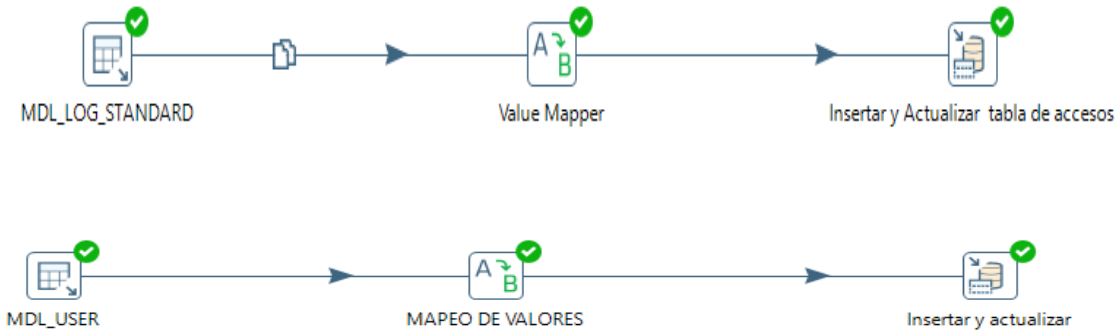


Figura 6. Ejemplo de transformación realizada en *Pentaho* (KETTLE) de la tabla de usuarios y la tabla MDL_LOG_STANDARD de la plataforma académica MOODLE.
Fuente: Elaboración propia.

Estas transformaciones fueron incluidas en el *job* de la herramienta de *Pentaho* (KETTLE) con el propósito que se ejecute en un orden específico y de forma automática la actualización de nuestro repositorio de datos en *PostgresSQL* (ver figura 7).

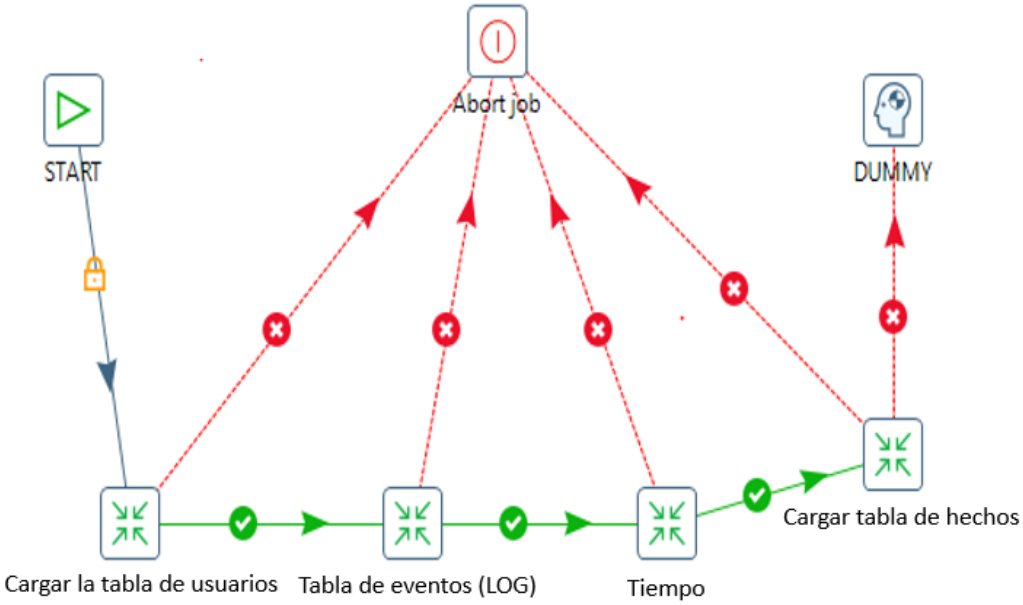


Figura 7. Transformaciones de carga de datos para las tablas de dimensiones y tabla de hechos que corresponde a los procesos requeridos para realizar la primera entrega de valor al cliente.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 Visualización de datos entrega de valor al cliente

La visualización de datos es una representación gráfica de información y datos.

La herramienta utilizada para la visualización de datos es *Qlikview*, la cual es una herramienta de visualización que permite el acceso a diferentes fuentes de datos y facilita el análisis de los datos. Sus tipos de licencia son: *Personal Edition* con acceso ilimitado, *Enterprise Edition* y Licencias gratis para docentes, estudiantes e investigadores.

- **Presentación inicial**

Aquí se muestra la aplicación que incluye las fechas de creación, última modificación y recarga del modelo (ver figura 8).

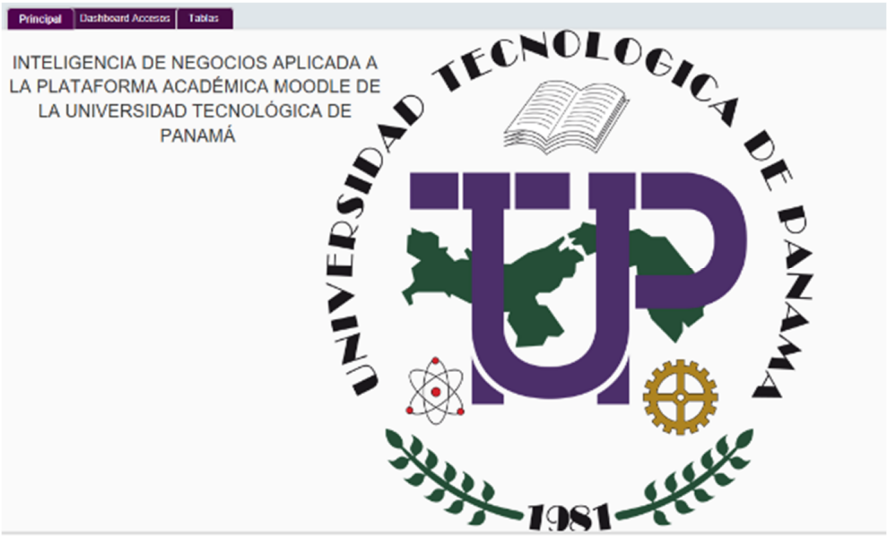


Figura 8. Visualización de la pantalla inicial de la aplicación de *Qlikview.*
Fuente: Elaboración propia.

5.1.6 Tablero de Mando o *Dashboard*

Aquí se establecen las métricas como resultado del análisis de los requerimientos de los usuarios y así los decisores puedan tomar decisiones, oportunas y estratégicas.

Las mediciones incluidas en el tablero de mando son: clasificación de los eventos por dirección de IP, para realizar esta clasificación, el Centro de Investigación indicó método para obtener la información solicitada. Adicional se incluyeron cantidades de eventos por acción, eventos por un determinado periodo entre otros (ver figura 9).

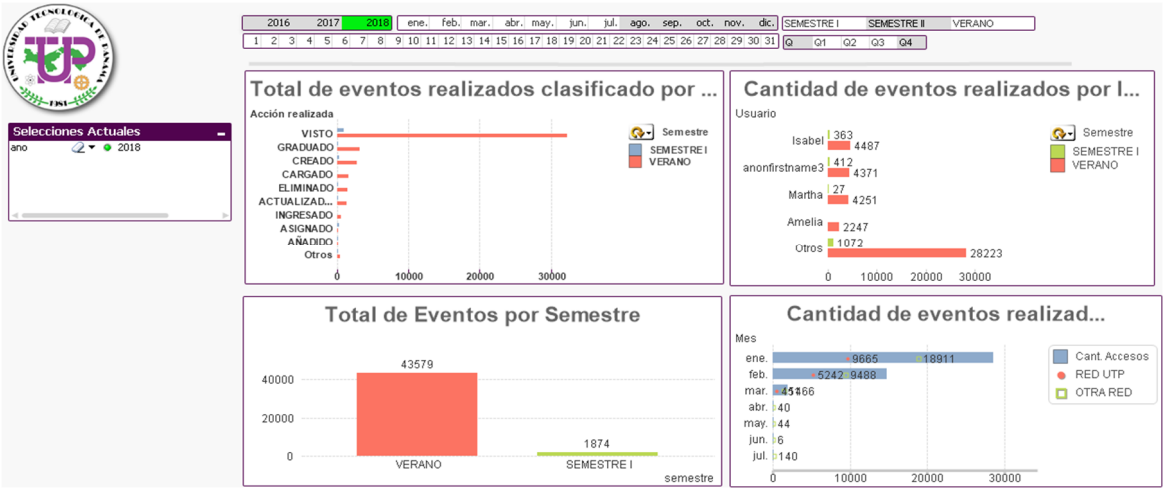


Figura 9. Tablero de mando de la primera entrega de valor al cliente, se abarcan cuatro gráficos.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.7 Informes

Se presentan los datos en valores numéricos con el propósito de ser utilizado para los análisis de información al detalle para realizar otras mediciones no establecidas que un personal operativo de la UTP así lo requiere (ver figura 10).

Se adicionaron los siguientes informes:

- Cantidad de eventos realizados por los usuarios en un determinado periodo.
- Cantidad de eventos clasificados por tipo de acción y periodo.
- Cantidad de eventos por mes clasificados por IP.

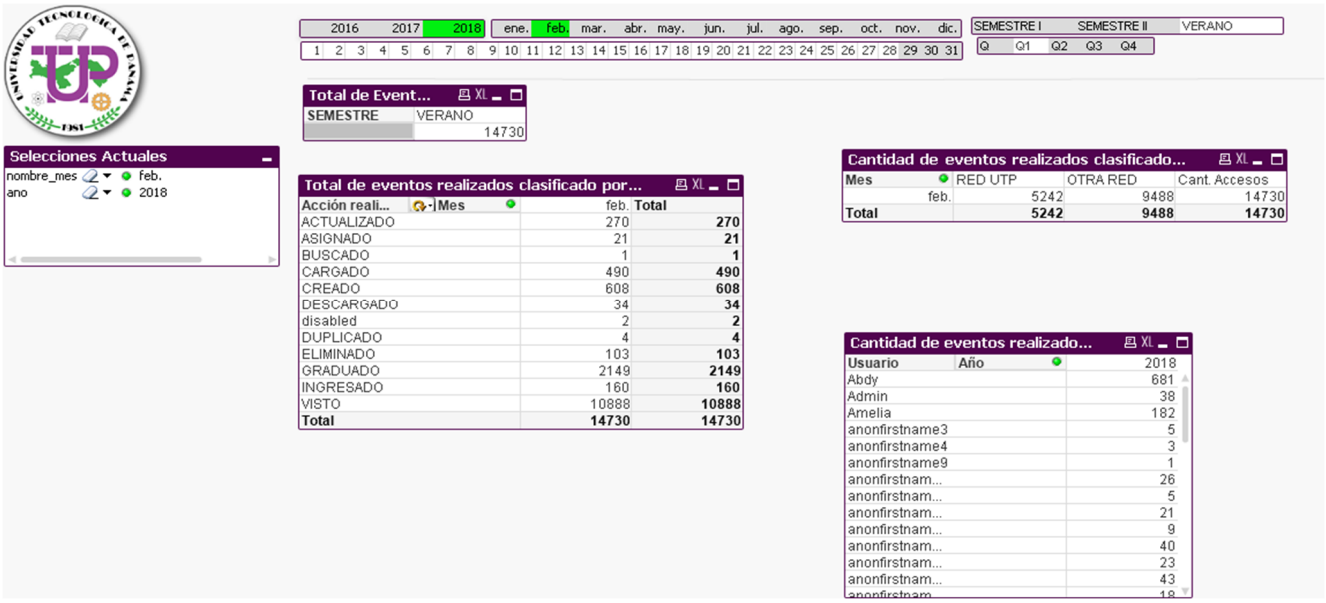


Figura 10. En esta pestaña mostramos los informes en forma de cuadro de tablas.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Resultados - Implementación segunda iteración

5.2.1 Especificación de requerimientos

Se realizó entrevista al personal investigador del Centro CIDITIC con la finalidad de encontrar respuestas a las *7w's* (ver figura 11), y poder realizar el modelamiento lógico y físico de los datos para la segunda iteración. Los informes solicitados son los siguientes: cantidades de usuarios por ciudad, país y rol. Además, se solicitó informes por eventos, hora y grupo.

5.2.2 Resultados de entrevista identificando las *7w's*

Como resultados de las entrevistas surgen las siguientes preguntas:

¿A qué grupos pertenecen los usuarios?

¿Qué rol tienen los usuarios?

7W's	Descripción
WHO - Quién	Usuarios
WHAT - Qué	Acción (visto, enviado, enviado), rol, grupos
WHEN - Cuándo	Año, semestre, trimestre, mes, día, hora
WHERE - Dónde	Clasificación de IP, ciudad, país
WHY - Por qué	No se identificó
HOW MANY - Cuántos	eventos realizados en un determinado periodo, eventos por usuarios.
HOW - Cómo	No se identificó

Figura 11. *7w's* identificadas para modelar las dimensiones y tablas de hechos para la segunda iteración.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Modelo de datos lógicos

Como resultado de la segunda entrevista realizada a las partes interesadas se definió el siguiente modelo de datos (ver figura 12).

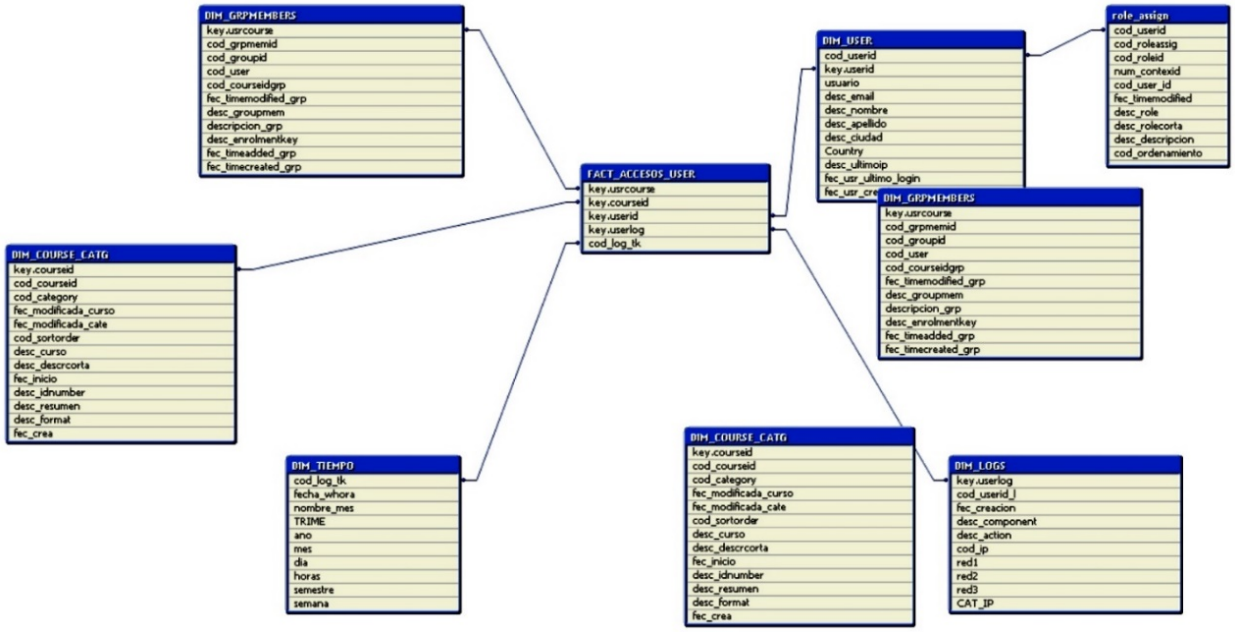


Figura 12. Modelo lógico de datos segunda iteración.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Desarrollo del ETL

Para la segunda iteración utilizamos el procedimiento utilizado en la iteración 1 y se le adicionó las transformaciones de grupo y rol para la iteración 2.

El *job* que se muestra en la figura 13, el recorrido en color verde detalla la ejecución satisfactoria de cada una de las transformaciones del modelo para actualizar el repositorio de *PostgreSQL* donde se encuentra el modelo de datos.

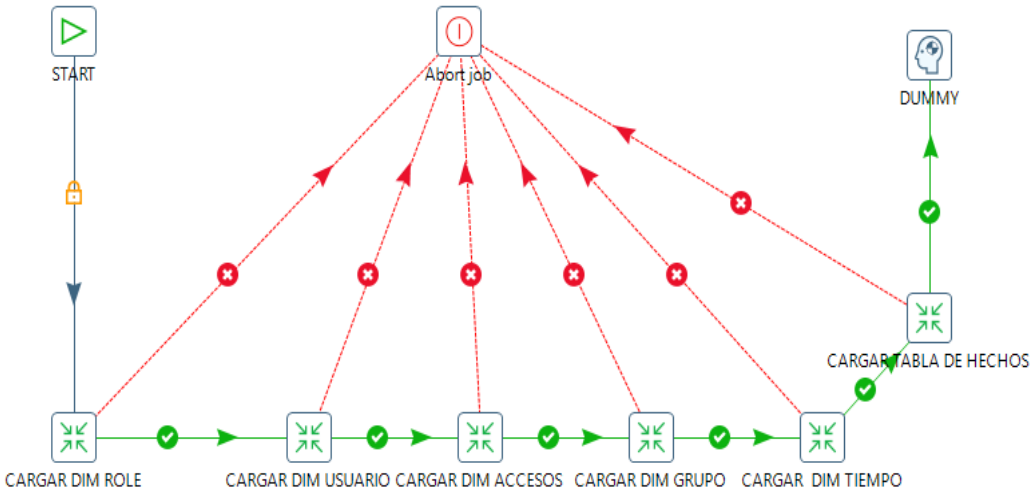


Figura 13. Ejemplo de transformación realizada en *Pentaho* (Spoon.bat) de la tabla de usuarios y la tabla MDL_ROLE de la plataforma académica MOODLE.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Visualización de datos entrega de valor al cliente

Se reutiliza el modelo inicial y se añaden nuevas mediciones que generan valor a los altos directivos de la UTP, como se muestra en la figura 14 del tablero de mando o *Dashboard* donde se adicionan otros gráficos, tales como: cantidad de usuarios registrados clasificados por rol, clasificación de usuarios por ciudad y país en donde se puede observar que esos datos no están siendo ingresados en la plataforma y la universidad requiere evaluar cual es la importancia de obtener ese dato y realizar planes de acciones para que esos datos sean ingresados en el momento de crear los usuarios. Además, podemos generar otros informes tipo numéricos en forma de tablas como se muestra en la figura 15.

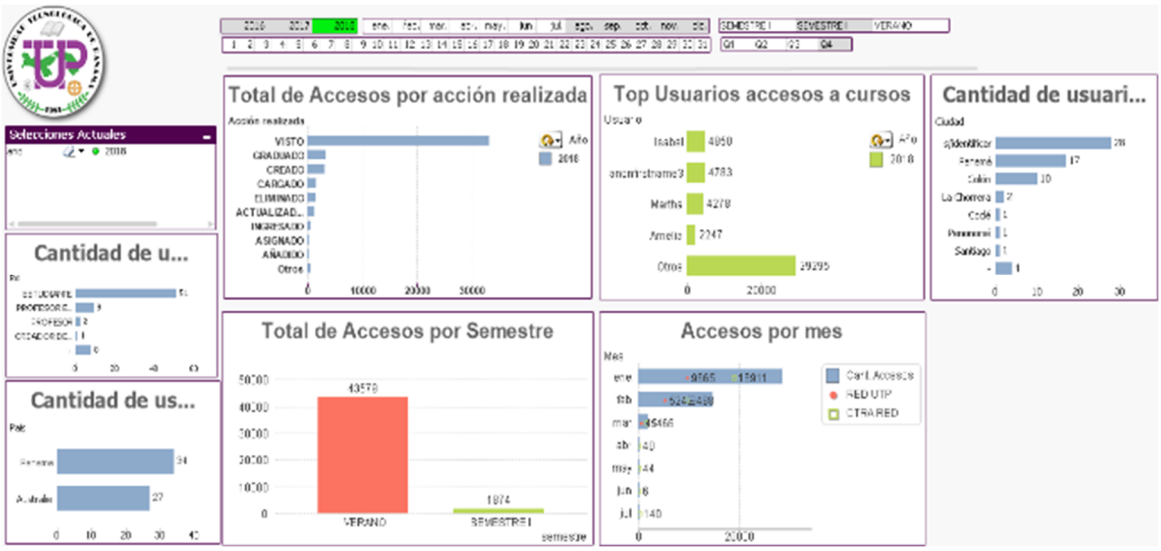


Figura 14. Tablero de mando primera entrega de valor al cliente.
Fuente: Elaboración propia.

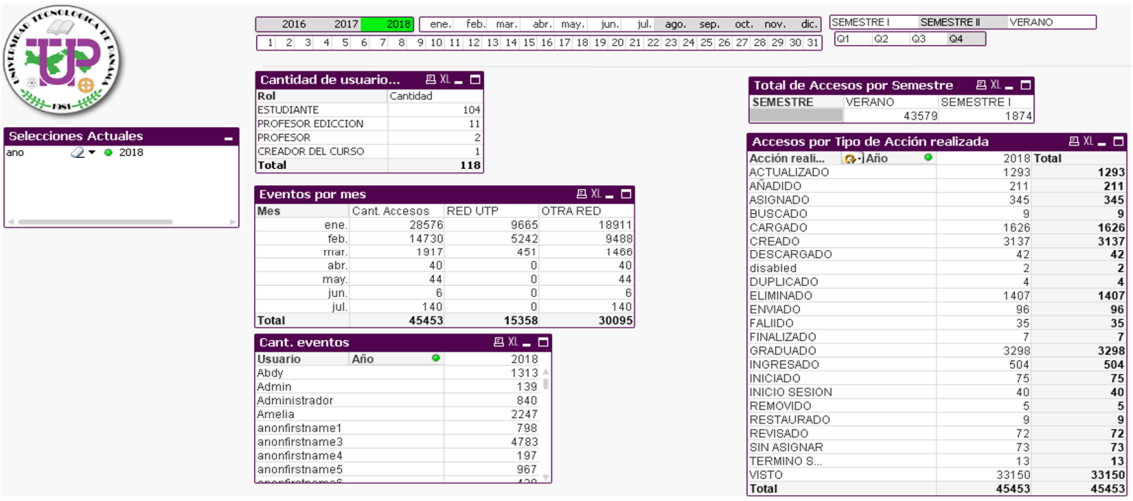


Figura 15. Informes en forma de tablas.
Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones y recomendaciones

La UTP está realizando esfuerzos para alcanzar la meta de ser la Universidad de referencia a nivel nacional y regional en el tema de educación virtual. Por consiguiente, una solución de inteligencia de negocios aplicada a la plataforma académica MOODLE, permitirá obtener información precisa y oportuna que sirvan de apoyo en la toma decisiones y la búsqueda del mejoramiento de la calidad en la gestión y la acreditación universitaria, basadas en antecedentes históricos o de lo que está sucediendo en el periodo vigente.

La inteligencia de negocios es una solución que debe ser utilizada en diferentes sectores tales como: académico, salud, instituciones gubernamentales, banca, financieras, entre otras, considerando que los datos hoy en día son los activos más valiosos que tienen las organizaciones convirtiendo los datos para transformarlos en información estratégicas para la toma de decisiones.

Con la implementación de un Data Mart, como solución de inteligencia de negocios, se mejora los costos de los procesos administrativos de la UTP, existirá un aumento de satisfacción de los usuarios al tener procesos de negocios automatizados para generar indicadores y gráficos de manera más rápida, siempre y cuando se seleccione las herramientas de inteligencia de negocio para generar el modelo lógico de datos utilizando una metodología que nos guie para la implementación.

AGRADECIMIENTO

Damos gracias al Centro de Investigación CIDITIC por habernos facilitado los datos para el desarrollo del Data Mart.

Al investigador Kexy Rodríguez por sus explicaciones en relación a la plataforma MOODLE.

REFERENCIAS

[1] A. Sanchez, "La agilidad de los negocios es la agilidad del Business Intelligence | Blog Data IQ," 2013. [Online]. Available: https://dataiq.com.ar/blog/la-agilidad-del-business-intelligence/.

[2] Detecsys Soluciones TI, "Qué es un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA)," 2015. [Online]. Available: https://www.aula1.com/entorno-virtual-aprendizaje-eva/.

[3] CIDITIC, "Ecosistema Virtual de Aprendizaje para la universidad Tecnologica de Panama," 2016.

[4] Moodle.org, "Moodle - Open-source learning platform," 22 06 2018. [Online]. Available: https://moodle.org/.

[5] L. Corr and J. Stagnitto, Agile Data Warehouse Design, DEC1SION PRESS, 2014.

[6] M. MUNTEAN and T. SURCEL, "Agile BI – The Future of BI," *Informatica Economică,* vol. 17, 3 2013.

Sistema de Información estudiantil para mejorar la gestión escolar del Centro Educativo Básico General El Empalme

Student Information System to improve the school management of the General Basic Education Center El Empalme

Keren Hernández [1], Edilsa Abrego [1], Alcibíades Álvarez [1], José Mendoza Avilés [2]
[1] Licenciatura en Desarrollo de Software - Centro Regional de Bocas del Toro - Universidad Tecnológica de Panamá.
[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas Computaciones - Centro Regional de Bocas del Toro - Universidad Tecnológica de Panamá.

Resumen En este trabajo se presenta, un sistema de información estudiantil para mejorar la gestión escolar del CEBG El Empalme. Se propuso un enfoque de investigación cualitativo, con un diseño no experimental, tipo transversal y descriptiva. La unidad de análisis es el CEBG El Empalme y la unidad de observación es un Sistema de Información estudiantil para mejorar la gestión escolar del CEBG El Empalme, distrito de Changuinola, Bocas del Toro, Panamá. En el proceso de desarrollo, se utilizó como instrumento la entrevista, la cual se enfocó en recolectar los datos pertinentes que se utilizaron dentro del sistema de gestión estudiantil para el CEBG El Empalme. El Sistema de Gestión Estudiantil se diseñó con una Metodología en Cascada: Framework Lineal, el mismo hace énfasis al entorno en el cual se plantea y estructura el desarrollo de un sistema. Se concluyó que, el sistema de gestión estudiantil cumplió con cada uno de los requisitos especificados para el desarrollo de la aplicación, la simplicidad del *software* permitió interactuar con el usuario y se adecuo a las necesidades del CEBG El Empalme.

Palabras clave Sistemas de información, gestión escolar.

Abstract In this work we present a student information system to improve the school management of General Basic Education Center GBEC El Empalme. A qualitative research approach was proposed, with a non-experimental design, transversal and descriptive type. The unit of analysis is the GBEC El Empalme and the observation unit is a Student Information System to improve the school management of El Empalme GBEC, Changuinola district, Bocas del Toro, Panama. In the development process, the interview was used as an instrument, which focused on collecting the relevant data that was used within the student management system for the CEBG El Empalme. The Student Management System was designed with a Cascade Methodology: Linear Framework, which emphasizes the environment in which the development of a system is proposed and structured. It was concluded that, the student management system complied with each of the specified requirements for the development of the application, the simplicity of the *software* allowed interacting with the user and was adapted to the needs of the GBEC El Empalme.

Keywords Information system, system, school management.

* Corresponding author: jose.mendoza@utp.ac.pa

1. Introducción

Luego de la introducción de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la mayoría de los sistemas escolares del mundo, surge el interés por conocer qué se está haciendo con ellas, con qué fines y con qué impacto [1].

La evidencia hasta ahora muestra que el proceso de integración de las nuevas tecnologías al mundo escolar es menos fluido de lo esperado, presentando diversas barreras asociadas a las condiciones, prácticas y creencias existentes [1].

Otra consecuencia importante que han tenido las TIC en las escuelas es que son un instrumento muy potente para resolver viejas cuestiones históricas de la gestión escolar. En este punto conviven una preocupación de la escuela y una de la gestión de los sistemas educativos ligada con el uso de la información para la toma de decisiones. Una tendencia aún incipiente es que las escuelas no cuenten con plataformas en Internet [2].

En la actualidad, en Panamá el Ministerio de Educación posee diversos sistemas de información proporcionadas para gestionar la información de los estudiantes, por ejemplo, el Sistema de Administración de Centros Escolares (SIACE 2.0)

https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.1.2231

[2], sin embargo, este sistema presenta inconvenientes y es algo complejo usar para ciertos docentes y administrativos.

Según [3], un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados, con el objetivo de recolectar, procesar, almacenar y distribuir información para apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control de la organización.

Cabe destacar que dentro del sistema (SIACE 2.0) no existe una opción para llevar el control de la documentación del padre de familia o acudiente, en el proceso de matrícula, que entregan a los administradores para completar el expediente del alumno, además, no se lleva un control del total de la matrícula del centro educativo.

La administración y gestión educativa debe tener en cuenta también la penetración de las TIC en los hogares. De esta forma, no solo pueden establecerse nuevas interacciones y actividades en el seno de las familias, sino que abren un canal de comunicación entre la escuela y la familia que favorece la acción conjunta entre ambos agentes educativos [5].

Dadas las condiciones que anteceden se ha planteado la pregunta problema: ¿Cómo ayudaría un sistema de información estudiantil facilitar la gestión escolar del CEBG El Empalme?, ¿Cuáles serían los beneficios para el CEBG El Empalme?, y el objetivo del estudio es, desarrollar un sistema de información estudiantil que facilite la gestión escolar del CEBG El Empalme del Distrito de Changuinola.

En este mismo contexto el CEBG El Empalme cuenta con 73 grupos de estudiantes divididos entre preescolar, primaria y premedia. Actualmente enfrenta deficiencias con el sistema de información estudiantil, donde la mayoría de los datos de los acudidos son documentados llevados de manera manual y guardada en carpetas para posteriormente ser archivados.

Adicional a ello, los padres de familia apartan los cupos en el centro educativo, entregan parte de la documentación que solicitan, pero el estudiante no asiste formalmente en el año escolar, generando papelería gastada innecesariamente.

Cabe agregar que el sistema de gestión escolar es una estructura organizativa y relacional entre personas, que desempeñan las funciones, cantidad de personal directivo, docente y de servicios [2].

En ese mismo sentido, la creación de un sistema estudiantil facilitará la gestión de los cupos asignados a cada grupo, las inscripciones y un mejor control de la información de los estudiantes y profesores.

A pesar de lo anterior, hay algunos ejemplos de sistemas de gestión escolar que muestran que no es una cuestión de simplemente introducir las tecnologías en el mundo escolar y promover su uso, sino que los buenos resultados dependen de una serie de factores vinculados al contexto escolar, a las características de los profesores y modelos curriculares con que se trabajan [1].

Precisando de una vez, el Sistema de Información Estudiantil fue diseñado para brindar orden y simplicidad en la información redundante del CEBG El Empalme.

Además, el sistema se organizará en tres ideas principales:

- **Características generales del diseño:** las plataformas que requerirá el sistema, la modularización que tendrá y las restricciones y limitantes [3].
- **Requisitos atendidos del diseño:** requisitos funcionales o suplementarios que describirá las próximas secciones del sistema [4].
- **Modelos y vistas que lo detallan:** presenta al sistema como un todo, indicando en términos propios de la tecnología utilizada, las partes que lo forman y las relaciones principales entre ellas [5].

A manera de colofón, la finalidad de la investigación fue realizar un sistema de información estudiantil para mejorar la gestión escolar del CEBG El Empalme a través, de diversas técnicas para desarrollar un *software* de calidad, que contenga diversas funciones para agilizar el proceso de control de datos. Asimismo, se caracterizó por la recolección de datos mediante un gestor de base de datos que contará el programa construido con varios requisitos que ayudaron a precisar la información de manera más detallada, clara y eficiente [6].

2. Materiales y Métodos

2.1 Tipo y diseño de estudio

La investigación posee un enfoque cualitativo, porque se utilizó la recolección de datos sin medición numérica, para descubrir o afinar las preguntas de investigación en el proceso de interpretación, de modo que el proyecto de investigación busca principalmente optimar los procesos y llevar a cabo el control de los datos [7].

Por otra parte, de acuerdo con sus características, el diseño de investigación es no experimental, ya que se basa en la elaboración y desarrollo de un *software* para solucionar las necesidades tecnológicas de un centro educativo, y en efecto, se basó en la observación, profundidad de los datos, detalles y experiencias únicas en el contexto natural para luego ser analizados [7].

Es evidente entonces que el tipo de investigación es transversal, en donde, se recolectan los datos en un solo momento, en un único tiempo por medio de técnicas de estudio para luego analizarlos. En igual forma se define la investigación de manera descriptiva porque mide la información de manera conjunta presentando la importancia de cualquier fenómeno o variable que se analiza [7].

Como resultado el tipo de investigación es prospectiva, puesto que la información es de primera mano a medida que va sucediendo la investigación.

Cada afiliación debe incluir los siguientes elementos: unidad a la que está adscrito, entidad a la que está afiliado y el correo electrónico. El último elemento es obligatorio porque facilita la comunicación entre el autor y el lector.

2.2 Área de estudio

La investigación se realizó en el Distrito de Changuinola en el Centro Educativo Básico General (CEBG) El Empalme, ubicado en la Ave. Omar Torrijos 164, en las siguientes coordenadas: 9°26'20.4"N 82°31'16.1"W (figura 1).

2.3 Unidad de análisis y observación

Tal como se ha visto, la unidad de análisis es el CEBG El Empalme y la unidad de observación es un Sistema de Información estudiantil para mejorar la gestión escolar del CEBG El Empalme.

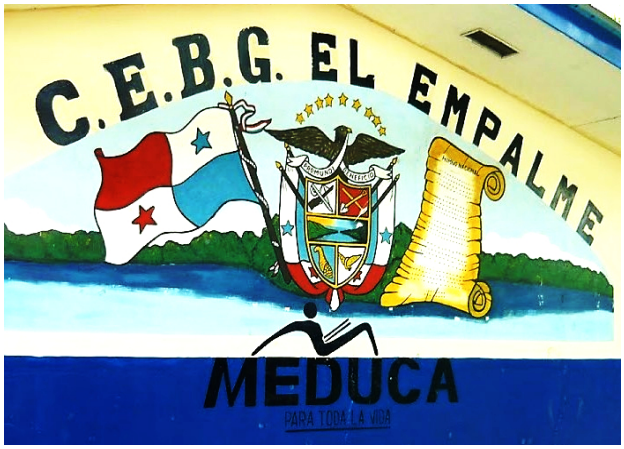


Figura 1. Centro Educativo Básico General El Empalme.

2.4 Población y muestra

El Centro Educativo cuenta con un total de 2,366 estudiantes entre Preescolar, Primaria y Premedia y con 33 profesores y 55 docentes de grado.

La población estudiantil se divide en tres niveles: así como lo muestra la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Matrícula del CEBG El Empalme [8]

Preescolar	**Cantidad de Grupos**	**Matrícula por Grupo**
Preescolar	6	30
Primaria	**Cantidad de Grupos**	**Matrícula por Grupo**
1er grado	8	30
2do grado	8	30
3er Grado	7	30
4to grado	7	30
5to grado	8	30
6to grado	7	30
Premedia	**Cantidad de Grupos**	**Matrícula por Grupo**
7mo Grado	9	38
8vo Grado	8	38
8no Grado	7	38

Se puede resaltar que la matrícula actual del CEBG El Empalme con relación a preescolar es de 8%, primaria es de 57%, donde abarca la mayor cantidad de matrícula y premedia 35% menos de la mitad que primaria, tal como se aprecia en la figura 2.

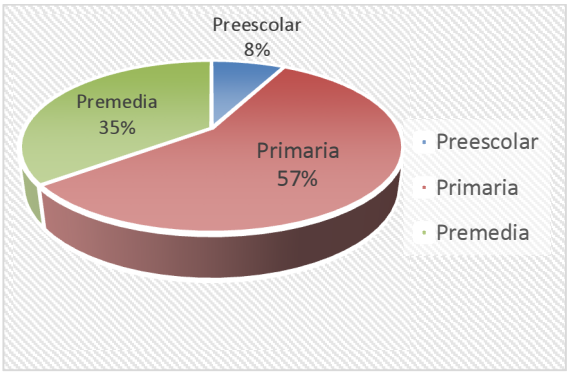


Figura 2. Matrícula del año 2018 del CEBG El Empalme.

Sin embargo, la cantidad de estudiantes y salones es cambiante durante el inicio del periodo escolar, ya que varía la demanda en algunas ocasiones en primaria o preescolar, debido a esta exigencia, se toman decisiones de abrir aulas nuevas o tener que ingresar hasta 40 estudiantes por salón. Con respecto a premedia, se mantiene la cantidad de estudiantes.

Para este estudio, no se aplica el muestreo porque se desarrolló un *software* para estudiar la población estudiantil y gestionar la información de los estudiantes, padres de familia, profesores, maestros y administrativos.

2.5 Variables

La gestión escolar es la variable estudiada, la cual es un proceso que enfatiza la responsabilidad del trabajo en equipo e implica la construcción, diseño y evaluación del quehacer educativo, para la ejecución y el monitoreo de los mecanismos, las acciones y las medidas necesarias para la consecución de los objetivos de la institución [8].

El sistema de información se realizó mediante dos entornos:

- El entorno de la aplicación: implicará cómo será la interfaz del *software* que se realizó, contará de requisitos suplementarios tales como:
  - Simplicidad: medirá si el desplazamiento del sistema es sencillo.
  - Adecuación: evaluará que el sistema cumple con los requisitos del Centro Educativo El Empalme (CEBG).
  - Confiabilidad: determinará el nivel de protección en relación con el acceso a partes específicas del sistema.
- Usabilidad de la aplicación: comprobará si el sistema es amigable o tiene facilidad de uso para los usuarios.

2.6 Métodos e instrumentos de recolección de datos

Sobre la recolección de datos [7] explica que, "una vez que, seleccionamos el diseño de investigación apropiado, de acuerdo con el problema de estudio, la siguiente etapa consiste

en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos".

En el proceso de desarrollo se utilizó como instrumento la entrevista, la cual se enfocó en cómo desarrollar un sistema de gestión estudiantil para el CEBG El Empalme. Este instrumento ayudó a recolectar los datos pertinentes que se utilizó dentro del sistema y a la realización de la evaluación del *software*.

Cabe resaltar que en la entrevista se tomaron en cuenta dos factores como la gestión estudiantil y la población estudiantil para el desarrollo de *software*.

Las preguntas de la entrevista fueron validadas por un panel de expertos en redacción, además, la validación en la propuesta se refiere a la comprobación final de las etapas de vida del desarrollo, de que el producto creado satisface correctamente la especificación de requisitos pedidos y las expectativas que han depositado en el mismo [9].

Al mismo tiempo, se validó el *software* para comprobar, si el producto obtenido cumple los requisitos del administrador [9].

Esta actividad debe realizarse en las áreas del ambiente de operación, en donde se tomaron en cuenta las observaciones presentadas para mejorar la misma, por especialistas en *software* de la Universidad Tecnológica de Panamá, que registra los resultados. De acuerdo con las observaciones dadas por los especialistas en *software* de la Universidad Tecnológica de Panamá, el cual muestra la tabla 2, el Sistema de Información Estudiantil, muestra un 60% de validación del resultado esperado. Esto se debe a que el sistema está contemplado para mejoras en el futuro. el cual muestra la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Sistema de Información Estudiantil para mejorar la gestión escolar del CEBG El Empalme

Preguntas	Excelente	Bueno	Malo
Simplicidad		5%	
Adecuación		5%	
Confiabilidad	20%		
Usabilidad		5%	
Diseño del Sistema		5%	
Mantenimiento			
Validación		10%	
Total:	**60% verificar**		

A continuación, se procede a definir cada una de ellas:

- Confiabilidad: Habilidad que tiene el sistema para realizar funciones bajo condiciones específicas.
- Diseño de sistema: Desarrollo de directrices durante el proceso del *software* para satisfacer los objetivos planteados desde el punto de vista funcional.
- Entorno gráfico: Conjunto de programas que ofrecen al usuario un entorno visible más amigable.
- Rapidez: Capacidad de computación y consumo de funcionamiento del sistema.
- Codificación: Personas que trabajan juntas en una estación de trabajo con el objeto de crear código de calidad para la resolución de un problema.
- Mantenimiento: Es una medida en el cual el sistema realiza reparaciones y mantenimiento a la Base de Datos, para seguir optimizando los procesos.
- Pruebas: Verificación de los procesos que se realizan dentro del sistema.
- Validación: Al lenguaje de programación o las herramientas automatizadas [6].

Esta valoración busca corroborar la conformidad del producto *software* con respecto a los requisitos funcionales y no funcionales, como se muestra en la figura 3.

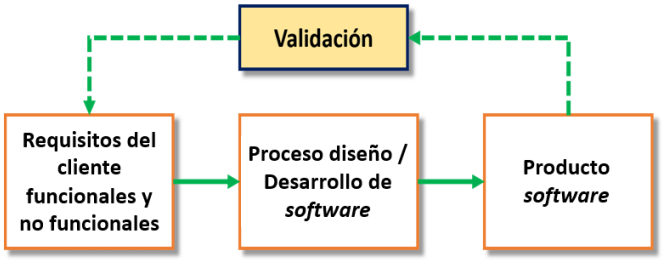


Figura 3. Diagrama para la validación. Fuente: [14].

La evaluación de los especialistas de la Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, de la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Bocas del Toro, certifica que el programa cumple con cada uno de los requisitos del cliente.

La entrevista fue aplicada el día 23 de abril del 2018, en el CEBG El Empalme, al director del Centro Educativo el Empalme.

Naturalmente este diseño se ha ajusto a las necesidades y requisitos dados por el Administrador del CEBG, de manera que los datos se recogieron por medio de entrevistas para facilitar el desarrollo del *software*.

3. Resultados y Discusión

Como se ha mencionado anteriormente, el Sistema de Gestión Estudiantil se diseñó con una metodología en cascada: *Framework Lineal*, el mismo hace énfasis al entorno en el cual se plantea y estructura el desarrollo de un sistema.

La metodología en cascada es un proceso de desarrollo secuencial, en el que el desarrollo se ve fluyendo hacia abajo, como una cascada, sobre las fases que componen el ciclo de vida [13].

Cabe señalar que, el *Framework Lineal* es el enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas del proceso para el desarrollo de *software*, de tal forma que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la etapa anterior.

La aplicación se desarrolló en varias etapas como lo muestra la figura 4.

Figura 4. Fases de desarrollo. Fuente: Elaboración propia a partir de [11].

Como se indicó, el gestor de base de datos que se utilizó fue *SQL Server*, sistema de gestión de bases de datos relacionales de *Microsoft* [12], que está diseñado para el entorno empresarial, donde se mostró las relaciones que hay entre las tablas, los atributos y métodos que tendrán cada una de ellas, así como lo muestra la siguiente figura 5.

El Sistema de Gestión Educativa se aplicó a los usuarios y administrador es del CEBG El Empalme, donde el sistema gestione:

- Registro de roles y privilegios.
- Cupos asignados por grupo (con un aproximado de 35-40 estudiantes).
- Formulario de preinscripciones.
- Formulario de inscripción.
- Control de información.
  - Asignar a los profesores y maestros a cada grupo.
  - Distribuir a los estudiantes por consejería.
- Búsqueda de los estudiantes.

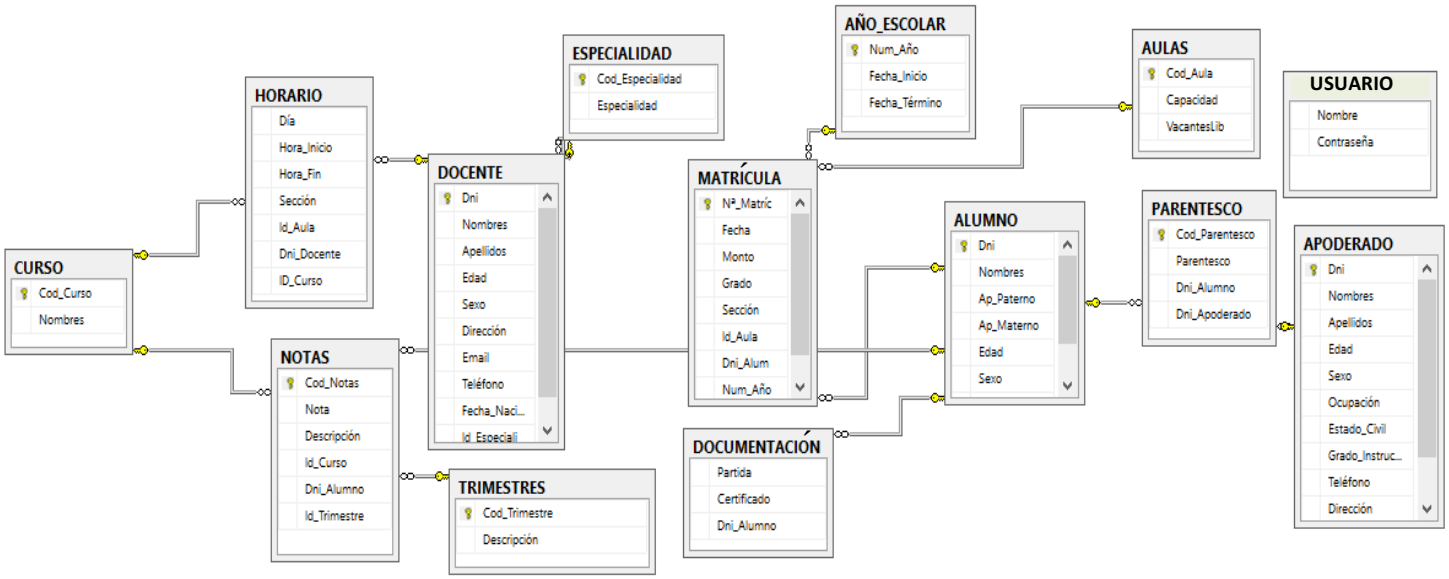


Figura 5. Diagrama de base de datos.

El análisis de requisitos o módulos se desarrolló de la siguiente manera:

- *Login:* Introducir el usuario y la contraseña.
- Menú principal: Muestra el panel de opciones a elegir.
- Módulo alumnos: Busca el registro de alumnos y agrega alumnos.
- Formulario acudiente: Muestra la opción de registrar o consultar el acudiente.
- Buscador: Consulta al estudiante, muestra la información de este.
- Listado de aulas: Selecciona las aulas que existen en el Colegio, la capacidad que tiene cada salón y la cantidad de estudiante que tiene.
- Registro de año escolar: Programa el año escolar y define la fecha del inicio y final del año escolar.
- Preinscripción: Muestra la opción de registrar o consultar la matrícula de los alumnos.
- Registro de inscripción: Registra los alumnos que serán matriculados en el año escolar.
- Formulario docente: Muestra la opción de registrar y ver horarios de docentes.

La aplicación contó con tres diferentes tipos de niveles de perfil:

- Nivel 1: Nivel administrador, es el encargado de tener el control único de eliminación, inserción, modificación, consulta y actualización de todas las ventanas del *software*.
- Nivel 2: Nivel usuario, solo tiene acceso a consultar e insertar los profesores y maestros del plantel.
- Nivel 3: Nivel capturador, en este nivel solo se podrá captar los datos de los acudientes y acudidos al momento de la realización de la preinscripción e inscripción.

El tipo de seguridad de la aplicación es tradicional, con contraseñas para los tres tipos de niveles diferentes, además el Sistema de Gestión Educativo se desarrolló en la v 1.0.

Como es sabido, un programa utilizado en un entorno del mundo real está destinado a cambiar, es por ello, que al administrador del Sistema de Gestión Estudiantil se le brindó la propuesta de mejoras en un futuro próximo.

El Sistema de Gestión Educativa del CEBG El Empalme, o bien como se llamó *SIS MATR* (Sistemas de Matrícula), se realizó en la v1.0. A continuación se muestra unas de las principales pantallas del *SIS MATR v1.0*.

Inicio de sesión: Permitió al administrador iniciar sesión ingresando el nombre de usuario y la contraseña, para luego dar clic en "Entrar" permitiendo acceso al *SIS. MATR*, al dar clic al botón de salir el sistema automáticamente se cierra como lo muestra la siguiente figura 6.

Figura 6. Inicio de sesión.

Menú Principal: Despliega la pantalla principal, donde muestra los botones de alumnos, acudientes, docente, aulas, matricula, año escolar, la fecha y hora actual, al hacer clic en las siguientes opciones el sistema inmediatamente mostrará otra pantalla, así como los muestra la figura 7.

Figura 7. Menú Principal.

Registro de alumno: Permite registrar a los estudiantes que ingresan por primera vez al Centro Educativo Básico General El Empalme y a su vez, buscar a un alumno por el número de identidad personal si ya existe, así como lo muestra la figura 8. Es importante destacar que todos los campos son obligatorios para el registro del estudiante

Figura 8. Registro alumno.

Registro y búsqueda de acudiente: En esta sección se requiere toda la información del acudiente (campos obligatorios), el usuario debe ingresar al acudiente que está inscribiendo al estudiante como muestra la figura 9.

Figura 9. Registro y búsqueda acudiente.

Registro de docente: Datos personales, formación académica y perfil profesional, etc. Una vez obtenidos todos los datos se procede a guardar la información introducida en la interfaz de docente como se ve en la siguiente figura 10.

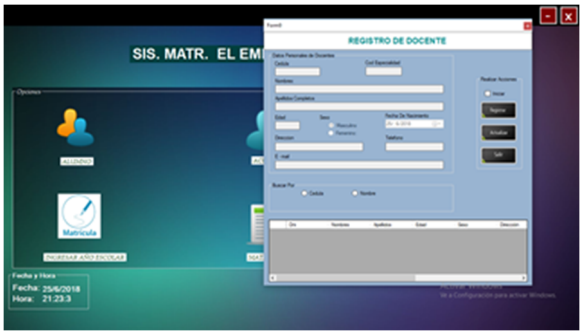


Figura 10. Registro docente.

Registro de Año Escolar: Al hacer clic se despliega el formulario donde se ingresa el proceso de principio del año escolar hasta la culminación del periodo escolar actual. Al presionar clic en Registrar, se podrá observar que se guardó el periodo de año escolar como podemos observar en la figura 11.

Figura 11. Registro de año escolar.

Registro de aulas: Esta opción permite adicionar, actualizar y consultar aulas del centro y la cantidad de estudiantes que hay en un salón. Al ingresar a esta opción se encuentra la pantalla de disponibilidad de vacantes disponibles, así como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Registro aulas.

Consulta de matrícula: Dentro de la pantalla de matrícula se encuentra el registro de los estudiantes ya matriculados, que es de vital importancia para el manejo de cupos. Una vez ingresada, se oprime el botón Buscar, con lo cual aparecerá la siguiente pantalla como se observa en la figura 13.

Figura 13. Consulta Matricula.

4. Conclusiones

De acuerdo con la entrevista realizada al administrador del CEBG El Empalme, el sistema de gestión estudiantil cumplió con cada uno de los requisitos especificados para el desarrollo de la aplicación, la simplicidad del *software* permitió interactuar con el usuario y se adecuo a las necesidades del CEBG El Empalme sin complejidad.

Asimismo, se caracterizó por la recolección de datos mediante un gestor de base de datos que contará el programa construido con varios requisitos que ayudaron a precisar la información de manera más detallada, clara y eficiente.

Entre sus ventajas está la creación de un sistema estudiantil que facilitó la gestión de cupos asignados a cada grupo, las inscripciones y control de la información de los estudiantes y profesores.

Dos especialistas de la UTP Centro Regional de Bocas del Toro evaluaron la aplicación del *software*, indicando que es un programa útil para el avance de la educación en la provincia de Bocas del Toro.

Es importante recalcar que este proyecto está en proceso de mejoras.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Jornada de Iniciación Científica y a la Universidad Tecnológica de Panamá, por contribuir a la formación profesional; al profesor asesor, Dr. José Mendoza, por impartir sus conocimientos siempre en cada etapa del artículo de investigación; y a la Dra. Vanessa Valdés, por su apoyo incondicional, al director del CEBG El Empalme, profesor Armando Boniche, por proporcionar la información para realizar la investigación.

REFERENCIAS

[1] M. Claro, "La incorporación de tecnologías digitales en educación. Modelos de identificacion de buenas practicas," *CEPAL*, p. 30, 2010.

[2] J. C. Tedesco and D. Iglesias, "La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los Sistemas Educativos," 2006. [Online]. Available: http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001507/150785s.pdf. [Accessed 20 8 2018].

[3] MEDUCA, "Manual de usuario de SIACE," 12 6 2009. [Online]. Available: http://www.meduca.gob.pa/sites/default/files/2015-12/SistemaAdministracionCentrosEscolares.pdf. [Accessed 5 8 2018].

[4] K. Laudon and J. Laudon, Sistemas de Información Gerencial, 12 ed., México: Pearson Education, 2012, p. 640.

[5] R. Carneiro, J. C. Toscano and T. Díaz, "Los desafíos de las TIC para el cambio educativo," Fundación Santillana, Madrid, 2011.

[6] N. Rodríguez, "Gestión Escolar y la Calidad de Enseñanza," *EDUCARE*, vol. IV, no. 10, p. 9.

[7] M. Arias Chaves, "La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de *software*," *InterSedes © Universidad de Costa Rica*, vol. VI, no. 10, pp. 2-4, 2005.

[8] P. Pytel, H. D. Ramon, M. F. Pollo Cattaneo, P. V. Britos and R. Garcia Martínez, "Ingeniería de requisitos basada en técnicas de ingeniería del conocimiento," *SEDICI*, pp. 426-429, 2011.

[9] L. E. Mendoza , M. A. Pérez and A. C. Griman, "Prototipo de Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del *Software*," *Scielo*, vol. VIII, no. 3, pp. 196-227, 2005.

[10] R. S. Pressman, Ingenieria de *Software*, septima ed., P. R. Vázquez, Ed., México, D. F.: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2010.

[11] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado and P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, Cuarta ed., Mexico: Mc Graw Hill, 2006.

[12] A. Boniche, Interviewee, *Director del CEBG El Empalme.* [Interview]. 20 4 2018.

[13] G. Ruíz, "Gestión Institucional: conceptos introductorios," *Educ.ar*, pp. 1-7, 2007.

[14] J. Blanco LLano and A. Rodríguez Hernández, "Revisón, Verificación y Validación en un proceso de Desarrollo de *Software*," *Redalyc*, vol. XXXII, no. 1, pp. 28-36, 3 Enero 2011.

[15] M. Herrera, "Ingeniería del *software*: Metodologías y ciclos de vida," 3 2009. [Online]. Available: http://www.academia.edu/9795641/INGENIER%C3%8DA_DEL_*SOFTWARE*_METODOLOG%C3%8DAS_Y_CICLOS_DE_VIDA_Laboratorio_Nacional_de_Calidad_del_*Software*.

[16] Y. Bassil, "A Simulation Model for the Waterfall *Software* Development Life Cycle," *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 2, no. 5, 5 5 2012.

[17] Microsoft, "Microsoft SQL Server," 2017. [Online]. Available: https://www.microsoft.com/es-mx/sql-server/sql-server-2017. [Accessed 5 8 2018].

Panorama general de la gerencia de proyectos: una mirada en Panamá

Overview of project management: a look at Panama

Kaly Lore[1], Luis Santos[1], Patricio Bosquez[1], Libia Batista[1]*
[1]Doctorado en Gerencia, Universidad del Caribe

Resumen La certificación a la gestión de proyectos representa para la organización y para los profesionales, una herramienta que agrega valor para producir valor. Este artículo presenta un enfoque general de la gestión de proyectos y su campo de interés está centrado en la importancia de una gestión de proyectos certificada, como garante del éxito en el impacto durante y después del proyecto, permitiendo que las organizaciones se encuentren en la vanguardia y generando satisfacción al dueño, al ejecutante y al cliente. Se hace una revisión que se desarrolla de la siguiente manera: 3.Gestión de proyectos. Una historia en evolución, 4. Estándares en la gestión de proyectos. Certificaciones y 5.Certificaciones a la gestión de proyectos en Panamá. Se hace especial énfasis a los aspectos positivos que conlleva una eficiente y eficaz gestión de proyectos, desde el impacto económico y social. Además, se presentan estadísticas sobre el tema en Panamá.

Palabras clave Certificación en proyectos, gerencia de proyecto, gestión, proyecto.

Abstract Certification for project management represents for the organization and for professionals, a tool that adds value to produce value. This article presents a general approach to project management and the field of interest is focused on the importance of a certified project management, as a guarantor of the success in impact during and after the project, allowing organizations to be at the forefront and generating satisfaction to the owner, the performer and the client. A review is made that is developed as follows: 3. Project management. A story in evolution, 4. Standards in project management. Certifications and 5. Certifications to project management in Panama. Special emphasis is placed on the positive aspects of efficient and effective project management, from the economic and social impact. In addition, statistics on the subject are presented in Panama.

Keywords Project certification, project management, management, project.

* Corresponding author: libia.batista@utp.ac.pa

1. Introducción

Los proyectos han existido desde siempre, solo que con una noción diferente a la de hoy. El término de proyecto se aplica en la mayoría de las áreas del conocimiento y como concepto describen Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain "Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana" [1]. También merece destacar el concepto que emite la Organización de las Naciones Unidas (UNESCO), "Conjunto de actividades interrelacionadas que han de realizarse mediante una administración y unos recursos unificados, con el fin de lograr un objetivo específico en un plazo determinado…" [2]. En Panamá, el Sistema Nacional de Inversión Pública (SINIP), del Ministerio de Economía y Finanzas, como sistema regulador de la calidad de los proyectos de inversión pública, considera por su parte un proyecto como:

> "un conjunto de actividades planificadas y relacionadas entre sí, debidamente costeadas y programadas en el tiempo y en un espacio geográfico definido, con el propósito de solucionar problemas y/o necesidades y aprovechar oportunidades, contribuyendo con los objetivos de crecimiento y desarrollo socioeconómico sostenido del país" [3].

Por consiguiente, es importante enfatizar que un proyecto es una herramienta que de manera sistemática permite manejar variables de mucho valor como costo, tiempo, calidad, alcance, riesgo, todas en pro de un entregable a satisfacción del dueño, ejecutante y del cliente [4]. Un producto terminado que estará definido en base al problema a resolver, por ejemplo, si proviene de un proyecto de investigación, de un proyecto de inversión privada, de un proyecto de inversión social, otros. El éxito o fracaso de estos proyectos, cada vez más complejos, exigen más trabajo en equipo, sincronización de las tareas, más

https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.1.2236

tecnologías, más sistematización, y es allí cuando se empieza a entender la necesidad de apostar por una eficiente y eficaz gestión de proyectos.

En este artículo se defiende la necesidad de la gestión de proyectos como garantía del progreso sostenible de las sociedades y de administrarse mejor los recursos para una empresa o institución. También, que representa una oportunidad de adquirir conocimiento para un mejor desempeño laboral y a la vez de superación profesional. Que es un ganar-ganar para una trilogía: satisfacción para las empresas, para el progreso social y personal. Además, se da a conocer lo que a nivel nacional e internacional se maneja sobre certificación en gestión de proyectos y su impacto.

2. Metodología

Esta investigación busca encontrar tendencias sobre la gestión de proyectos a nivel nacional e internacional. Para ello, se realizó un proceso investigativo tipo cualitativo-descriptivo, en el cual, se hizo uso de fuentes secundarias con el objetivo de brindar un soporte teórico a la temática de la gestión de proyectos y la certificación de gestión de proyectos. Además, este proceso investigativo busca especificar las características de la gestión propia en Panamá.

3. Gestión de proyectos. Una historia en evolución

Bajo este mundo globalizado, la subsistencia de las empresas y las respuestas a la sociedad por las instituciones de gobierno es cada día más difícil y especializado, de allí que la gestión de proyectos juega un rol importante en la rentabilidad económica y social. Se aprecia esta, cada día más dinámica y apuntando a la innovación, toda vez que representa una garantía para disminuir incertidumbre, identificar oportunidades, desarrollar mejores estrategias e identificar efectos o impactos que inciden en el éxito o fracaso de los proyectos.

La gestión de proyectos se proyecta como una herramienta de tipo gerencial, que permite a toda organización generadora de proyectos, potenciar las habilidades individuales y como equipo en la consecución eficiente y eficaz de lo planificado. “La Gestión de Proyectos, es la disciplina que tiene la capacidad de integrar de manera sistémica la planificación, la organización, la dirección, el control y la calidad en el manejo de las actividades asociadas a un proyecto” [5].

En su evolución, “el origen de la gestión de proyectos puede situarse a comienzos del siglo XX, considerándose la aparición de los primeros métodos” [6]. Como disciplina, su inicio está relacionada con la aparición del Diagrama de Gantt, en 1917; y para la década del 50 con la aparición del método PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method), entra en otra fase y es cuando las organizaciones implementan el uso sistemático de las herramientas y técnicas de gestión de proyectos [6].

A través de ese proceso de mejora continua, en el desarrollo de sistemas complejos que requieren un equipo multidisciplinario, donde lo estable y lo predecible casi no existe, queda evidenciado para los años 60, el definir mejores métodos de organización y de trabajo y romper con esa constante de manejar proyectos con resultados improductivos, altos costos y de baja calidad [7]. De este escenario nace la necesidad de la profesionalización de la gestión de proyectos, una profesión garante del éxito de los proyectos. Por consiguiente, van surgiendo organizaciones con el propósito de que se hable y se escriba en el mismo idioma, en términos de gestión de proyectos. Es así como en el ámbito de la innovación, estas organizaciones establecen un sistema estandarizado fundamentado en conocimientos, metodologías, procesos y las prácticas para gestionar los proyectos con las mejores garantías en la toma de decisiones y calidad de los entregables. Mejores prácticas que afectan positivamente el impacto durante y después del proyecto.

4. Estándares en la gestión de proyectos. Certificaciones

La gestión de proyectos representa un interés a nivel mundial, desde las organizaciones y a nivel de profesionales, en ambos grupos, para hacerse más competitivos. En este contexto, las organizaciones buscan la certificación en gestión de proyectos y también, de profesionales certificados. Esto último, por ser una profesión que promete a las organizaciones las competencias y habilidades para reforzar el éxito de los proyectos. Demanda esta que va en crecimiento, ya que los proyectos cada vez son más costosos y con una exigencia alta en calidad. Este escenario es propicio para que las empresas requieran capital humano calificado. De allí, nace la necesidad de formación e induce al profesional a la búsqueda de la certificación profesional y a las organizaciones a certificarse.

En la actualidad existen varias certificaciones emitidas por diferentes asociaciones. Se puede mencionar las certificaciones del PMI, las de PRINCE2, las de AGILE, otras. Cada certificación en sí tienen varios tipos de certificación [8], [9]. En la tabla 1 se listan nueve organizaciones con su respectiva dirección electrónica. Se dedican estas a crear estándares para la gestión de los proyectos.

Tabla 1. Organizaciones certificadoras

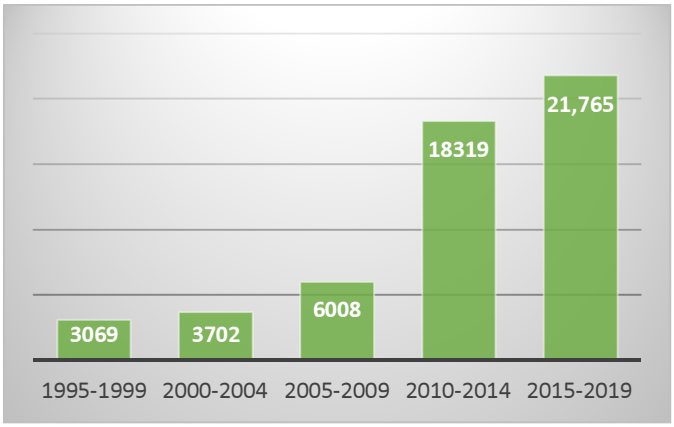
Organización	Página web
PMI, Project Management Institute	www.pmi.org
APM, Association for Project Management	www.apm.org.uk
AIPM, Australlian Institute of Project Management	www.aipm.com.au
PMBN, Project Manag-Benchmarking Network	www.pmbn.org
Swedish project management society	www.projforum.se/english.shtml
PSA. Project management Services for Australia	www.psaproject.com.au/
PMAJ, Project Management Association of Japan	www.pmajor.jp/ENG/
IPMA, International Project Management Association	www.jpma.ch
ISO, International Organization for Standardization	www.iso.org

Fuente: "Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial" [10].

Estas certificadoras buscan ofrecer un estándar en la gestión de proyectos y lo hacen a través de un documento que acredita al que lo obtiene, disponer de un nivel de formación y experiencia en gerencia de proyectos, según la certificación obtenida. El Project Management Institute (PMI) define un estándar como "Un documento que proporciona, para uso común y repetido, reglas, pautas o características para actividades o sus resultados, orientado a lograr el óptimo grado de orden en un contexto determinado" [11].

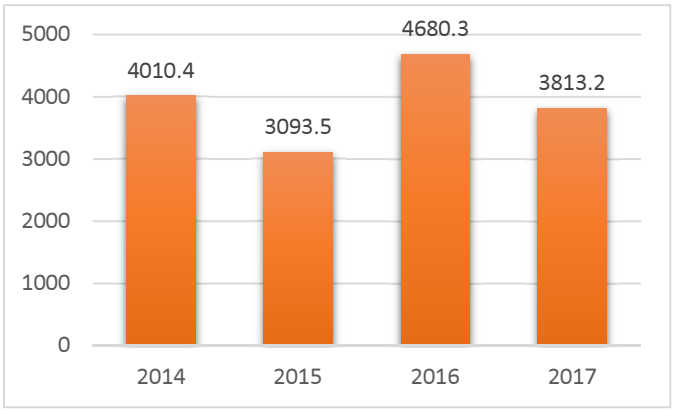
5. Certificaciones a la gestión de proyectos en Panamá

La gestión de proyectos en Panamá desde la óptica pública y privada, se describe en esta investigación a través de la inversión de ambos sectores. En este sentido, la inversión gubernamental se muestra en las gráficas 1a y 1b, mientras que la gráfica 2 refleja la inversión privada. En la figura 1a, se aprecia el aumento significativo de la inversión pública por los últimos cinco quinquenios.



Gráfica 1a. Inversiones públicas del gobierno por quinquenio-En millones de USD.
Fuente: Datos del Ministerio de Economía y Finanzas [12].

La gráfica 1b permite apreciar la inversión pública anual, para las vigencias 2014 a 2017.



Gráfica 1b. Inversión pública (en millones de balboas).
Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Desde el sector privado, la figura 2 revela la inversión anual desde 2014 a 2017.

Bajo este escenario de inversiones pública y privada en Panamá, se observa de una de las asociaciones formadores de profesionales en la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas a nivel mundial, el

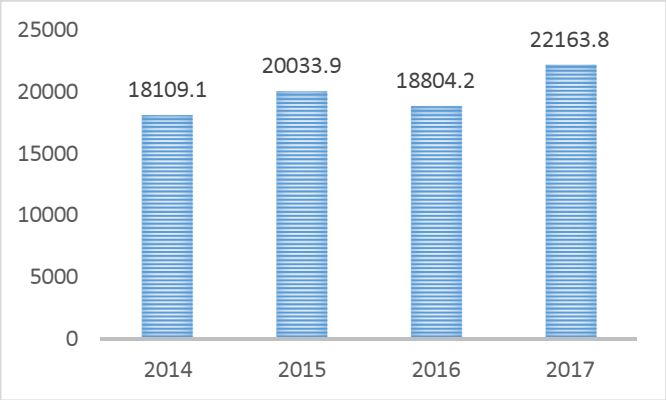


Figura 2. Inversión del sector privado (en millones de balboas).
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Project Management Institute (PMI), los miembros que han recibido dicha certificación en Panamá. En la tabla 1 se describe la cantidad de miembros por tipo de certificación.

Tabla 1. Miembros certificados en gestión de proyectos en el Capítulo de Panamá, según PMI-2019

Total Members	**415**
New members this year	**34**
PMP® Members	**216**
CAPM® Members	**16**
PgMP® Members	**1**
PMI-SP® Members	**3**
PMI-RMP® Members	**7**
PMI-ACP® Members	**5**
PfMP® Members	**0**
PMI-PBA® Members	**2**

PMP/CAPM/PgMP/PMI-SP/PMI-RMP/PMI-ACP/PfMP/PMI-PBA are registered marks of the Project Management Institute, Inc.
Fuente: Project Management Institute (PMI) [13].

Otras certificaciones se han otorgado a través del Concejo de Certificación Profesional (CCP), quien es el organismo certificador IPMA en Panamá, y recibió sus credenciales de la sede en Zurich en el 2012 y a la fecha ha certificado a más de 500 profesionales panameños [14].

En cuanto a certificación a nivel de organizaciones, la Alcaldía de Panamá logra las certificaciones ISO 9001-2008 e IPMA DELTA-2017, con esto se convierte en el primer municipio de la región en obtener esta acreditación en la gestión de proyectos. "La Municipalidad de Panamá recibió su primera Certificación IPMA DELTA, de manos del Organismo Certificador Español de IPMA – Organismo de Certificación en Dirección de Proyectos (ODCP) de AEIPRO-IPMA España [14], [15].

6. Conclusiones

De acuerdo al presente análisis de la gestión de proyectos en Panamá, existen entidades certificadoras como el PMI, Capítulo de Panamá; oficialmente constituido en el año 2004, el IPMA conformado desde el año 2012, si bien es cierto ambas certificadoras son de reciente creación, considerando que ya existía la necesidad de contar con las precitadas entidades certificadoras, no se formalizaban como Capítulos debido a falta de iniciativa.

A pesar de las grandes inversiones en megaproyectos en Panamá, no fueron consideradas contar con certificadoras, sin embargo, fue el impulso motor que permitió reconocer la necesidad de implementar en las condiciones y cláusulas de contratos, cumplir como requisitos entre otros, a fin de lograr con éxito los resultados esperados en cuanto a costos, tiempo y calidad.

Se aprecia certificaciones a panameños bajo el Project Management Institute (PMI) y del organismo certificador IPMA.

También merece la pena evaluar el impacto que ha tenido la certificación en proyectos por parte de la Alcaldía de Panamá.

Es importante valorar todas las certificadoras con sus respectivas metodologías para la gestión de proyectos en Panamá, y contrastar en una futura investigación, el contenido de sus especificaciones técnicas versus las competencias aplicables a las características del proyecto y así sustentar la certificación que mejor se adapta al país. Ese mismo estudio puede extrapolarse a nivel regional.

Otro estudio complementario en este tema de gestión de proyectos, lo constituye el evaluar la experiencia de profesionales certificados en aspectos como la influencia de la profesionalización en el impacto de los proyectos, además, su incidencia en términos de obtención de financiamiento.

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero José Reyes González, especialista en planificación estratégica y gestión de calidad, certificado en PMP de PMI e IPMA Nivel B por su colaboración, y contribuir con sus conocimientos y tiempo a nuestra investigación.

REFERENCIAS

[1] N. Sapag Chain and R. Sapag Chain, Preparación y evaluación de proyectos. .

[2] "Conceptos generales en la formulación y evaluación de proyectos - Documentos de Investigación - haydee131324," 2016. [Online]. Available: https://www.clubensayos.com/Negocios/Conceptos-generales-

en-la-formulación-y-evaluación-de/3489840.html. [Accessed: 26-Mar-2019].
[3] Ministerio de Economía y Finanzas, "Normas y procedimientos del Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SINIP)," Panamá, 2018.
[4] J. García Reyes, Gerencia de proyectos. Universidad de los Andes, 2013.
[5] R. A. Terrazas, "Modelo conceptual para la gestión de proyectos," Perspectivas, vol. 24, no. 1994–3733, pp. 165–188, 2009.
[6] Angel Nieva, "Innovación en la Gestión de Proyectos. Una historia en evolución." [Online]. Available: http://www.gedpro.com/Aldía/Noticias/Noticias_77.aspx. [Accessed: 27-Mar-2019].
[7] "Innovación en la Gestión de Proyectos. Una historia en evolución." [Online]. Available: http://www.gedpro.com/Aldía/Noticias/Noticias_77.aspx. [Accessed: 24-Mar-2019].
[8] "Certificación en proyectos | ¿Qué es y cómo conseguirla?" [Online]. Available: https://www.recursosenprojectmanagement.com/certificacion-en-direccion-de-proyectos/. [Accessed: 29-Mar-2019].
[9] Carlos Álvarez, "Las 11 certificaciones top en gestión de proyectos del 2017 según CIO.COM," CIO.COM, 2017. [Online]. Available: https://www.linkedin.com/pulse/las-11-certificaciones-top-en-gestión-de-proyectos-alvarez-g-pmp-. [Accessed: 27-Mar-2019].
[10] J. Nicolás and E. Reyes, "Palermo Business Review | No 12 | 2015 Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial."
[11] "¿Qué es un estándar?" [Online]. Available: http://americalatina.pmi.org/latam/pmbokguideandstandards/whatisastandar.aspx. [Accessed: 05-Apr-2019].
[12] Ministerio de Economía y Finanzas, "Comparativo Quinquenal," 2018.
[13] "PMI Capítulo de Panamá." [Online]. Available: https://pmi-panama.org/quienes-somos/que-es-pmi. [Accessed: 27-Mar-2019].
[14] IPMA, "APGP2018." [Online]. Available: https://www.apgp-ipma.org/. [Accessed: 09-Apr-2019].
[15] "Municipio de Panamá recibe certificaciones ISO 9001 e IPMA DELTAFuniber Blogs – FUNIBER." [Online]. Available: https://blogs.funiber.org/blog-proyectos/2017/07/17/funiber-panama-certificaciones-ipma-delta. [Accessed: 05-Apr-2019].
[16] I. 14 Project Management Institute, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®), no. 978-1-62825-9–1. 2013.

Analysis of the relationship between landslides and precipitation events in Chiriquí Province, Panama

Análisis de la relación entre deslizamientos y eventos de precipitación en la provincia de Chiriquí, Panamá

David Heinz [1], Casilda Saavedra [2]*
[1] Wilkes University, [2] Universidad Tecnológica de Panamá

Abstract Anthropogenic activity has long been labeled as the leading cause of soil destabilization. However, natural factors including soil erosion and excess rainfall have also been some of the main causes of landslides. Panama is a country with a tropical climate and has a variety of soils that are susceptible to weakening by rainfall. Some contain a considerable amount of clay (Acrisols, Nitisols) while others do not (Andosols). Either kinds of soil are structurally weakened by large amounts of rain. The landslides produced by the destabilization of these soils have caused much damage in Panama. Chiriqui is a province that has seen an increase in landslides. This study, using historical meteorological and disaster data from 1985 until 2010, was focused on determining the relationship between the amount of average rainfall and the frequency of landslides in Chiriqui. The study found that Bugaba experienced the highest number of landslides during the study period and received considerable rainfall.

Keywords Landslides, rain, soil, Chiriqui.

Resumen La actividad antropogénica ha sido etiquetada durante mucho tiempo como la principal causa de desestabilización del suelo. Sin embargo, los factores naturales que incluyen la erosión del suelo y el exceso de lluvias también han sido algunas de las principales causas de deslizamientos de tierra. Panamá es un país con un clima tropical y tiene una variedad de suelos que son susceptibles a debilitarse por la lluvia. Algunos contienen una cantidad considerable de arcilla (Acrisols, Nitisols), mientras que otros no (Andosols). Ambos tipos de suelo son debilitados estructuralmente por grandes cantidades de lluvia. Los derrumbes producidos por la desestabilización de estos suelos han causado mucho daño en Panamá. Chiriquí es una provincia que ha visto un aumento en los deslizamientos de tierra. Este estudio, utilizando datos históricos meteorológicos y de desastres desde 1985 hasta 2010, se centró en determinar la relación entre la cantidad de precipitación promedio y la frecuencia de deslizamientos de tierra en Chiriquí. El estudio encontró que Bugaba experimentó el mayor número de deslizamientos de tierra durante el período de estudio y recibió lluvias considerables.

Palabras clave Deslizamientos, lluvia, suelos, Chiriquí.

* Corresponding author: david.heinz@wilkes.edu

1. Introduction

Landslides have been the focus of many studies in recent years due to their disruptive and destructive effects on human life and property. Expansion of urban centers through construction of roads and buildings has had a destabilizing effect on natural soil slopes. Though this effect has been increasing in recent time, there are other factors that cause destabilization in soils that are produced by the environment. Soil properties like clay content and permeability have a considerable effect on a soils ability to retain its structural strength under substantial loads or rainfall [1] [2]. It is common knowledge that rain affects the stability of soil in terms of load-bearing capacity due to the fact that as rain infiltrates into the soil, the soil moisture increases, which reduces the cohesion and shear strength of the soil [3][4].

The established relationship between rain and soil stability has led researchers, such as [5][6][7], to be more and more concerned with how much rain in given conditions will trigger or influence a landslide or other mass movements. Recently, statistical analysis of historical rain data in conjunction with historical landslide occurrences has enabled researchers to begin the process of creating modelling or prediction tools to characterize rain events as potential landslide-triggering events

[7][8][9]. Several studies deal with the use of rainfall thresholds as a method to sort out any landslides that were not caused by rainfall to isolate the rainfall amounts that caused landslides in the past [7][8][10]. These tools would then allow governments to use weather forecasts to predict the possibility of landslides and mobilize the necessary resources to reduce the amount of damage caused by the event. Although these methods of prediction do not necessarily give specific locations where the landslides would occur, they do provide warning of precipitation events that could cause failure in any unstable slopes. The purpose of this study is to analyze damage caused by landlsides and the magnitude of the cumulative rainfall preceding the landslide. This would then identify areas that are more prone to landslides than others based on historical data.

Panama is a country that experiences landslides frequently. Panama has a tropical climate that experiences only dry and rainy seasons that are characterized by little rain and large, intense rain events respectively [11]. The combination of the tropical climate and the increase in construction throughout urbanizing areas has resulted in larger numbers of landslides and greater subsequent impacts.

Panama's soil types also have considerable effects on landslide occurrences due to most of the soil types having considerable clay contents. Soils like Andosols and Nitisols are common (figure 1), but there is considerable variation in soil type in boundary areas where geology changes.

Figure 1. General soil map of Panama. Legend. Ah: Humic Andosols, Nd: dystric Nitisols, Od: dystric Histosols. Source: Food and Agriculture Organization (FAO) and United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) [12].

The purpose of this study is to determine what districts in the province of Chiriquí is most susceptible to landslides and what the rainfall conditions are in those districts.

2. Methodology

2.1 Study Area

The province of Chiriquí is on the western side of Panama and shares a border with Costa Rica. It is 6,491 km^2 (2506.2 mi^2) in area and constitutes the highest portion of the western highlands with a maximum elevation of 3.48 km (2.16 mi.) above sea level. The province is split up into 14 districts: Alanje, Barú, Boquerón, Boquete, Bugaba, David, Dolega, Gualaca, Remedios, Renacimiento, San Félix, San Lorenzo, Tierras Altas, and Tolé. It was chosen as the area of study due to the abundance of meterological stations and thereby meteorological data for that region. Landslide occurrences are becoming more common in this province, as there have been 22 significant landslide events between september and october, from 1986 to 1998.

The soil type of most of the region has played a part in this increase. Some of the soil types present in Chiriquí are a direct result of the weathering of underlying volcanic geology from Volcano Baru. The best example of this is represented by the ANum symbol in figure 2, which stands for Andosol. This type of soil is relatively young, has mineralogical similarities with its parent material, and low clay content.

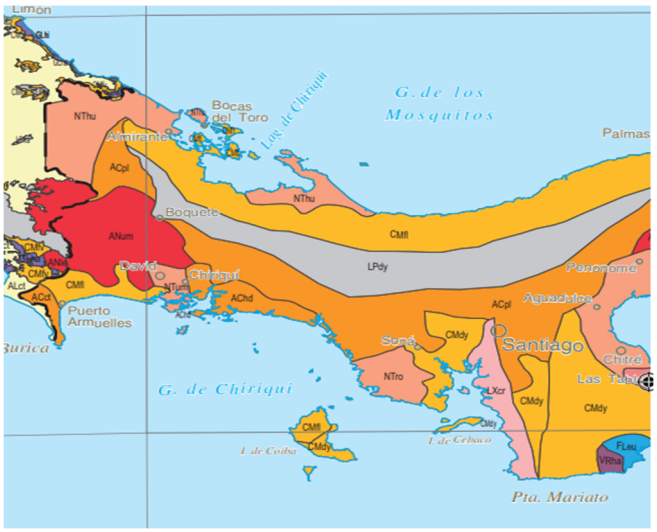


Figure 2. Soil map of Western Panama. (Legend:LPdy: Dystric Leptosols, CMfl: Ferralic Cambisols, ACct: Cutanic Acrisols, AChd: Haplic Acrisols, ACpl: Plinthic Acrisols, NTum: Umbric Nitisols, ANum: umbric Andosols) Source: Atlas de suelos de America Latina y el Caribe. (2014) [13].

The majority of Chiriquí is dominated by varieties of Acrisols (figure 2), which are often susceptible to erosion and dominated by stable, low-activity clays. There are also other soils in Chiriqui, like Andosols and Leptosols, which have low clay content, but are still influenced by rain to produce landslides once the soil is saturated enough to decrease surface friction (Seed, et al., 2008). Overall, rain is a major factor in

both the formation of the soils present in Chiriquí as well as on the soils structural stability.

2.2 Data collection

Rain data was collected from the online meterological database operated by Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.(ETESA), which is the governmental agency responsible for the development and maintenance of the power lines in Panama. The data collected were daily measurements of precipitation taken from 23 stations across the entirety of Chiriquí. The time frame of the data was from May through December and reaching from 1986 to 2010. The purpose for choosing May through december was to analyze the average amount of rain each district received over the course of the rainy season to establish average precipitation conditions in Chiriquí. The measurements from these stations were used for statistical analysis of the precipitation on each day within the study period (june-december 1986-2010). The data for the landslides were downloaded from a database called DesInventar, which is operated and supported by Sistema Nacional de Proteccion Civil (SINAPROC) and United Nations International System for Disaster Reduction (UNISDR), among others. The database contains records of disaster events which contain information on what elements were affected (i.e. number of people affected, number of deaths, number of homes affected) and the event that was responsible, like landslides. This data was compared to analyze for trends.

2.3 Statistical analysis

The daily rainfall averages were used to produce yearly average rain amounts received by each district. The data was graphed in a scatter plot and then compared to the landslide data generated by the DesInventar database. Many other studies use more complicated statistical and modelling methods to characterize rain events using much more specific parameters [3][6][7][8]. Comparison of the overall amount of precipitation received in each district with the landslides that occurred within the study period there provided insight into which districts in Chiriquí are more at risk to landslides.

3. Results

Boquete and Bugaba districts were found to have experienced the most landslides in Chiriquí during the study period. This can be seen in figure 3. Bugaba was by far the most prone to landslides with a total of 15 landslides occurring within the study period. Boquete followed in landslide frequency with 8 landslides occurring within the study period. Tole, Baru, and David experienced equal numbers of landslides, but only fractions of the number of landslides that occurred in Boquete and Bugaba.

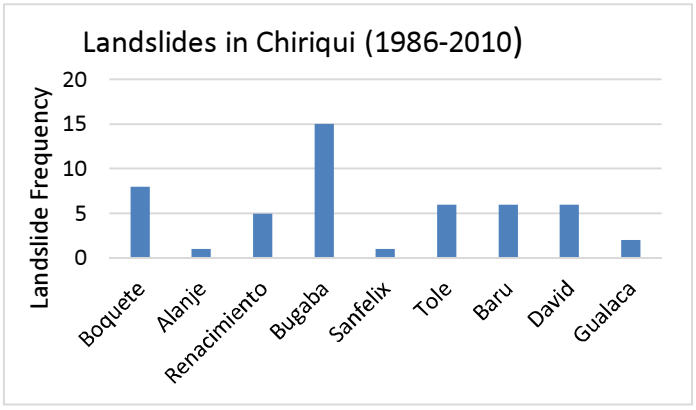


Figure 3. Landslide frequency for each district over the study period.

The rainfall data collected and averaged is displayed in figure 4 and gives further insight into the average precipitation conditions for each of the districts in question. Overall, San Felix seems to receive the greatest daily rainfall depths, but experienced the least landslides during the study period. Boquete and Bugaba received similar rainfall depths to districts that did not experience nearly as many landslides.

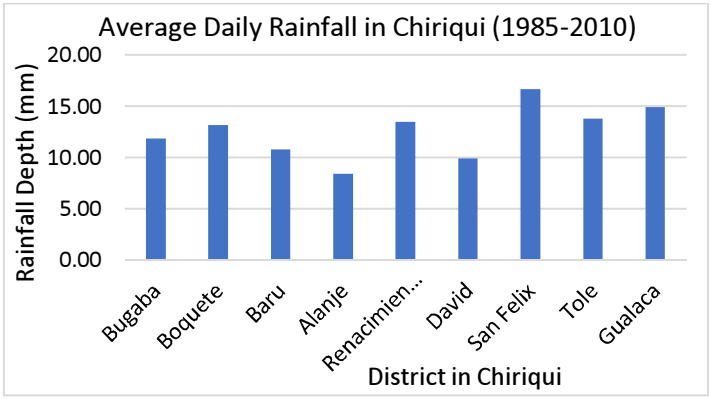


Figure 4. Average Daily Rainfall depths over the study period for each district in Chiriquí affected by landslides in the study period.

4. Discussion

The data presented in figures 4 and 5 seem to indicate that Boquete and Bugaba are the most prone to landslides in Chiriquí. The landslides that occurred in Boquete and Bugaba were possibly caused by lower average rainfall depths than other districts with fewer landslides. This is most likely due to the fact that Bugaba and Boquete have young, reactive soil that is more unstable than the more stable soil in areas like Tole and San Felix (see figure 2). Tole, Baru, and David are the next

most susceptible to landslides and less if not more rainfall on average.

5. Conclusions

The study indicates that Bugaba was the most susceptible to landslides based on historical data, and the conditions that the landslides occurred in were a combination of unstable soil and considerable rainfall. The rest of the districts were influenced by rainfall because their soils are more stable than Bugaba.

ACKNOWLEDGEMENT

I would also like to thank Dr. Grajales and Dr. Muñoz for helping determine the feasibility of this project and help with gaining access to the appropriate data. I would like to give a very special thank you to Dr. Casilda for the mentoring and supportive work she has done throughout the research period. Thanks, should also be given to Wilkes University, la Universidad Tecnológica de Panama, and the 100k Strong in the Americas program for making this opportunity possible.

REFERENCES

[1] Tofani, V., Bicocchi, G., Rossi, G., Segoni, S., D'ambrosio, M., Casagli, N., & Catani, F. (2017). Soil characterization for shallow landslides modeling: A case study in the northern apennines (central italy). Landslides, 14(2), 755-770. doi:http://dx.doi.org.ezproxy.wilkes.edu/10.1007/s10346-017-0809-8.

[2] Beyabanaki, S. A. R., Bagtzoglou, A. C., & Anagnostou, E. N. (2016). Effects of groundwater table position, soil strength properties and rainfall on instability of earthquake-triggered landslides. Environmental Earth Sciences, 75(4), 1-13. doi:10.1007/s12665-016-5277-2.

[3] Ho, K. K., S., Chao, P. A., Lau, T. M., F., & De Silva, S. (2013). Investigation of the 20 august 2005 fatal landslide at fu yung shan tsuen, hong kong. Landslides, 10(3), 285-297.doi:http://dx.doi.org.ezproxy.wilkes.edu/10.1007/s10346-012-0332-x.

[4] Galeandro, A., Doglioni, A., Simeone, V., & Šimůnek, J. (2014). Analysis of infiltration processes into fractured and swelling soils as triggering factors of landslides. Environmental Earth Sciences, 71(6), 2911-2923. doi:10.1007/s12665-013-2666-7.

[5] Iadanza, C., Trigila, A., & Napolitano, F. (2016). Identification and characterization of rainfall events responsible for triggering of debris flows and shallow landslides. Journal of Hydrology, 541, 230-245. doi: 10.1016/j.jhydrol.2016.01.018.

[6] Borga, M., Stoffel, M., Marchi, L., Marra, F., & Jakob, M. (2014). Hydrogeomorphic response to extreme rainfall in headwater systems: Flash floods and debris flows. Journal of Hydrology, 518, 194-205. doi:10.1016/j.jhydrol.2014.05.022.

[7] Zêzere, J. L., Vaz, T., Pereira, S., Oliveira, S. C., Marques, R., & Garcia, R. A. C. (2015). Rainfall thresholds for landslide activity in portugal: A state of the art. Environmental Earth Sciences, 73(6), 2917-2936. doi:10.1007/s12665-014-3672-0.

[8] Piciullo, L., Gariano, S. L., Melillo, M., Brunetti, M. T., Peruccacci, S., Guzzetti, F., & Calvello, M. (2017). Definition and performance of a threshold-based regional early warning model for rainfall-induced landslides. Landslides, 14(3), 995-1008. doi:10.1007/s10346-016-0750-2.

[9] De Oliveira, N. S., Rotunno Filho, O. C., Marton, E., & Silva, C. (2016). Correlation between rainfall and landslides in nova friburgo, rio de janeiro--brazil: A case study. Environmental Earth Sciences, 75(20), 1-12. doi:http://dx.doi.org.ezproxy.wilkes.edu/10.1007/s12665-016-6171-7.

[10] Sengupta, A., Gupta, S., & Anbarasu, K. (2010). Rainfall thresholds for the initiation of landslide at lanta khola in north sikkim, india. Natural Hazards, 52(1), 31-42. doi:10.1007/s11069-009-9352-9.

[11] Hidromet.com.pa. (2018). Panama Hydrologic Regime - Hidrometeorología de ETESA. [online] Available at: http://www.hidromet.com.pa/regimen_hidrologico.php?idioma=ing [Accessed 26 Jul. 2018].

[12] UNESCO. Food and Agriculture Organization (FAO) and United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization.

[13] Atlas de suelos de America Latina y el Caribe. (2014). Luxemburgo: Oficina de publicaciones de la Unión europea.

TRI-CRO: aplicación para la comprobación, resolución de triángulos rectángulos, oblicuángulos y almacenamiento temporal de datos

TRI-CRO: application for the verification, resolution of rectangle triangles, oblicuangles and temporary storage of data

Luciano Guevara [1], Heidy Calderón [1], Luis Sánchez [1], Tejedor Morales María Yahaira[1]*
[1]Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Coclé, Grupo de Investigación SoftSolution Group

Resumen Debido a la falta de interés por las matemáticas de los estudiantes en nuestro país se hizo necesario un estudio acerca de las causas de esta problemática, y desarrollar formas de motivar a los estudiantes a mejorar su rendimiento académico. En este artículo se presenta el diseño, desarrollo e implementación de TRI-CRO, una aplicación desarrollada en Java capaz de comprobar, resolver y almacenar problemas matemáticos como: triángulos rectángulos y triángulos oblicuángulos mediante un arreglo de objetos. En primer lugar, se presentan los recursos utilizados en el desarrollo de la aplicación, como lo son el *software* de desarrollo, algoritmos, fórmulas, las cuales se mencionan: ley del seno, ley del coseno, funciones trigonométricas y teorema de Pitágoras. Seguido la metodología, analiza en primera instancia, captar datos por parte del estudiante, como responde la aplicación, si es efectiva en los resultados que arroja, desarrollada con una interfaz gráfica interactiva con el usuario. Finalmente, se desarrolló una investigación para evaluar la aplicación. Para ello se sometió a prueba con una muestra de 20 estudiantes de primer año de la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Coclé con la finalidad de medir la efectividad de la aplicación dentro del contenido de la asignatura Matemáticas I, además de promover el aprendizaje de las matemáticas a este nivel educativo, planteando la posibilidad de la implementación de herramientas tecnológicas como estrategia de estudio de los docentes.

Palabras clave Triángulos rectángulos, triángulos oblicuángulos, arreglo de objetos, almacenamiento temporal.

Abstract Due to the lack of interest in the mathematics of students in our country, it became necessary to study the causes of this problem and develop ways to motivate students to improve their academic performance. This paper presents the design, development and implementation of TRI-CRO, an application developed in Java capable of checking, solving and storing mathematical problems such as: right triangles and oblique triangles through an array of objects. In the first place, the resources used in the development of the application are presented, such as the development *software*, algorithms, formulas, which are mentioned: sine law, cosine law, trigonometric functions and Pythagoras theorem. Following the methodology, analyze in the first instance, capture data by the student, how the application responds, if it is effective in the results it produces, developed with an interactive graphic interface with the user. Finally, a research was developed to evaluate the application. To this end, a sample of 20 first-year students from the Technological University of Panama, Coclé Regional Center, was tested with the aim of measuring the effectiveness of the application within the contents of the subject Mathematics I, in addition to promoting learning of mathematics at this educational level, raising the possibility of the implementation of techno-logical tools as a strategy for the study of teachers.

Keywords Rectangular triangles, oblique triangles, array of objects, temporary storage.

* Corresponding author: luciano.guevara@utp.ac.pa

1. Introducción

"Las matemáticas, además de desarrollar la intuición y el espíritu crítico, constituyen un elemento insustituible de formación en el rigor, formalismo y razonamiento" [1].

Se puede evidenciar la importancia que tiene el aprendizaje de las matemáticas en el proceso de formación de los estudiantes. Sin embargo, muchos jóvenes en nuestro país no sienten interés en ellas, convirtiéndose en un gran problema en la actualidad.

En el 2009, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), realizó el informe PISA. Este informe se encarga de evaluar la calidad de los estudiantes en cuanto a las matemáticas, ciencias y habilidad lectora,

quedando nuestro país entre los tres últimos lugares de 65 países que participaron.

El informe PISA es el Programme for International Student Assessment, conocido en español como Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes [2].

Según Guillermo Dávila Rascón "El aprendizaje de las matemáticas se dificulta a niños y jóvenes, pues el modelo de enseñanza utilizado en las aulas es inadecuado para la manera que funciona el cerebro, que no está hecho para memorizar" [3].

Actualmente, los estudiantes no desarrollan sus tareas, por el hecho de no entender la metodología de estudio de sus profesores, estos se retiran a sus hogares con dudas por temor a preguntar sobre ellas, y como pueden tratan de hacer sus prácticas sin tener un medio para comprobar sus respuestas. Si bien existen calculadoras capaces de realizar grandes cálculos, a nivel educativo, carecen de ellas. Por esta razón, el estudio consiste en el desarrollo de *Triangles Checker of Rectangular and Oblique* TRI-CRO, una aplicación capaz de realizar cálculos matemáticos complejos como lo son: triángulos rectángulos y triángulos oblicuángulos, temas que fueron escogidos dentro del contenido de la asignatura Matemáticas I de la Universidad Tecnológica de Panamá por su nivel de complejidad, en busca de impulsar el aprendizaje de las matemáticas mediante herramientas tecnológicas e implementarlas en las estrategias didácticas de los docentes.

La aplicación, además de realizar dichos cálculos, brinda al usuario la posibilidad de almacenar los datos de cada problema ingresado; asignando automáticamente un código de identificación a cada uno, pudiendo acceder a ellos en cualquier momento durante la ejecución de la aplicación.

Las secciones de la investigación realizada se describen a continuación, iniciando con los antecedentes, luego se presentan los materiales y metodología, seguidamente los resultados obtenidos, para terminar, se presentan las conclusiones y las recomendaciones.

2. Antecedentes

Para la elaboración de TRI-CRO, se investigó de antemano las características que presentan los triángulos, por ejemplo:

- Un lado de un triángulo es siempre menor a la suma de los otros dos lados ($a < b + c$), pero mayor que su diferencia ($a > b - c$).
- La suma de todos los ángulos interiores da siempre 180º ($A + B + C = 180º$) [4].

De no cumplirse con estas condiciones, no sería llamado triángulo.

Un triángulo rectángulo es aquel que tiene un ángulo recto igual a 90º y dos ángulos agudos menores de 90º [5].

Un triángulo es oblicuángulo si ninguno de sus ángulos internos es un ángulo recto, es decir, es aquel que no es rectángulo [6].

Existen algunas aplicaciones que desempeñan este tipo de cálculos, sin embargo, sus funciones carecen de interacción con el usuario [7]. Esto abrió la posibilidad de mejorar e implementar el nuevo algoritmo para realizar cálculos de manera más dinámica y eficiente, utilizando una estructura de datos como lo es un arreglo de objetos utilizado para el almacenamiento de los resultados obtenidos en cada problema, mediante el lenguaje de programación Java.

3. Materiales y métodos

En esta sección se muestran los materiales y la metodología utilizada para el desarrollo de TRI-CRO.

3.1 *Software*

Durante la programación de la aplicación se utilizó el entorno integrado de desarrollo NetBeans en su versión más reciente 8.2 de la compañía Oracle, la cual permite el uso de diferentes lenguajes de programación, siendo Java el escogido por la particularidad de ser orientado a objetos.

"La tecnología orientada a objetos se define como una metodología de diseño de *software* que modela las características de objetos reales o abstractos por medio del uso de clases y objetos" [8].

Figura 1. Menú principal de TRI-CRO.

3.2 Obtención de datos

Los ángulos y lados de cada triángulo son ingresados por el usuario, los cuales son obtenidos por medio de la interfaz gráfica de Java diseñada con formularios JFrame, esta ventana brinda al usuario la posibilidad de escoger el caso del problema, habilitando los campos para el ingreso de este, posteriormente distribuidos a las clases donde se realizan los cálculos.

Figura 2. Interfaz gráfica para el ingreso y comprobación de triángulos oblicuángulos.

Figura 3. Interfaz para el ingreso de datos y comprobación de triángulos rectángulos.

3.3 Fórmulas

Para hacer los cálculos de las diferentes operaciones que posee TRI-CRO, se tradujeron las fórmulas del lenguaje matemático convencional a un lenguaje de programación, haciendo uso de la librería Math que tiene Java. Como lo muestran los siguientes recuadros:

```
Public double AngCos(double lado 1, double lado2, double lado3){
Double ang= (Math.pow(lado1,2)+Math.pow(lado2,2)-Math.pow(lado3,3))/(2*lado1*lado2);
Doublé angulo= Math.acos(ang)/Math.PI/180;
return angulo;}
Public double AngSen (double lado1, double lado2, double angO){
Double ang=((Math.sin(angO*Math.PI/180)*lado1))/(lado2);
Double angulo1=Math.asin(ang)/Math.PI/180;
Return angulo1;}
```

Figura 4. Fórmulas matemáticas traducidas a lenguaje de programación Java.

```
Public double LadoSen(double lado1, double ang1, double ang2){
double lado=(Math.sin(ang2*Math.PI/180)*lado1)/(Math.sin(ang1*Math.PI/180));
Return lado;}
Public double LadoCos (double lado1, double lado 2, double angO){
Double lado=Math.sqrt(Math.pow(lado1,2)+Math.pow(lado2,2)-2*lado1*lado2*Math.cos(angO*Math.PI/180));Return lado;}
```

Figura 5. Otras fórmulas matemáticas traducidas a lenguaje de programación Java.

3.3.1 Teorema de Pitágoras

Fórmula general del teorema de Pitágoras para el cálculo de la hipotenusa si es ingresado los catetos a y b en triángulos rectángulos.

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad (1)$$

3.3.2 Funciones Trigonométricas

Fórmulas para el cálculo de triángulos rectángulos si es ingresado un lado y un ángulo.

$$sen\ \emptyset = \frac{a}{c} \sec \emptyset = \frac{b}{c}\ tan\emptyset = \frac{a}{b}$$
$$csc\ \emptyset = \frac{c}{a} \sec \emptyset = \frac{c}{b}\ cot\emptyset = \frac{b}{a} \quad (2)$$

3.3.3 Ley del Seno

Fórmula utilizada para evaluar triángulos oblicuángulos cuando se dan los casos siguientes:

1. Dado un lado y dos ángulos.
2. Dado dos lados y el ángulo opuesto a uno de ellos.

$$\frac{a}{sen\ A} = \frac{b}{sen\ B} = \frac{c}{sen\ C} \quad (3)$$

3.3.4 Ley del Coseno

Fórmula empleada para los siguientes casos de triángulos oblicuos:

1. Dado dos lados y el ángulo entre ellos.
2. Dado tres lados y ningún ángulo.

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos A} \quad (4)$$

$$b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2ac\cos B} \quad (5)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos C} \quad (6)$$

3.3 Cálculos

Los cálculos se realizan dentro de dos clases distintas, primeramente, la clase TrianguloRect para los triángulos rectángulos y segundo la clase TrianguloOblic para los oblicuángulos. Cada una posee atributos y métodos donde se envían los valores ingresados por el usuario desde la interfaz gráfica (métodos set()) encargados de asignar los datos en donde se efectúan los cálculos internamente sin mostrarlos, para luego comprobar las respuestas obtenidas por el usuario, de no coincidir, muestra en pantalla mediante (métodos get()) los resultados de cada lado y ángulo del problema presentado:

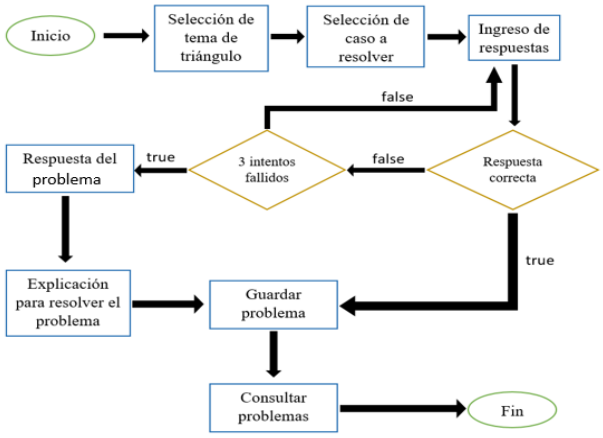


Figura 6. Diagrama de flujo de TRI-CRO.

3.4 Funcionalidad

TRI-CRO permite escoger qué tipo de triángulo va a introducir. Dentro de las funcionalidades de los triángulos rectángulos y oblicuángulos, se despliegan todos los casos posibles, de manera que le sea sencillo elegir al usuario, habilitando solo los campos donde debe ingresar los datos, calculando los lados, ángulos y funciones trigonométricas de cada triángulo sin mostrarlos, luego el usuario debe ingresar sus respuestas, las cuales son comparadas con los datos ingresados en principio, mandando un mensaje indicando si está correcta o no la respuesta. De no estar bien la respuesta, se despliega un mensaje incitando al usuario a intentarlo nuevamente, pasado el tercer intento se habilita el botón de respuesta, el cual mostrará los resultados de cada problema.

Finalmente, permite al usuario almacenar mediante un arreglo de objetos los resultados de cada operación de forma temporal durante el tiempo de ejecución del programa, asignando automáticamente a cada problema un código de identificación y así obtener los resultados previos sin tener que volver a ingresar los datos, siendo esta última de gran ayuda en cuanto al ahorro de tiempo en la realización de las tareas.

3.5 Implementación

TRI-CRO fue sometida a prueba analizando problemas de triángulos rectángulos y oblicuángulos, midiendo así la factibilidad en los resultados, de manera que el usuario al ingresar sus datos compruebe las respuestas con total confiabilidad.

Luego, se realizó dos encuestas con una muestra de 20 estudiantes de primer año de la Universidad Tecnológica de Panamá C.R. de Coclé dentro de la asignatura Matemáticas I, para obtener información acerca de la razón principal por la cual se les dificulta el aprendizaje de las matemáticas, también, si una herramienta tecnológica podría motivar y ayudar a comprender mejor esta materia, por último, se midió la efectividad de la aplicación, permitiendo a los estudiantes el uso de ella.

Figura 7. Estudiantes encuestados.

4. Resultados

En las pruebas realizadas a TRI-CRO, se comprobaron respuestas a problemas de todos los casos posibles de triángulos rectángulos y oblicuángulos, acertando en cada uno de ellos.

Los resultados de las encuestas realizadas a los 20 estudiantes de primer año se muestran en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Resultados relevantes de la encuesta

Resultados de la encuesta				
¿Por qué se les dificulta el aprendizaje y entendimiento de las matemáticas?	Temor por preguntar	Metodología del profesor	Falta de confianza con el docente	Falta de motivación
	4(20%)	10(15%)	3 (15%)	3 (15%)
¿Una herramimenta tecnológica les ayudaría a comprender mejor las matemáticas?	Sí		No	
	20 (100%)		0 (0%)	

Se obtuvo que la dificultad más común que presentan los estudiantes con las matemáticas se debe a la metodología de estudio del docente, de igual forma, se alcanzó una favorable aceptación del uso de este tipo de herramientas tecnológicas para ayudar a motivar y comprender esta materia.

Tabla 2. Resultados de la encuesta

Resultados de la encuesta		
¿Cómo les pareció la aplicación?	Fácil de usar, diseño agradable de la interfaz	No fue tan sencillo de utilizar
	15(75%)	5 (25%)

A los estudiantes que hicieron uso de TRI-CRO, primeramente, se les explicó brevemente su funcionamiento, luego, sabiendo manejar solos la aplicación, comprobaron algunos problemas.

De los encuestados, un 75% afirmó que la misma posee un diseño agradable y fácil de entender.

Mientras que el 25% dijo que no fue tan sencilla de utilizar, recibiendo sugerencias tales como:

- Cambiar el tipo de fuente de las instrucciones.
- Utilizar colores más llamativos.

Sin embargo, la aplicación fue recibida de una manera muy positiva.

Figura 8. Estudiantes probando la aplicación.

Por último, se sugirió la posibilidad del uso de TRI-CRO dentro de las estrategias de estudio de la profesora de Matemáticas I de la Universidad Tecnológica de Panamá Centro Regional de Coclé, Julia Lombardo, a la hora de dar inicio con los temas abordados por la aplicación. Siendo aceptada la propuesta se realizaron prácticas y talleres utilizando la aplicación como parte de las asignaciones dadas por la profesora a los estudiantes.

5. Conclusiones

Se logró implementar a TRI-CRO como un recurso tecnológico de la profesora de matemáticas de la Universidad Tecnológica de Panamá C.R. de Coclé Julia Lombardo, dentro de la asignatura Matemáticas I, impulsando el aprendizaje de las matemáticas, motivando a los estudiantes a desarrollar sus prácticas, teniendo un modo de comprobar sus respuestas.

El diseño de la interfaz fue percibido como agradable y fácil de utilizar por los estudiantes que formaron parte de las pruebas de la aplicación.

Las encuestas realizadas, pueden ser utilizadas para futuras referencias en proyectos e investigaciones vinculadas con herramientas tecnológicas asociadas al estudio de las matemáticas a este nivel educativo.

6. Recomendaciones

- Desarrollar nuevas metodologías y estrategias de estudio más dinámicas, utilizando herramientas tecnológicas.
- Mejorar el diseño de la aplicación, habilitando otras funciones para la comprobación de respuestas.
- Desarrollar métodos para mostrar gráficamente cada triángulo en forma precisa.
- Utilizar otro tipo de estructuras de datos para almacenar de manera distinta los resultados de las operaciones.
- Implementar la aplicación también para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

AGRADECIMIENTO

A la profesora Julia Lombardo de la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Coclé, por el espacio y tiempo brindado con sus estudiantes al momento de la recopilación de datos y pruebas.

REFERENCIAS

[1] J. Sepulcre. (2013, Jun.). ”Matemáticas en la vida cotidiana”, [Online]. Available: http://www.diarioinformacion.com/opinion/2013/06/15/matematicas-vida-cotidiana/1385553.html [Accessed: Mayo: 2018].

[2] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. (2018). ”PISA”, [Online]. Available: https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ [Accessed: Mayo: 2018].

[3] G. Dávila. (2013, Aug.). “Aprendizaje de matemáticas se dificulta por enseñanza inadecuada en aulas”, [Online]. Available: http://pulsoslp.com.mx/2013/08/07/aprendizaje-de-matematicas-se-dificulta-por-ensenanza-inadecuada-en-aulas-experto/ [Accessed: Mayo: 2018].

[4] S. Lasso. (2016, May.). “Triángulos, que es, características y fórmulas”, [Online]. Available: https://www.aboutespanol.com/triangulo-que-es-caracteristicas-y-formulas-180131 [Accessed: Mayo: 2018].

[5] Centro de Estudios, Didáctica y Capacitación. Academia y tecnología. (2015). “Resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos”, [Online]. pp. 2. Available: http://cedicap.ailosabe.com/PDF/Resoluci%C3%B3n%20de%20Tri%C3%A1ngulos.-%20CEDICAPED.pdf [Accessed: Mayo: 2018].

[6] Centro de Estudios, Didáctica y Capacitación. Academia y tecnología. (2015). “Resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos”, [Online]. pp. 4. Available:

http://cedicap.ailosabe.com/PDF/Resoluci%C3%B3n%20de%20Tri%C3%A1ngulos.-%20CEDICAPED.pdf [Accessed: Mayo: 2018].

[7] (2018, Mar.). "Aplicaciones para resolver triángulos rectángulos y oblicuángulos", [Online]. Available: https://www.androidesapk.com/aplicaciones-resolver-triangulos-rectangulos-oblicuangulos/ [Accessed: Mayo: 2018].

[8] J. De los Ángeles. (2003). "Intro_poo", [Online]. pp. 1. Available: http://pdi.topografia.upm.es/m.manso/docencia/Informatica_plan92/Curso-2002-2003/poo.pdf [Accessed: Mayo: 2018].

Propuesta de densificación energética de residuos y recursos biomásicos mediante peletización

Proposal for energy densification of waste and biomass resources through pelletization

*Gregory Marin[1], Josimar Pérez[1], Orlando Aguilar[2]**

[1]Estudiantes de Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Panamá,

[2]Profesor, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen En la actualidad el mundo está en la búsqueda de nuevas formas de aprovechar las energías limpias. Una oportunidad en este sentido lo son los desechos orgánicos producidos por las actividades humanas o de forma natural en el ambiente. Otra oportunidad prometedora son los cultivos energéticos como recursos biomásicos. Este trabajo presenta una propuesta de investigación para la utilización de residuos orgánicos sólidos, tales como papel y cartón, restos de poda de áreas verdes, restos de madera y material biomásico proveniente de la Paja Canalera (un tipo de hierba alta relacionado con la caña de azúcar), para producir un combustible sólido mediante la peletización de dichos materiales. Se evaluarán las propiedades físico-químicas y el poder calorífico por unidad de volumen, del material obtenido.

Palabras clave Biomasa, biocombustible sólido, materia orgánica, densificación, pélets, Paja Canalera.

Abstract Currently, the world is searching for new ways to take advantage of clean energy. An opportunity in this sense, are the organic wastes produced by human activities or naturally in the environment. Another promising opportunity is energy crops as biomass resources. This work presents a research proposal for the use of solid organic wastes, such as paper and cardboard, pruning remains, wood remnants and biomass material from Paja Canalera (a tall grass type related to sugar cane), to produce solid fuel by pelletizing said materials. The physical-chemical properties and calorific value per unit of volume of the material obtained will be evaluated.

Keywords Biomass, solid biofuel, organic material, densification, pellets, Paja Canalera.

* Corresponding author: orlando.aguilar@utp.ac.pa

1. Introducción

La Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) presenta en sus instalaciones una gran cantidad de residuos sólidos que pueden ser usados como recurso biomásico. Estos materiales pueden ser sometidos a un proceso de compactación llamado peletización. Mediante este proceso, un gran volumen de material puede compactarse en un volumen mucho más pequeño, con lo cual, la densidad del material aumenta drásticamente, aumentando también así, su densidad energética. Entre los residuos se puede mencionar en el caso del campus Víctor Levi Sasso, restos de jardinería, que se componen de gran cantidad de hojas y restos provenientes de los árboles circundantes en el Campus. Además, se conoce que el campus de la UTP genera un promedio de 755 kg de residuos sólidos diariamente, los cuales pueden ser adecuados mediante distintos procesos para su aprovechamiento energético [1].

La peletización de biocombustibles sólidos para uso térmico constituye una opción real para la revalorización de los residuos. En los últimos años, la producción y comercialización de productos biomásicos densificados ha experimentado un significativo aumento [2].

Los pélets son elementos densificados de forma cilíndrica, con diámetros entre 4 y 12 mm y longitudes de 10 a 30 mm, utilizados como combustible. Si esos pélets se producen a partir de residuos orgánicos, presentan ventajas frente a otros tipos de combustible, ya que se trata de una fuente de energía renovable con balance neutro de CO_2, por lo que su uso contribuye a la reducción significativa de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por todo ello, la biomasa densificada representa un combustible de cierta relevancia en todo el mundo [3].

1.1 Generalidades y terminología

El concepto de biomasa comprende todo tipo de materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal, y que está formada gracias a la fotosíntesis directamente (como los vegetales) o indirectamente (por la digestión de los vegetales). Por su propia definición, la biomasa abarca un amplio conjunto de productos orgánicos que se caracterizan por su heterogeneidad tanto en lo referente a su origen como a su

naturaleza intrínseca, si bien puede afirmarse que cualquiera definición de biomasa debe englobar obligatoriamente dos términos: orgánico y renovable [4].

La utilización de biomasa para calefacción y la generación energética se está volviendo cada vez más importante, debido al deseo de reducir las emisiones de dióxido de carbono a la átmosfera. Debido a la gran disponibilidad de biomasa de origen vegetal, esta puede ser utilizada como fuente sostenible cuando se emplea como combustible. Sin embargo, en ciertas ocasiones, se presenta una distancia considerable entre la fuente de suministro y el lugar de utilización, esto crea un costo adicional en lo referente al manejo y transporte del material.

Materiales de origen vegetal como lo son la madera, tienen la tendencia de poseer una consistencia porosa y densidades bajas. Para incrementar dicha densidad, el material puede ser comprimido a forma de pélet, utilizando un proceso mecánico en el que la presión es aplicada al material con el propósito de aplastar su estructura celular y de ese modo incrementar su densidad.

Los mayores beneficios de la peletización son: mayores densidades, menores costos de transporte y almacenaje, composición y tamaño estandarizado del material (lo que permite automatización en los procesos de alimentación a las calderas).

Los materiales más comunes utilizados en la peletización son residuos de madera (como lo son el aserrín), residuos agrarios (como lo es la paja), productos de desecho de la industria alimenticia y cultivos de combustible (como lo son los usados para la producción de bioetanol y similares).

1.2 Parámetros fundamentales en los pélets

Un buen combustible sólido y en especial, los que son producidos por recursos biomásicos, debe presentar características o parámetros que garanticen que sean óptimos para su producción. A continuación, se menciona la definición y los parámetros más importantes de los pélets y se destaca que no son los únicos parámetros de medición, pero analizar estos mismos parámetros antes de completar el proceso de peletización es de suma importancia para comparar la factibilidad del proceso, ya que en la actualidad es costoso y conlleva a energía adicional para su producción:

- ✓ Humedad: Presente en un residuo suele estar determinada por el contenido de agua de la biomasa y por el proceso de separación o extracción del residuo biomásico del producto primario. El contenido de humedad influye en el comportamiento de la combustión, así como en la temperatura adiabática de la llama y en el volumen de gases por unidad de energía producida. Por lo tanto, se trata de un parámetro que afecta directamente a la eficacia de la combustión [5].
- ✓ Densidad aparente: La densidad real de un producto biomásico se define como el cociente entre la masa y el volumen original, mientras que la densidad aparente es la correspondiente al volumen ocupado en la práctica, incluyendo tanto huecos como espacios vacíos en el almacenamiento. La mayoría de los residuos biomásicos presentan densidades aparentes bajas, debido a su estructura porosa, con valores que van desde 40 a 150 kg/m^3 para las biomasas herbáceas, que en este estudio son los más importantes. Una elevada densidad aparente supone una considerable ventaja respecto a otros productos, ya que permite almacenar una mayor cantidad de energía en un mismo volumen.
- ✓ Distribución granulométrica: Es una característica muy importante de los residuos biomásicos y afecta al dimensionamiento de los sistemas de almacenamiento y transporte de los mismos, así como el proceso de densificación y consecuentemente al diseño del sistema de combustión. El tamaño y la forma de las partículas influyen directamente en las propiedades físicas, químicas y mecánicas, tanto de los residuos originales como de los pélets fabricados [6].
- ✓ Análisis elemental: El conocimiento de la composición elemental de un residuo biomásico resulta de gran importancia para estimar las propiedades térmicas como potencial combustible. Se tiene un estudio que establece relaciones directas entre el poder calorífico y porcentajes de carbono, hidrógeno y oxígeno [7]. Además, el análisis elemental permite detectar posibles elementos generadores de emisiones nocivas como el nitrógeno y el azufre.
- ✓ Poder calorífico: Es una medida de la energía química intrínseca en un biocombustible, energía que se libera durante la combustión. Es una propiedad muy importante de los combustibles sólidos, ya que se emplea para el diseño y explotación de calderas.

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

Esta investigación se está llevando a cabo en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Panamá, Extensión de Tocumen, Panamá, República de Panamá. Los materiales que serán procesados consisten principalmente de residuos generados en las instalaciones de la UTP, tales como papel, cartón, madera, hojas de árbol secas, restos de poda, así como biomasa de Paja Canalera, cascarilla de arroz, caña de azúcar y aserrín de madera, entre otros. Los residuos serán triturados mediante una Picadora/Trituradora de forraje, marca Trapp, modelo TRF-300, con un motor monofásico de 2CV @ 60Hz de 110V. Posteriormente serán compactados en pélets mediante un equipo peletizador con una capacidad global de 75-100 kg/h y con un dado o matriz con orificios de 5 mm de diámetro, impulsada por un motor eléctrico de 2.2 kW monofásico de 110V. El dado o matriz puede modificarse para variar el diámetro de los pellets.

El poder calorífico de los diferentes materiales se medirá mediante una bomba calorimétrica IKA C2000. La humedad asociada al material al momento de peletizar se medirá haciendo uso de un horno secador y una balanza electrónica.

2.2 Metodología

La investigación tiene como eje principal cuantificar y analizar de forma física y química la calidad del combustible sólido obtenido a partir de la biomasa a través de la técnica de peletización. Para tal finalidad se seguirá la siguiente metodología:

- ✓ Se realizará análisis próximo de los recursos biomásicos a utilizar, en el cual se determina el contenido de humedad, cenizas, materia volátil y carbón fijo expresados en porcentaje en peso del material, siguiendo los procedimientos normados por ASTM.
- ✓ Se realizará un proceso de pretratamiento a los recursos biomásicos previo al proceso de trituración y peletización.
- ✓ Se evaluará diversas humedades y niveles de trituración para tener el material con tamaños uniformes para el posterior proceso de peletización.
- ✓ El material será secado al aire y se llevará un control diario de su humedad hasta alcanzar los niveles de diseño para peletización.
- ✓ Una vez alcanzados la humedad y tamaño de grano adecuados, se realizará el proceso de peletización, siguiendo estándares de producción de pélets.
- ✓ Los pélets serán almacenados en un contenedor seco para su posterior análisis energético mediante combustión y evaluación del poder calorífico.
- ✓ Colección y análisis de datos.
- ✓ Presentación de resultados.

3. Muestreo y experimentación

En este estudio se utilizarán tres recursos biomásicos los cuales son las hojas de los bosques y parques que rodean la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), la especie invasora Paja Canalera y los residuos de aserrín provenientes de los laboratorios de la UTP.

3.4 Muestreo y proceso de experimentación

Se agruparán los tres tipos de biomasas que se tendrán en el estudio y se analizarán cualitativamente las mismas.

Primero se debe reducir el tamaño de la partícula del material como procedimiento previo al peletizado. Para dicho propósito se empleará una Picadora/Trituradora de material forrajero marca Trapp modelo TRF-300. Esta cuenta con un conjunto de 10 martillos y 2 cuchillas para motor monofásico de 2CV @ 60Hz de 110V. Se tiene la opción de utilizar alguno de los cuatro tamices incluidos con la misma: 0.8, 3, 5 y 12 mm y así controlar el tamaño de los granos (granulometría) y hacer más uniforme las partículas. Dependiendo del tipo de material con el que se vaya a trabajar sea hojas o granos, se tiene diferentes capacidades de triturado. Para ración verde de 700 a 1400 kg/h, trozos gruesos de 200 a 500 kg/h, para grano quebrado de 300 a 820 kg/h, para granos finos de 150 a 300 kg/h y para hojuelas finas de 50 a 80 kg/h. Después se debe medir la humedad que se tiene en las muestras. Se realizarán grupos de muestras variando la humedad utilizando un secado previo para variar los niveles y la otra variable será el tamaño de los granos y su distribución para luego proceder a peletizar las muestras.

Para tal finalidad se utilizará una peletizadora que tiene una capacidad global de 75-100 kg/h y cuenta con un dado con orificios de 4mm de diámetro. Esta máquina es impulsada por un motor eléctrico de 2.2kW monofásico de 110V. El dado o matriz puede modificarse para variar los diámetros de los pélets, pero en este estudio se mantendrán fijas.

3.2 Ecuaciones

En el estudio de los pélets como se ha indicado anteriormente, influyen muchos parámetros, para este caso se utilizarán equipos para medir y hacer un análisis estadístico entre una variable y dos parámetros constates, específicamente la variable será la humedad, que tiene una relación estrella con la masa y la durabilidad, por lo que estos parámetros se medirán de forma experimental y teórico con las siguientes ecuaciones:

La durabilidad de los pellets se expresa en PDI (Índice de Durabilidad de Pellets por sus siglas en inglés). Esto representa la cantidad de material que se desprende del pellet debido a presiones neumáticas o mecánicas a las cuales son sometidos. El PDI se calcula como un porcentaje de peso antes y después de la medida.

$$PDI = \frac{m_2}{m_1} * 100 \quad (1)$$

m_1 se toma como la masa antes de la prueba,
m_2 como la masa después.

La dureza representa la fuerza necesaria para aplastar el pellet. Los pellets con mayor dureza tienen mejor calidad y mayor masa por unidad de volumen.

El nivel de humedad en los pélets se expresa como índice WI (Wettability Index). Este se mide pesando un pélet y luego introduciéndolo en agua durante 30s para ser pesado nuevamente. El índice se calcula como el porcentaje de la diferencia de peso antes y después de la prueba.

$$WI = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100 \quad (2)$$

4. Resultados y discusión

De este estudio se espera cuantificar los residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Panamá con capacidad de ser utilizados como combustible sólido, mediante su densificación energética a través de peletización. Se espera además, la caracterización de los pélets mediante análisis de las propiedades físicas, químicas y energéticas, especialmente

aquellas cuya influencia será mayor en el proceso de combustión como la humedad y su influencia en los demás parámetros importantes para obtener un pellet adecuado, en base a normativa europea.

Al densificar esos residuos sólidos, se mejorarán sus propiedades fisicoquímicas, resultando en un combustible sólido útil y obtenido a partir de residuos, que, de otra forma, irían a parar al vertedero municipal de la Ciudad de Panamá. Mediante este estudio, se generará información útil sobre el comportamiento térmico de los productos densificados, de donde se podrá observar las ventajas económicas y energéticas en comparación con el material crudo (no densificado).

Finalmente, este estudio brindará información que posibilite la exploración de nuevos recursos como combustible sólido alternativo para uso en calderas y hornos, así como en otras aplicaciones industriales.

5. Conclusiones preliminares

La peletización figura como una viabilidad real de aprovechamiento térmico, ya que los productos obtenidos pueden ser utilizados en calderas y equipos industriales para el aprovechamiento energético.

El proceso de peletización ocasiona que el contenido de humedad de los residuos originales sea reducido, debido a que durante el procedimiento se da un aumento de la temperatura como consecuencia del rozamiento entre los rodillos y la matriz, con el respectivo calentamiento del producto y la evaporación de una porción de la humedad contenida [8].

Para un óptimo proceso de peletización es importante el control de variables tales como la humedad, temperatura, presión y otros.

Con la peletización es posible el aumento de las densidades aparentes de los residuos originales.

Las combinaciones de residuos se dan con distintas finalidades, desde la eliminación integral de todos los residuos hasta la obtención de un nuevo producto mejorado, pasando por diversas variantes de los residuos con más oportunidades de aprovechamiento comercial y energético.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por darnos el apoyo a lo largo de estos años y a los amigos que hemos hecho en la universidad, en especial a nuestra amiga y compañera de estudio Ketzanys Samaniego, quien fue de gran apoyo en nuestro trabajo. A los profesores que nos dedicaron parte de su tiempo para transmitir sus conocimientos, pero especialmente al profesor Orlando Aguilar por brindarnos todo su conocimiento, paciencia y dedicación al confiarnos y participar con nosotros en este trabajo.

NOTA: Este artículo se terminó de editar y someter a publicación como homenaje póstumo a uno de sus autores, Gregory (Q.E.P.D.). Gregory espero que en el cielo tengas oportunidad de apreciar el fruto de tu trabajo y dedicación. Te recordamos en nuestro grupo.

Orlando Aguilar

REFERENCIAS

[1] K. Samaniego y A. Velásquez, Propuesta de Manejo Sostenible de los Residuos Sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, 2017.

[2] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, «Energía de la Biomasa,» 2007.

[3] Stelte, J. Holm, A. Sanadi, S. Barsberg, J. Ahrenfeldt y U. Henriksen, «A study of bonding and failure mechanisms in fuel pellets from different biomass resources. Biomass and Bioenergy, nº 35, pp. 910-918, 2011.

[4] S. García, Centrales Termoeléctricas de Biomasa, Renovetec. Madrid, 2012.

[5] S. Van Loo, J. Koppejan, Handbook of Biomass Combustion and Cofiring, Twente University Press, 2003.

[6] M. Bernanrdo, A. Santos, P. Cantinho, Cork industry wastewater partition by ultra/nanofiltration: a biodegradation and valorization Study. Water Research 45, 2011

[7] C. Sheng, J. Azevedo, Estimating the higher heating value of biomass fuels from basic analysis data, Biomass Bioenergy 28, 2005.

[8] F. Sepúlveda, «Aprovechamiento Selectivo para la Valorización Integral de Residuos de la Industria del Corcho,» pp. 255-264, 2014.

SENACYT
Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

UTP
Universidad Tecnológica de Panamá
1981

IEEE
Advancing Technology for Humanity

VII International Engineering Science and Technology Conference

"To complex problems, multidisciplinary solutions"

"Celebrating the 500 th Anniversary of Panama City"

October 9 - 11, 2019

Wyndham Panama Hotel Albrook Mall

Call for Papers

http://congreso.utp.ac.pa

AREAS OF INTEREST:

- Agroindustry
- Basic Sciences
- Economy and Society
- Engineering Education
- Energy and Environment
- Infrastructure
- Logistic and Transportation
- Management, Entrepreneurship and Innovation
- Robotic, Automation and Artificial Intelligence
- Information Technology and Communication
- Emerging Technologies

IMPORTANT DATES:

Nov. 1st, 2018	Papers reception opens
April 1st, 2019	Papers reception closes
July 1st, 2019	Notification of acceptance begins

In order to include the accepted papers in the **IESTEC-2019** program, at least one of the authors, must pay by July 31st, 2019.

@CongresoUTP

Patrocinadores del Congreso IESTEC 2019

CONVOCATORIAS SENACYT

CONVOCATORIA PÚBLICA
PROGRAMA DE APOYO A LAS ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

GENERACIÓN DE CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS 2019 RONDA II

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA SENACYT NO. 191 DE 31 DE JULIO DE 2017, POR MEDIO DE LA CUAL SE ADOPTA EL REGLAMENTO INTERNO PARA LAS CONTRATACIONES POR MÉRITO, PUBLICADA EN LA GACETA OFICIAL 28344-A DEL 16 DE AGOSTO DE 2017

DIRIGIDA A:

Personas jurídicas con o sin fines de lucro debidamente inscritas en el Registro Público de Panamá o personas naturales de nacionalidad panameña, residentes en el país, dedicadas a realizar actividades que fortalezcan el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Las personas naturales pueden participar individualmente o afiliados a entidades públicas o privadas, universidades, organizaciones no gubernamentales, asociaciones de interés público o centros de investigación en la República de Panamá.

OBJETIVO:

Proporcionar financiamiento o co-financiamiento a actividades que fortalezcan el ambiente de ciencia y tecnología, para incentivar el interés por estas áreas del conocimiento.

CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN SEPARADAS Y MONTO MÁXIMO DE ADJUDICACIÓN

1. Traída de expertos científicos o tecnólogos que tengan experiencia comprobada en el tema a desarrollar. Monto de adjudicación de hasta B/. 10,000.00.
2. Apoyo a publicaciones científicas y tecnológicas (artículo científico, libros, revistas, guías metodológicas y guías con contenido o producción audiovisual científica) se excluye a medios con reconocida trayectoria. Monto de adjudicación de hasta B/. 15,000.00.
3. Participación en pasantía en el extranjero, en las áreas temáticas de la presente convocatoria, orientadas a la creación de competencias científicas y tecnológicas. La participación de la pasantía solo podrá ser realizada por panameños residentes en Panamá. Monto de adjudicación de hasta B/. 12,000.00.
4. Participación como expositor en congresos científicos internacionales con proceso de arbitraje por pares de alto nivel, en las áreas temáticas de la presente convocatoria. El expositor deberá ser panameño residentes en Panamá. Monto de adjudicación de hasta B/. 7,000.00.

ÁREAS TEMÁTICAS:

A. Biodiversidad y Ecología
B. Logística y Transporte
C. Ciencias Agropecuarias, Forestal y Acuícola
D. Ciencias de la Salud
E. Ingenierías y Tecnología
F. Ciencias Naturales y Exactas
G. Ciencias Sociales y Educación

FECHAS Y PLAZOS DE PRESENTACIÓN

FECHA DE APERTURA DE LA CONVOCATORIA: 30 de julio de 2019
PLAZO PARA ENTREGA DE PROPUESTAS: 01 de octubre de 2019 Hasta las 3:00 PM HORA EXACTA

Conoce las bases de la convocatoria en www.senacyt.gob.pa
Consultas: **gencap@senacyt.gob.pa o al 517-0014 ext. 1047 ó 1170**

SENACYT
Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

LA AEROLÍNEA
MÁS PUNTUAL
DEL MUNDO

Reconocida por la OAG como la aerolínea más puntual del mundo en 2018. Gracias al esfuerzo y dedicación de todos nuestros colaboradores, la excelencia en Copa Airlines es posible.

OAG PUNCTUALITY LEAGUE 2019

CopaAirlines
A STAR ALLIANCE MEMBER

Nos encargamos de
MEDIR
AGILIZAR
SISTEMATIZAR
tus eventos

eSimposio
Sistema Gestor de Eventos

Síguenos en:
Miesimposio @esimposio

CONTACTANOS:
2636218 Móvil: 6365-9930
contacto@esimposio.com

www.esimposio.com

QLU QUALITY LEADERSHIP UNIVERSITY

Estudia nuestros
PRESTIGIOSOS
programas de
maestrías en

UNIVERSITY OF LOUISVILLE
POLITÉCNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Maestrías
Ingeniería con Especialización en Ingeniería Gerencial
CTF-21-2011 Extensión Nro. 011-2018
Administración de la Construcción
CTDA-53-2018

100% en Panamá

www.qlu.pa info@qlu.pa (507) 264-0777

IEEE
Advancing Technology for Humanity

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), en Panamá está conformada por 6 Capítulos Técnicos , 3 Grupos de Afinidad y 3 Ramas Estudiantiles, en la Universidad Tecnológica de Panamá, Universidad de Panamá y Universidad Latina de Panamá.

Dirección
IEEE Sección Panamá
Ave. Manuel Espinosa Batista
Edif. Ateneo de Ciencias y Artes
Segundo Piso, Oficina #3

Contacto
Tel/Fax: (507) 223-7445
Email: sec.panama@ieee.org
www.ieee.org/panama

CENAMEP AIP

Centro Nacional de Metrología de Panamá AIP

JACK DANIEL'S
Old No.7
BRAND

Ciudad
del Saber

ENSA
Grupo·epm

Naturgy

ETESA
Unimos Panamá con energía

UNIVERSITY OF ARKANSAS
1871

BIYUYO

APANAC
Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia

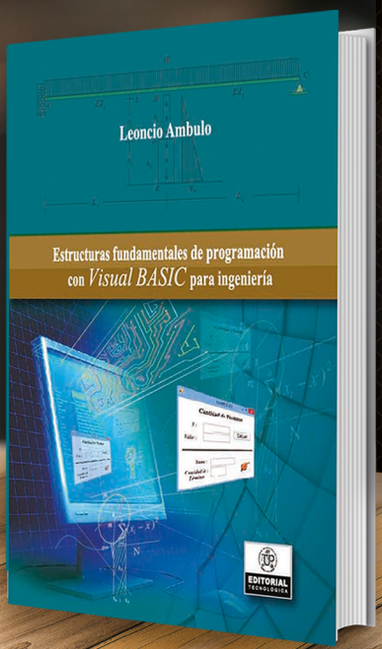
CELSIA
La energía que quieres

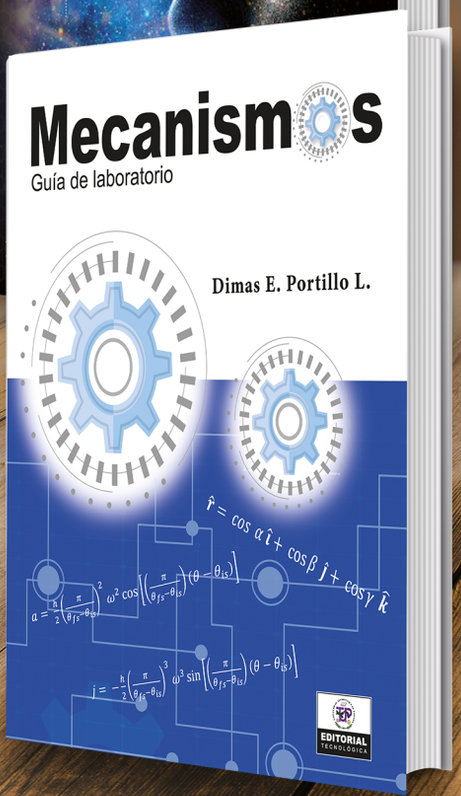
20 AÑOS AES en Panamá
AES Panamá AES Changuinola AES Colón

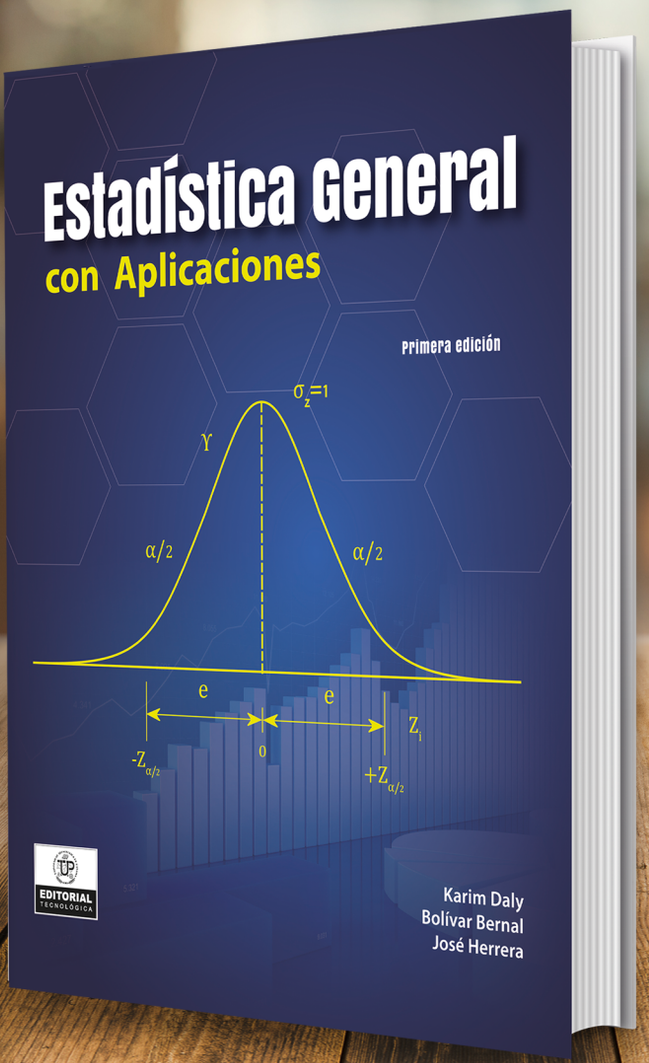
AQUATEC
WATER TECHNOLOGIES
Grupo AquaCorp

Publicaciones Recientes

EDITORIAL TECNOLÓGICA







Universidad Tecnológica de Panamá

Portal de REVISTAS ACADÉMICAS UTP

Bienvenido al Portal de Revistas Académicas (Investigación, Académica, Cultural, Congresos Nacionales e internacionales) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).
Este sitio nace como una iniciativa del proyecto UTP-Ridda² para mostrar la producción científica e investigativa desarrollado por los docentes, investigadores y estudiantes de la UTP. Este proyecto es desarollado por la Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión, Editorial Universitaria y la Dirección de Comunicación Estratégica, con el apoyo de las principales autoridades de nuestra Universidad.
El objetivo de esta plataforma es visibilizar la producción científica en las revistas científicas en vías de mejorar el alcance de las publicaciones a nivel nacional e internacional a través de la integración en directorios, bases de datos, catálogos e indexaciones.

A partir del 2018 las publicaciones de los volúmenes de las revistas I+D Tecnológico, Prisma Tecnológico y la Revista de Iniciación Científica (RIC) se les asignará un DOI (Digital Object Identifier).

I+D Tecnológico

ISSN: 1680-8894
E-ISSN: 2219-6714

Prisma Tecnológico

ISSN: 2076-8133
E-ISSN: 2312-637X

Revista de Iniciación Científica

ISSN: 2412-0464
E-ISSN: 2413-6786

Revista RETOS XXI

ISSN: 2524-1125
E-ISSN: 2524-1133

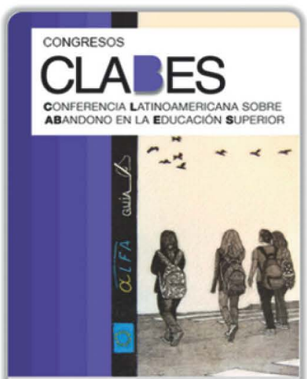
El Tecnológico

ISSN: 1819-9623
E-ISSN: 1819-9623

Cultural Maga

ISSN: 1018-1563
E-ISSN: 1018-1563

Memorias de Congresos UTP



Congresos CLABES

Visítenos en:

http://www.revistas.utp.ac.pa

No es necesario registrarse para tener acceso a los contenidos de las revistas

Universidad Tecnológica de Panamá

Campus Universitario Dr. Víctor Levi Sasso,
Edificio Administrativo
Teléfono: (507) 560-3703 / Telefax: (507) 560-3442
Correo Electrónico: editorial@utp.ac.pa
Web: www.utp.ac.pa
Apartado Postal 0819-07289 El Dorado,
Panamá Provincia de Panamá
República de Panamá.