

Volumen 02- Diciembre



Versión Online

2020 ISSN 2706-54x BN 2020-11846



**Ciencias Exactas,
Ingenierías y de Materiales**



UNIVERSIDAD NACIONAL
MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC



Comité Editorial

- **Editor General:** Dr. Ecler Mamani Vilca
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú

Equipo Técnico:

- Dr. José Luis Merma Aroni
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú
- M.Sc. Mario Aquino Cruz
Universidad Tecnológica de los Andes Perú
- Dr. Manuel J. Ibarra Cabrera
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Dr. Yalmar Ponce Atencio
Micaela Nacional de Juliaca, Perú
- Dr. Leonel Coyla Idme
Universidad Nacional del Altiplano, Perú
- Dr. José Luis Herrera Salazar
Universidad Norbert Wiener, Perú
- Mag. Olga Jaramillo
Santa Fe Community College, Estados Unidos
- Dr. Edwar Ilasaca Cahuata
Universidad Nacional del Altiplano, Perú
- Mag. Yonatan Mamani Coaquira
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú

Equipo Editorial:

- Mag. Marleny Peralta Ascue
Universidad Privada de Tacna, Perú
- Mag. Rafael Quispe Merma
Universidad Nacional San Antonio de Cusco, Perú
- Ing. Ebert Gómez Aiquipa
Universidad Nacional San Antonio de Cusco, Perú
- MBA. Evelyn Naida Luque Ochoa
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Kevin Arnold Arias Figueroa
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Alejandrina Huaylla Quispe
Universidad Tecnológica de los Andes Perú
- Mag. Betsabe M. Ccolque Ruiz
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Miguel Alfaro
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú

Periodicidad: Semestral

Vol. 2 Núm. 1 año (2020)

Áreas temáticas: Ciencias exactas, ingenierías y de materiales

Editorial: UNAMBA – Perú

Vice Rectorado de Investigación

ISSN: 2706-543X- **ISSN:** 2810-8124 (e)

Editorial

Con satisfacción presentamos esta edición dedicada a las ciencias exactas, ingeniería y materiales, áreas fundamentales para el desarrollo científico y tecnológico. Esta publicación busca difundir investigaciones que aporten innovación, conocimiento y soluciones frente a los desafíos actuales.

Esperamos contribuir al fortalecimiento de la investigación y motivar a estudiantes, docentes e investigadores a seguir promoviendo la ciencia como base del desarrollo y progreso de nuestra sociedad.

Director: Dr. Ecler Mamani Vilca





C & T Riqchary

Revista de investigación - UNAMBA

Autores

- Erech Ordoñez
- Ecler Mamani Vilca
- Yonatan Mamani Coaquira
- Wilson J. Mollocondo
- Leonardo J. Davila
- Gregorio Gauna
- Feliciano Escobedo Silva
- Fernandez Ayma Alfredo
- Edwin Ramiro Montalvo Navarro
- Mario Aquino Cruz
- Danyra Contreras
- Manuel J. Ibarra
- Raúl Cornejo Calvo

- © Dr. Ecler Mamani Vilca / Director del Comité Editorial

Av. Garcilaso C.U Tamburco, Abancay Telef, +51983747138

Apurímac – Perú eclervirtual@unamba.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220 ISSN: 2709-8990

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Tiraje: 500 ejemplares

Volumen 2 Número 1 – 2020

Se terminó de imprimir en El Misti EIRL

RUC 20450599108 - Cel: 950-509953, imprentamisti@hotmail.com

06 <i>Pág.</i>	→	Identificación de peatones mediante aprendizaje profundo con arquitectura clásica y moderna de redes neuronales convolucionales
14 <i>Pág.</i>	→	Análisis de Estructura en Tablas y Gráficos en Tesis de la UNAMBA durante 2016 a 2019
19 <i>Pág.</i>	→	Sublimación de Glaciares de Menor Altura en la Cordillera de Vilcabamba (Cusco-Perú)
27 <i>Pág.</i>	→	Evaluación de componentes mecánicos y energéticos del secador de lecho fluidizado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
36 <i>Pág.</i>	→	Aplicación móvil para el intercambio de libros en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas
42 <i>Pág.</i>	→	Aplicación web para registrar la asistencia mensual del personal que trabaja en las instituciones educativas de la UGEL Abancay
50 <i>Pág.</i>	→	Recolección y Transporte de Residuos Sólidos Urbanos y su Relación con el Pago del Servicio en la Ciudad de Puno
55 <i>Pág.</i>	→	Una Herramienta Colaborativa de Requisitos Basado en Notificación de SMS para Proyecto de Software Ágil

Identificación de peatones mediante aprendizaje profundo con arquitectura clásica y moderna de redes neuronales convolucionales

Pedestrian identification through Deep Learning with classical and modern architecture of Convolutional Neural Networks

Erech Ordoñez¹, <https://orcid.org/0000-0002-3058-9683>

Ecler Mamani², <https://orcid.org/0000-0002-5205-3660>

Yonatan Mamani-Coaquira³, <https://orcid.org/0000-0002-5919-2145>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., eordonhez@unamba.edu.pe, Apurímac, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac eclervirtual@unamba.edu.pe, Apurímac, Perú

³Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac ymamanico@pucp.edu.pe, Apurímac, Perú

Resumen - Este artículo se refiere a la investigación realizada en la Universidad Nacional Micaela Bastidas (UNAMBA), cuyos objetivos específicos fueron: determinar, en una primera etapa de aprendizaje, la precisión de una arquitectura clásica de Red Neuronal Convolucional (CNN) en la identificación de personas de la UNAMBA; determinar, en una segunda etapa, la precisión de una arquitectura moderna de Red Neuronal de Respuesta Rápida (RNC); y, finalmente, comparar ambos resultados para encontrar el de mayor precisión. El entrenamiento se realizó con datos de 242 personas. Para ello, se generaron 27 996 imágenes mediante técnicas de extracción de video y aumento de datos, las cuales se dividieron en 19 700 para entrenamiento y 8296 para validación. En cuanto a los resultados de la primera etapa, se propone un modelo modificado, VGG16-UNAMBA, con el que se alcanzó una precisión de 0,9721; mientras que en la segunda etapa se propone DenseNet121-UNAMBA, con el que se alcanzó una precisión de 0,9943. Llegando a la conclusión de que el uso del aprendizaje profundo permite identificar al personal de UNAMBA con un alto grado de precisión.

Palabras clave: reconocimiento de personas, red neuronal convolucional, aprendizaje profundo

Abstract - This article, refers to the research carried out at the National University Micaela Bastidas (UNAMBA), whose specific objectives were: To determine in a first stage of learning the proportion of accuracy of a classical architecture of Convolutionary Neural Network (CNN) in the identification of UNAMBA peoples, to determine in a second stage the proportion of precision in a modern architecture of RNC and finally compare the first stage with the second, to find the highest proportion. The training was given with a quantity of 242 people. Therefore, 27,996 images had to be generated through the technique of Video Scraping and data augmentation, which were divided into 19,700 images for training and 8,296 for the validation. Regarding the results in the first stage, a modified model VGG16-UNAMBA is proposed, with which a ratio of 0.9721 accuracy was achieved; while in the second stage it is proposed to DenseNet121-UNAMBA, with which a proportion of 0.9943 accuracy was achieved. Coming to the conclusion that the use of deep learning allows UNAMBA staff to be identified in a high proportion of accuracy.

Keywords: recognition of people, convolutional neural network, deep learning

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes en el reconocimiento automático de personas, es el nivel de precisión en la identificación en tiempo real, para lo cual es necesario generar y entrenar modelos que se adapten a los problemas específicos de reconocimiento en ambientes definidos y para propósitos generales; de ahí la

importancia de investigar temas como el Deep Learning, el Machine Learning y la Inteligencia Artificial (IA). Estos conceptos, están íntimamente ligados, todos como sub partes de la Inteligencia Artificial [1].

Se define a la IA como el proceso de simulación de la inteligencia humana mediante máquinas y sistemas informáticos especiales, que incluyen el aprendizaje, razonamiento y auto

corrección [2]. En general es un campo de investigación muy amplio, donde se incluyen la visión por computadora y muchos otros [3]. En [4] el campo de la IA se compone de varias áreas de estudio, dentro de las cuales está el Aprendizaje de las Máquinas y una de sus ramas son las Redes Neuronales Artificiales.

Dentro del Machine Learning existen tres enfoques para aprender, el aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por reforzamiento [5]. En esta investigación se trabajó con el enfoque supervisado y dentro de este existen aun dos tipos principales de problemas, denominados clasificación y regresión [6]. Por los objetivos de la investigación se trabajó con problemas de clasificación; así el Deep Learning, es un conjunto de técnicas y procedimientos algorítmicos basados en Machine Learning para lograr que una máquina aprenda de la misma forma que lo haría un ser humano [7]. Las Redes Neuronales Convolucionales (RNC) son un tipo de modelo popular para el procesamiento imágenes [8]. Las RNC son una variante del perceptrón multicapa, con la diferencia que las RNC's realizan operaciones de "convolución" entre los parámetros de la red y los datos de entrada, en lugar de productos punto; el diseño de la RNC está inspirada en el área del cerebro (corteza visual) que procesa la información visual, y la corteza visual tiene varias especializaciones que le permiten procesar eficazmente los datos visuales; la corteza visual contiene muchas células receptoras que detectan la luz en regiones superpuestas del campo visual; asimismo, estas células receptoras están sujetas a la misma operación de convolución; es decir, todas procesan su entrada de la misma manera[9].

El simple hecho de enseñar a las computadoras a detectar personas en una imagen era un proceso muy difícil de realizar al no contar con buenos algoritmos y tener procesamiento limitado de las computadoras; sin embargo, a partir de las investigaciones de Viola Jones [10], las cosas mejoraron notablemente, en consideración a que propusieron un clasificador efectivo en la detección de rostros frontales en una imagen; sin embargo, aun no se había solucionado el problema de la detección en diferentes ángulos de las personas, hasta que otros investigadores [11], [12] mejoraron la detección de Viola Jones [10], ya que sus investigaciones aportaron a la detección de la

identidad, sin tener problemas de los diferentes ángulos en las tomas; es así que con la intención de lograr mejoras, se encuentra el artículo "Center and Scale Prediction: A Box-free Approach for Object Detection" [13], en cuya investigación detecta el centro de objetos y a partir de allí se calcula el cuadro característico que encierra al objeto (persona) en una escala determinada, cuando se hace una búsqueda en una imagen.

En un ámbito más realista con la necesidad de detectar personas en tiempo real a través de cámaras de video, por parte de un robot en un contexto social, encontramos el artículo "Efficient and robust Pedestrian Detection using Deep Learning for Human-Aware Navigation"[14] en la cual utiliza el aprendizaje profundo para la identificación de humanos, previamente identifica objetos con el método ACF (Aggregate Channel Features) y luego los analiza en una Red Convolucional Profunda para finalmente detectar personas que transitan a su alrededor. Las experiencias de Machine Learning en el ámbito del reconocimiento de objetos y personas ya estaban definidas, sin embargo la tarea de identificar quien es dicha persona es una tarea mayor que[15] en el artículo "Joint Detection and Identification Feature Learning for Person Search", proponen la fusión de estos dos problemas: la detección y luego la identificación en un solo modelo de Red Neuronal Convolucional; sin embargo, para poder poner en práctica este modelo, se requería marcar las coordenadas de cada objeto (persona) en cada imagen y teniendo en cuenta que se tiene 27,996 imágenes para el proceso de aprendizaje de la RNC, sería una tarea muy difícil; por lo que se separó los problemas y se enfocó solo en la identificación de personas (quienes son).

Ahora dentro del ámbito del Aprendizaje Profundo, existen muchos estudios, así en [16] afirman que estudiar las Redes Neuronales Artificiales (RNA) es uno de los más activos en la comunidad científica con múltiples aplicaciones recientes por lo que: [17], [11], [12], [14], [15], [18], [19], [20] y muchos otros usan el aprendizaje profundo para resolver diferentes problemas en cada una de las investigaciones a través de las redes neuronales convolucionales de manera exitosa.

La investigación es cuantitativa, por lo que su propósito es hallar el nivel más alto de proporción en la precisión de la identificación del personal docente y administrativo de la Universidad

Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) usando el Aprendizaje Profundo; es decir, entrenando Redes Neuronales Convolucionales para dicha identificación en un modelo clásico como es VGG16 y un modelo moderno como es DenseNet121, ambos modelos adaptados y modificados al reconocimiento de personas en un ámbito real, uno con una arquitectura simple y el otro con una arquitectura compleja

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A. VARIABLES

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, ya que fueron necesarios varios experimentos para llegar a uno óptimo en cada etapa, considerando que se tuvo dos etapas principales, en la primera se trabajó con el modelo clásico VGG16 y en una segunda etapa se trabajó con DenseNet121 para obtener los mejores resultados en la identificación de 254 personas en cada etapa, como fines principales de la investigación.

B. Lugar de estudio

La investigación se realizó en los ambientes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Ubicada en la región de Apurímac, provincia de Abancay. En [21], Apurímac es catalogada como una de las regiones más pobres del Perú; sin embargo la UNAMBA y el personal que labora ahí, intenta lograr investigaciones a la par que otros países, por lo que esta investigación es de mucha importancia para el cimiento de futuras investigaciones en el campo de la Inteligencia Artificial, Visión Artificial específicamente en el Aprendizaje Profundo, dentro de esta área geográfica del Perú.

C. Descripción detallada por objetivos

Uno de los objetivos específicos fue determinar en una primera etapa de aprendizaje la proporción de precisión de una arquitectura clásica de RNC en la identificación del personal administrativo y docente de la UNAMBA. Para el entrenamiento de las RNC es necesario tener abundante información, que en nuestro caso fue obtenida a través de una cámara IP de video vigilancia, de 2 Mega Pixels de resolución y a través de python y opencv se logró recolectar 27,996 imágenes (fotos) individuales (Figura 1), las cuales fueron organizadas en carpetas

correspondientes a cada persona (clase), luego se reorganizó en dos carpetas más una de entrenamiento y otra de validación con la misma estructura de nombres con la única variación de sus contenidos, las cuales sumadas en total ascendían a 19,700 imágenes para el entrenamiento y 8,296 para la validación de los modelos (Figura 2). El modelo VGG16 [22] se modificó a un nuevo modelo de RNC (VGG16-UNAMBA) y con los datos obtenidos, se entrenaron ambos modelos en Google Colaboratory y Keras como librería de Aprendizaje Profundo. Colaboratory es un entorno de notebook de Jupyter gratuito que no requiere configuración y se ejecuta completamente en la nube, a su vez contempla procesamiento con GPU (Graphics Processing Unit).



Figura 1. Proceso de captura de imágenes



Figura 2. Proceso de modelamiento

El segundo objetivo de esta investigación fue determinar en una segunda etapa de aprendizaje la proporción de precisión con una arquitectura moderna de RNC en la identificación del personal administrativo y docente de la UNAMBA; para lo cual se utilizó el modelo DenseNet121 [23] y se planteó una arquitectura moderna de RNC (DenseNet121-UNAMBA), las mismas que fueron entrenadas con la misma cantidad de datos de la primera etapa, en el mismo entorno y con las mismas librerías.

Finalmente el tercer objetivo de esta investigación fue comparar el desempeño de cada modelo, desde los entrenamientos finales (Figura 3), hasta las proporciones halladas en la Tabla III, de los diferentes modelos entrenados con arquitecturas diferentes (clásica y moderna), para luego discutir y comentar los resultados finales.

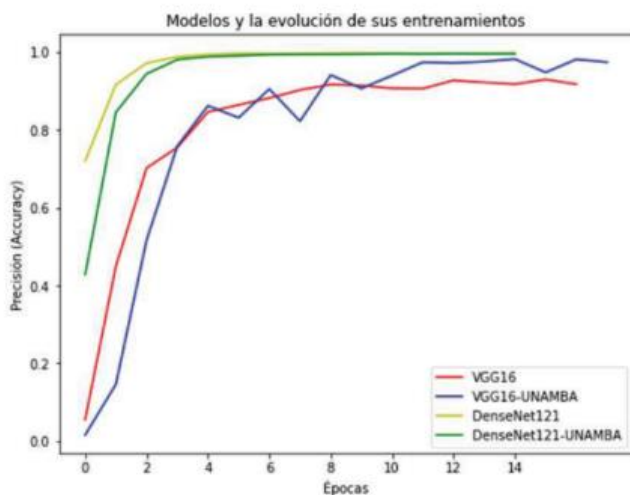


Figura 3: Resultado del proceso de entrenamiento de los modelos

La Figura 3 muestra de manera conjunta los resultados del proceso de entrenamiento de cada modelo y sus dificultades en la precisión de identificación de personas en cada época, hasta acercarse a 1.0, los modelos DenseNet son los más óptimos; sin embargo hay que considerar que acercarse demasiado a uno, no es lo óptimo, puesto que estaríamos hablando de un problema de sobre entrenamiento (overfitting), en donde el modelo puesto en ejecución, no podría tener el mismo performance, debido a que no generaliza correctamente y le sería difícil identificar a personas con diferentes atuendos o diferentes circunstancias en la que fue entrenado.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Primera etapa

El primer objetivo específico, fue llegar a la proporción más alta, con el modelo de Red Neuronal Convolutiva (RNC) con una arquitectura clásica VGG16, el cual se logró a través múltiples afinamientos y entrenamientos que se hicieron con los datos obtenidos por la cámara de video. El modelo resultante fue VGG16-UNAMBA (Figura 4).

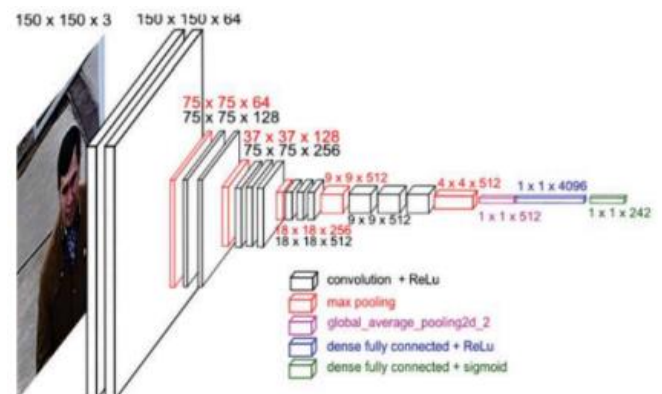


Figura 4. Modelo con arquitectura clásica VGG16-UNAMBA

La arquitectura clásica con la cual se trabajó VGG16 fue planteada por Simonyan y Zisserman [22], dicho modelo fue preparado para 242 clases y con tamaño de imágenes de 224 x 224 (longitud x altura) de entrada como lo especifican en sus artículos, este modelo al ser implementado tal cual, a excepción de la cantidad de clases (personas), generaron 135,252,018 parámetros entrenables (neuronas artificiales) y a través de los ajustes y experimentos, se logró llegar al modelo óptimo modificado VGG16-UNAMBA, el cual consta de los siguientes cambios: Tamaño de entrada de las imágenes a 150 x 150, se cambió la función Flatten() con la función GlobalAveragePooling2D(); así como también, se redujo los dos bloques del original, la capa fully connected (4,096) a uno solo y finalmente en la capa para la clasificación se cambió la función "softmax" por "sigmoid" y con estos cambios se generaron 17,807,410 parámetros entrenables, mucho menor a VGG16.

Evaluación de los modelos con arquitectura clásica

Los modelos VGG16 y VGG16-UNAMBA, fueron evaluados en 20 épocas y 1000 pasos por cada época; con 8,296 imágenes positivas y 240 imágenes negativas, se consideró una tasa mayor a 5% de probabilidad, para la identificación de una persona y menor o igual a esta, se considera no

identificada. En el modelo VGG16 se introdujeron en total 8,536 imágenes como muestras, de los cuales clasificó correctamente 7,608; por lo cual se alcanzó una proporción de 0,8912. En el modelo VGG16-UNAMBA se ingreso igual número de imágenes (8,536), de las cuales clasificó correctamente 8,298 muestras; por lo cual alcanzó una proporción de 0,9721 de precisión en la identificación de las 242 personas entre administrativos y docentes de la UNAMBA (Tabla 1).

Los modelos de RNC VGG16 y VGG16-UNAMBA aprendieron a identificar a las 242 personas (clases) sin mayor problemas en coincidencia con [17] que sugiere que los entrenamientos convergen en menor cantidad de épocas si se cuenta con una gran cantidad de imágenes para su entrenamiento.

B. Segunda etapa

TABLA 1. EVALUACIÓN DE LOS MODELOS CON ARQUITECTURA CLÁSICA.

Variables (Imágenes ingresadas al modelo)	Cantidad	Modelo: VGG16 Imágenes clasificadas correctamente	Modelo: VGG16-UNAMBA Imágenes clasificadas correctamente
verdaderos positivos	8,296	7,606	8,075
verdaderos negativos	240	2	223
TOTAL	8,536	7,608	8,298

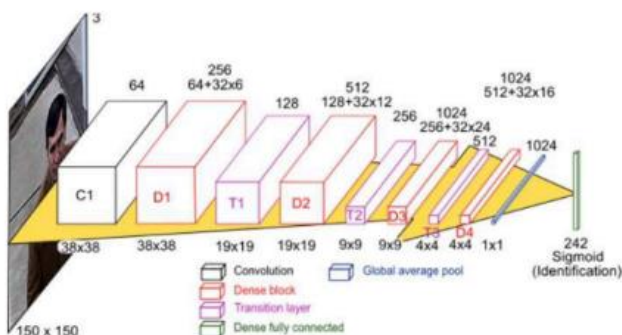


Figura 5. Modelo general con arquitectura moderna DenseNet121-UNAMBA

En la arquitectura moderna DenseNet121 [23], cada bloque se sub divide en sub bloques que tienen una distribución de capas mucho más compleja que VGG16, por lo que su representación gráfica no es sencilla de mostrar a detalle; por lo cual, para mayor detalle referirse al

El segundo objetivo específico fue llagar a la proporción más alta en la identificación del personal administrativo y docente de la UNAMBA, con un modelo de Red Neuronal Convolutiva (RNC) con arquitectura moderna como es DenseNet121, la cual fue ajustada y modificada en consideración a la inmensa cantidad de falsos negativos que se obtenían, es decir que de 240 imágenes que no correspondían a las 242 clases, sólo rechazaba correctamente 24 imágenes, el resto era identificada como falsos negativos (ver Tabla 2), por lo que se ajusto y modifiko en múltiples afinamientos, hasta llegar al modelo DenseNet121-UNAMBA, el cual fue entrenado con el mismo grupo de imágenes que la etapa I.

artículo planteado por sus autores [23]; sin embargo, de manera general se puede apreciar la estructura general del modelo obtenido DenseNet121-UNAMBA (Figura 5). El modelo original DenseNet121 al ser preparado para 242 clases y con un tamaño de imágenes de 224 x 224 (longitud x altura) de entrada, se generaron 7,201,906 parámetros entrenables; sin embargo, a esta arquitectura se realizaron ajustes por la cantidad de falsos negativos descritas anteriormente, y esto ajustes fueron: Tamaño de entrada de las imágenes a 150 x 150 (longitud x altura) y la capa de salida (clasificación) donde se redujo el número de neuronas de 1000 a 242 neuronas y se cambio la función de activación por defecto de "softmax" a "sigmoid", al igual que el modelo I lográndose una disminución drástica de falsos negativos en las pruebas como se aprecia en la Tabla Tabla 2.

Evaluación de los modelos con arquitectura moderna

Los modelos DenseNet121 y DenseNet121-UNBAMBA, fueron evaluados en 15 épocas y 1000 pasos por cada época; con 8,296 imágenes positivas y 240 imágenes negativas, al igual que el modelo I, se consideró una tasa mayor a 5% de probabilidad, para la identificación de una persona y menor o igual a esta, se considera no identificada, con dichos parámetros se alcanzó una proporción de 0,9504 con DenseNet121 y

0,9943 de proporción con DenseNet121-UNAMBA en la precisión de identificación de las 242 personas entre administrativos y docentes de la UNAMBA (Tabla 3).

TABLA 2. EVALUACIÓN DE LOS MODELOS CON ARQUITECTURA MODERNA

Variables (Imágenes ingresadas al modelo)	Cantidad	Modelo: DenseNet121 Imágenes clasificadas correctamente	Modelo: DenseNet121- UNAMBA Imágenes clasificadas correctamente
verdaderos positivos	8,296	8,140	8252
verdaderos negativos	240	24	235
TOTAL	8,536	8,164	8,487

Los modelos de RNC DenseNet121 y DenseNet121-UNAMBA aprendieron a identificar a las 242 personas (clases) un poco mejor que la arquitectura clásica en coincidencia a [23] que manifiestan que DenseNet tiene mejor desempeño que VGG16 y utiliza menos parámetros entrenables.

Tercera etapa

Como tercer objetivo específico se compara la proporción de la primera etapa con la segunda

etapa, y vemos que las proporciones más altas corresponden a los dos modelos modificados VGG16-UNAMBA y DenseNet121-UNAMBA. Estadísticamente a un nivel de significancia de 0.01, se comprobó que las proporciones son diferentes; por lo cual, la proporción más alta de 0.9943 de precisión en la identificación del personal administrativo y docentes de la UNAMBA, corresponde al modelo DenseNet121-UNAMBA (Tabla N°3)

TABLA 3. PROPORCIONES HALLADAS EN LOS DIFERENTES MODELOS DE RNC

Modelo	Tamaño de las imágenes de entrada	Total de imágenes ingresadas positivas y negativas	Total de imágenes clasificadas correctamente	Proporción de precisión en la identificación
VGG16	224 × 224	8,536	7,608	0,8919
VGG16-UNAMBA	150 × 150	8,536	8,298	0,9721
DenseNet121	224 × 224	8,536	8,164	0,9564
DenseNet121-UNAMBA	150 × 150	8,536	8,487	0,9943

La Tabla 3 resume todo el proceso de entrenamientos de los modelos con arquitectura clásica y moderna, los cuales se dieron de manera exitosa y en pocas épocas de 20 y 15 respectivamente en coincidencia con [17] que manifiesta que los entrenamientos convergen en menor cantidad de épocas, si se tiene gran cantidad de imágenes. A su vez que se logró obtener la proporción más alta entre ambas arquitecturas correspondiente a 0.9943, es decir que de 8,487 imágenes positivas y negativas, el modelo DenseNet121-UNAMBA, logra identificar correctamente 8,536; por lo cual la proporción correspondiente es muy alta y se corrobora con lo que [23] manifiestan de su modelo DenseNet, en cuanto a ser muy bueno en la identificación de imágenes; sin embargo la proporción 0.9721, obtenida por VGG16-UNAMBA es también alta.

4. Conclusiones

En una primera etapa se implementó un modelo con arquitectura clásica VGG16-UNAMBA, con lo cual se logró obtener una proporción de 0.9721 de precisión en la identificación del personal administrativo y docente de la UNAMBA.

En una segunda etapa se implementó un modelo con arquitectura moderna DenseNet121-UNAMBA con lo cual se logró una proporción más alta de 0.9943 de precisión en la identificación del personal administrativo y docente de la UNAMBA.

Finalmente manifestar que se logró aplicar el Deep Learning a través de las Redes Neuronales Convolucionales de manera satisfactoria y se planteó dos modelos VGG16-UNAMBA y DenseNet121-UNAMBA, siendo ambas muy efectivas en la identificación de personas y resaltando que en ambos modelos se utilizó la función de activación "Sigmoid" como función final y generadora de la probabilidad de salida, ya que se demostró que no incurría en falsos negativos en gran medida a diferencia de "Softmax" que venía por defecto en los modelos originales.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las autoridades de la UNAMBA por haber permitido usar los ambientes de la universidad y lograr que se concrete el trabajo de investigación.

Finalmente agradezco de manera especial a Jesús Utrera Burgal por sus artículos y

publicaciones que fueron fuente de inspiración y admiración.

REFERENCIAS

- [1] F. Chollet, Deep learning with Python. Shelter Island, NY: Manning, 2018.
- [2] D. TutorialsPoint, «Tensor Flow, Simply Easy Learning», 2018.
- [3] S. J. Russell y P. Norvig, Inteligencia artificial: un enfoque moderno. Pearson Educación, 2008..
- [4] P. Ponce, Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería., Primera Edición. Ciudad de México: Alfaomega, 2010.
- [5] J. Hurwitz y D. Kirsch, Machine Learning For Dummies. John Wiley & Sons, 2018.
- [6] C. Andreas y G. Sarah, Introduction to Machine Learning with Python, Third Realese. United States of America: O'Reilly Media, 2017.
- [7] B. García, «Implementación de Técnicas de Deep Learning», Trabajo de Fin de Grado, Universidad de la Laguna, La Laguna, 2015.
- [8] N. Shukla, Machine Learning with TensorFlow. Manning Publications Co, 2017.
- [9] J. Hearty, Advanced Machine Learning with Python, Primera edición. Reino Unido: Packt Publishing Ltd, 2016.
- [10] P. Viola y M. J. Jones, «Robust Real-Time Face. Detection», International Journal of Computer Vision, 2004.
- [11] M. Mathias, R. Benenson, M. Pedersoli, y L. V. Gool, «Face Detection without Bells and Whistles», Springer International Publishing Switzerland, pp. 720735, 2014.
- [12] D. Chen, S. Ren, Y. Wei, X. Cao, y J. Sun, «Joint Cascade Face Detection and Alignment», Computer Vision ECCV, pp. 109-122, 2014.
- [13] W. Liu, S. Liao, y I. Hasan, «Center and Scale Prediction: A Box-free Approach for Object Detection», arXiv.org, abr. 23, 2019.
- [14] A. Mateus, D. Ribeiro, P. Miraldo, y J. Nascimento, «Efficient and robust Pedestrian Detection using Deep Learning for Human-Aware Navigation», Robotics and Autonomous Systems, n.o 113, pp. 23-37, 2019.
- [15] T. Xiao, S. Li, B. Wang, L. Lin, y X. Wang, «Joint Detection and Identification Feature Learning for Person Search», arXiv.org, n.o arXiv:1604.01850v3 [cs.CV], abr. 06, 2017.
- [16] J. Rojas y R. Trujillo, «Algoritmo meta-heurístico Firefly aplicado al pre-entrenamiento de redes neuronales artificiales», Rev. Cuba.

- Cienc. Informáticas, vol. 12, n.o 1, pp. 14-27, mar. 2018, Accedido: oct. 13, 2018. [En Línea].
- [17] R. Vizcaya, «Deep Learning para la Detección de Peatones y Vehículos», Maestro en Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, México, 2018.
- [18] K. Tsampikos, G. Triantafyllidis, y L. Nalpantidis, «Deep learning-based visual recognition of rumex for robotic precision farming», Computers and Electronics in Agriculture, vol. 165, pp. 85-90, 2019.
- [19] Z. Kastrati, A. S. Imran, y A. Kurti, «Integrating word embeddings and document topics with deep learning in a video classification framework», Pattern Recognition Letters, vol. 128, pp. 85-92, 2019.
- [20] L. Ye, L. Gao, R. Martinez, D. Mallants, y B. Bryan, «Projecting Australia's forest cover dynamics and exploring influential factors using deep learning», Environmental Modelling & Software, vol. 119, pp. 407-417, 2019.
- [21] INEI, «Evolución de la pobreza monetaria 2007 -2018», Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú, Informe Técnico, abr. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2TKzaiF>.
- [22] K. Simonyan y A. Zisserman, «Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition», ArXiv14091556 Cs, abr. 2015, Accedido: dic. 29, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1409.1556>.
- [23] G. Huang, Z. Liu, L. Maaten, y K. Q. Weinberger, «Densely Connected Convolutional Networks», ArXiv160806993 Cs, ene. 2018, Accedido: dic. 29, 2019. [En línea].



Análisis de Estructura en Tablas y Gráficos en Tesis de la UNAMBA durante 2016 a 2019

Analysis of Structure in Tables and Graphs in Theses at UNAMBA during 2016 to 2019

Wilson J. Mollocondo¹, <https://orcid.org/0000-0003-3445-7941>

Leonardo J. Davila², <https://orcid.org/0009-0004-9354-5137>

Gregorio Gauna³, <https://orcid.org/0000-0002-5181-7526>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., wmollocondo@unamba.edu.pe, Apurímac, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., jdavila@unamba.edu.pe, Apurímac, Perú

³Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., ggauna@unamba.edu.pe, Apurímac, Perú

Resumen - El presente trabajo realiza un análisis del cumplimiento de la estructura que debe tener las tablas, así como los tipos de gráficos usados en tesis elaboradas entre el 2015 a 2019 en las diferentes carreras de la Universidad Nacional Micaela Bastida de Apurímac (UNAMBA). Se evaluaron en total 35 tesis. En más del 75% de tablas y gráficos no se realiza una adecuada numeración, el enunciado de los títulos no cumplen con los criterios de orden, claridad y ser breve. En el 51.8% de los casos se usó el gráfico de barras ya sea para representar variables cualitativas (28.1%) o cuantitativas (23.7%); los gráficos que permiten representar variables cuantitativas como histograma, diagrama de cajas, dispersión son pocas veces usadas; es decir las carreras relacionadas a ingenierías usan gráficos para representar variables cualitativas, más no gráficos para representar variables cuantitativas.

Palabras clave: estructura tablas, gráficos, tesis

Abstract - This study analyzes the adherence to the required structure of tables and the types of graphs used in theses written between 2015 and 2019 in various programs at the National University Micaela Bastida de Apurímac (UNAMBA). A total of 35 theses were evaluated. In over 75% of the tables and graphs, proper numbering was lacking, and the titles did not meet the criteria of order, clarity, and brevity. Bar graphs were used in 51.8% of cases, either to represent qualitative (28.1%) or quantitative (23.7%) variables. Graphs that allow for the representation of quantitative variables, such as histograms, box plots, and scatter plots, were rarely used; that is, engineering programs tend to use graphs to represent qualitative variables but not graphs to represent quantitative variables.

Keywords: structure tables, graphs, thesis

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de tesis desarrolladas, necesariamente hacen uso de tablas y gráficos estadísticos, desde estudios descriptivos, correlacionales y explicativos; sin embargo el uso de estas técnicas estadísticas tienen sus características y estructuras propias que muchas veces no son cumplidas por desconocimiento o por no considerar las partes importantes de la investigación. En estudios realizados sobre el uso de la estadística en diferentes universidades, tales como [1] nos indica que en las tablas de resultados también se clasificó como error, debido a que genera suspicacias respecto al grado de compromiso de los investigadores, mientras que [2] nos manifiesta que las técnicas más usuales son las tablas, figuras y porcentajes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 VARIABLES

Representa algunas características de la población objeto de estudio [3] estas se obtienen mediante observación o medición, se clasifican en cuantitativas si los datos son números y resultan de un proceso de medición y cualitativas cuando son características y resultan de un proceso de observación [4]

2.2 TABLAS

Conocidos también como cuadros, tablas de frecuencias en ellas se pueden representar variables cualitativas, cuantitativas o ambas [5], sirve para presentar los resultados de la

conceptualización y cuantificación de ciertos aspectos particulares de la realidad [6].

Siendo su estructura y elementos:

- 1 Número de cuadro.- Elemento numérico que permite identificar y ubicar el cuadro estadístico al interior de la publicación, si el documento no tiene capítulos se enumera correlativamente; en caso de tener capítulos cada cuadro debe incluir el número del capítulo seguido de un punto y el número de cuadro correspondiente [6]
- 2 Título. - Colocada en la parte superior, expresará el contenido del cuadro en forma ordenada, clara y breve, se estructura de la siguiente manera:
 - Título. - Colocada en la parte superior, expresará el contenido del cuadro en forma ordenada, clara y breve, se estructura de la siguiente manera:
 - Que: Se refiere al hecho observado o característica principal que se quiere mostrar, el universo que se investiga.
 - Como: Es el orden en que se presenta la información, las variables ubicadas en las filas se ante pone la proposición "según"; y las de las columnas con la proposición "por".
 - Cuando: Se refiere al periodo temporal que cubre la información.
 - Donde: Se refiere al lugar al que corresponde la información
- 4 Cuerpo.-llamado también columna matriz, es la que contiene la que contiene la información y consta de un conjunto de celdas.
- 5 Notas Explicativas. - debe consignarse bajo el siguiente orden: notas, llamadas, fuente y elaboración.

2.3 Gráficos estadísticos

Denominado también "diagrama" es una representación visual de datos estadísticos, ya sea a través de puntos, líneas, barras, polígonos o figuras asociadas a escalas de medición, facilitando el entendimiento de la información en general y las posibles tendencias que hubiera. [7]. La estructura de los gráficos es similar al de una tabla, sólo cambiando el cuerpo del gráfico que para esto se considera que es la ilustración de los valores asociados a los datos presentados.

2.4 Tipos de gráficos

La clasificación de los gráficos tiene diverso criterios por decir [8] los clasifica por variables categóricas y numéricas; Otros autores la clasifican como gráficos univariados, gráficos bidimensionales, gráficos tridimensionales [9]. Para el presente trabajo se tomó en cuenta los gráficos más usuales; (1) para variables cualitativas: circular, barras (2) para variables cuantitativas: Histograma, Barras, (3) en caso de dos variables sean cuantitativas - cualitativas: gráficos de dispersión, líneas, diagrama de cajas, barras agrupadas, barras apiladas, barras tridimensionales.

3. Metodología

3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se tiene una población de 268 tesis publicadas en el repositorio de la UNAMBA distribuida entre nueve carreras profesionales y cuatro facultades, para el presente estudio se consideró el periodo entre el 2016 al 2019, tal como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 1

CANTIDAD DE TESIS SEGÚN AÑOS POR FACULTAD, UNAMBA, 2016 A 2019

año	Facultad				sub total
	Administra ción	Educ. y Cs. Sociales	Ingeniería	Medic. Veter. Zootecnia	
2019	23	36	47	24	130
2018	34	13	24	23	94
2017	6	0	9	1	16
2016	11	0	12	5	28
sub total	74	49	92	53	268

Fuente: Elaboración propia.

Se uso el muestreo probabilístico mediante la técnica de muestreo aleatorio simple, obteniéndose un tamaño de muestra de 35 tesis para ser analizadas; de cada tesis se seleccionará aleatoriamente 4 tablas y gráficos lo que hace un total de 140 tablas y gráficos; para la selección de tesis se hizo en forma aleatorio.

4. RESULTADOS

TABLA 2

CANTIDAD DE TABLAS POR NUMERACIÓN, TÍTULO Y NOTA EXPLICATIVA UNAMBA 2016-

2019

	sin tabla		no		si		total
	n	%	n	%	n	%	
Numeración tabla adecuada	3	2.1	134	95.7	3	2.1	140
título Tabla es estructurado	3	2.1	110	78.6	27	19.3	140
tiene nota explicativa	3	2.1	62	44.3	75	53.6	140

Fuente: Elaboración propia en base aficha de observación de tablas y gráficos

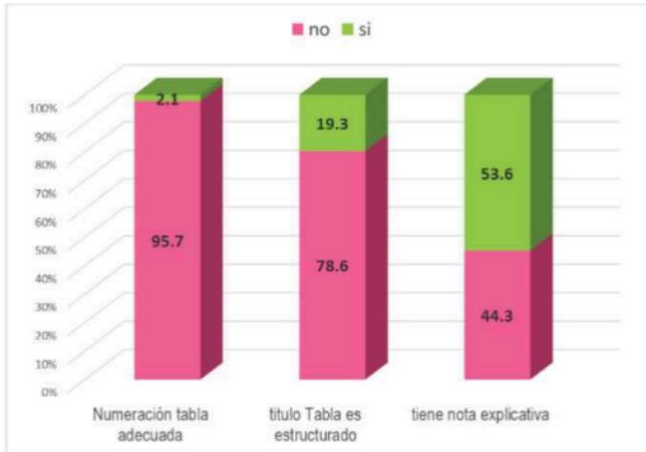


Fig. 1. Porcentaje de tablas por numeración, título y nota explicativa UNAMBA 2016-2019

Con los datos obtenidos respecto a la estructura de las tablas, se encontró que sólo en el 2.1% las tablas se realizó una correcta numeración; mientras que el 95.7% de las tablas no están adecuadamente numeradas pues no respetan el hecho que el documento contiene capítulos por ende estas deben incluir el número de capítulo y el orden correlativo dentro del capítulo, lo más usual es numerar las tablas en forma secuencial desde el primer capítulo hasta el último; lo cual dificulta la ubicación dentro del documento.

Referente al título se obtuvo que el 19.3% de las tablas fueron adecuadamente redactadas o cumplieron con la estructura correspondiente, en cambio el 78.6% de los casos los títulos no son los adecuados por lo tanto no cumplen con los criterios de orden, claridad y ser breve, en muchos casos no se aprecia las variables que contiene la tabla, ni muchos menos el hecho observado; en algunos casos es tan extenso que se asemeja a un párrafo de texto. Y por último sobre las notas explicativas el 53.6% de las tablas cumplen con cumplir el uso de esta sección, en tanto que el 44.3% de las tablas revisadas si cumplen con poner una nota explicativa.

TABLA 3

CANTIDAD DE GRÁFICOS SEGÚN TIPO DE GRÁFICO POR TIPO DE VARIABLE, UNAMBA 2016-2019

Tipo Gráficos	Tipo variable					
	Cuantitativa		Cualitativa		Total	
	n	%	n	%	n	%
histograma	0	0.0	0	0.0	0	0.0
dispersion	0	0.0	0	0.0	0	0.0
lineas	14	12.3	3	2.6	17	14.9
diagrama cajas	1	0.9	0	0.0	1	.9
barras	27	23.7	32	28.1	59	51.8
circular	0	0.0	7	6.1	7	6.1
barras agrupadas	0	0.0	8	7.0	8	7.0
barras apiladas	2	1.8	2	1.8	4	3.5
barras tri dimensional	5	4.4	4	3.5	9	7.9
otros	4	3.5	5	4.4	9	7.9
Total	53	46.5	61	53.5	114	100.0

Fuente: elaboración propia en base a ficha de observación de tablas y gráficos

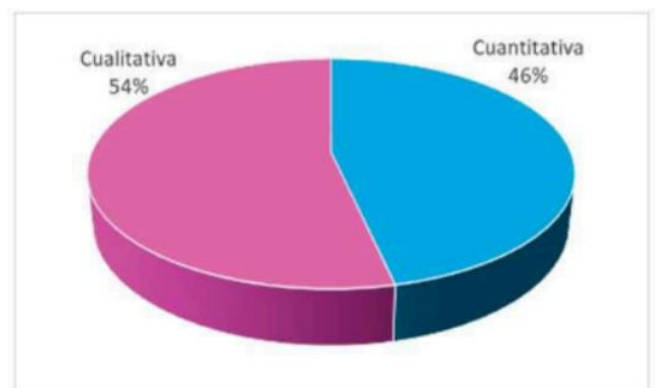


Fig. 2. Porcentaje de gráficos según tipo de variable, UNAMBA 2016-2019

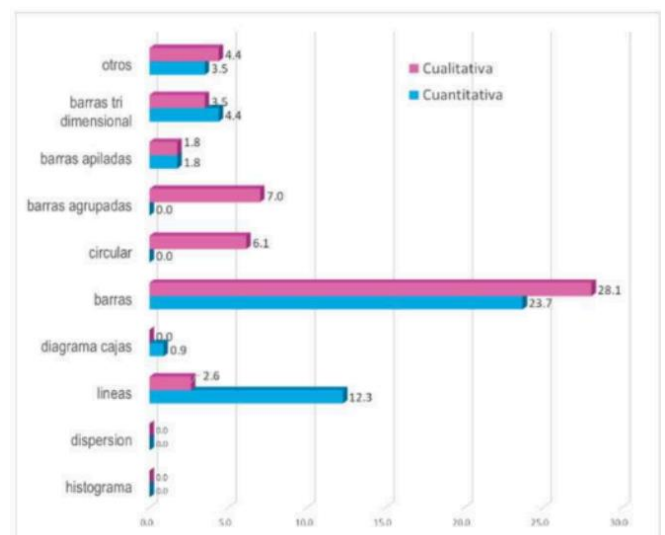


Fig. 3. Porcentaje de gráficos según tipo de grafico por tipo de variable, UNAMBA 2016-2019

Del análisis de la estructura de los gráficos se obtuvo que el 54% de los gráficos representan

variables cualitativas y el 46% de gráficos representan variables cualitativas; en tanto que el gráfico de barras simple es el más usado pues en el 51.8% de los casos fue usado, seguido por gráfico de líneas con un 14.9% de casos. Referente a la combinación tipo de variable y gráfico se encontró que se usó el gráfico barras para representar variables cualitativas en el 28.1% de los casos, y en el 23.7% de los casos representaron variables cuantitativas; mientras que en los gráficos de líneas se usó para representar variables cuantitativas en el 12.3% de casos y en el 2.6% de casos se representaron variables cualitativas; en tanto que el gráfico de barras agrupadas se usó para representar sólo variables cualitativas esto en el 7% de gráficos. De los resultados se puede apreciar que se tiene un excesivo uso del gráfico de barras, en tanto que los gráficos que permiten representar variables cuantitativas como histograma, diagrama de cajas, dispersión son pocas veces usadas o simplemente no son usadas, este hecho llama la atención sobre todo si tomamos en cuenta que 5 carreras profesionales son de la Facultad de Ingenierías de un total de 9 carreras profesionales con las que cuenta la UNAMBA.

TABLA NRO. 4

CANTIDAD DE GRÁFICOS SEGÚN TIPO GRÁFICO POR FACULTADES UNAMBA 2016-2019

Tipo gráficos	Facultad							
	Fac. Ingenierías		Fac. Administración		Fac. Educ.-Cs. Socia		Fac. Med. Vet.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
histograma	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
dispersion	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
lineas	13	28.9	4	10.3	0	0.0	0	0.0
diagrama cajas	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	6.7
barras	19	42.2	31	79.5	6	40.0	3	20.0
circular	0	0.0	3	7.7	4	26.7	0	0.0
barras agrupadas	4	8.9	0	0.0	0	0.0	4	26.7
barras apiladas	2	4.4	1	2.6	0	0.0	1	6.7
barras tri dimensional	5	11.1	0	0.0	4	26.7	0	0.0
otros	2	4.4	0	0.0	1	6.7	6	40.0
Total	45	100.0	39	100.0	15	100.0	15	100.0

Fuente: Elaboración propia en base a ficha de observación de tablas y gráficos

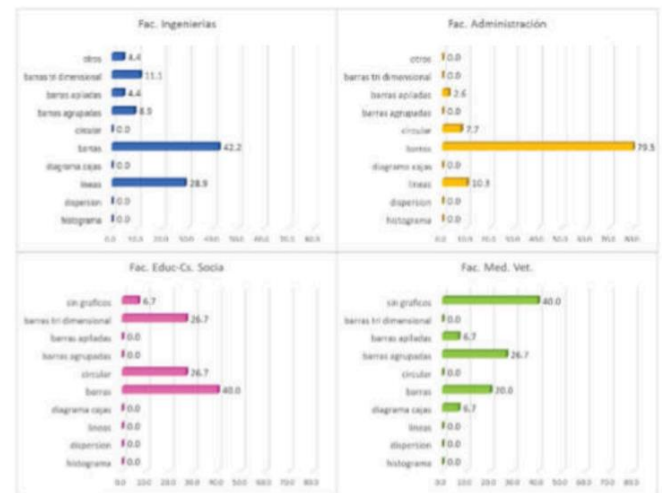


Fig. 4.

Porcentaje de gráficos según tipo gráfico por Facultades UNAMBA 2016-2019

Se aprecia que las tesis de la Facultad de Ingenierías hacen uso mayoritariamente de gráficos de barras sean simples, agrupadas apilada, un total de 66% de los casos, mientras que gráfico de líneas usan un 28.9% de los casos; es decir que usan 1 tipo de gráfico de un total de 4 tipos de gráficos disponibles para representar variables cuantitativas, y mayormente usan gráficos para representar variables cualitativas. En tanto que en tesis de la Facultad de Administración usualmente aplican el gráfico de barras simples (79.5%), es decir de cada 10 gráficos 8 son de barras simples; seguido por gráfico de líneas y circular con un 10.3% y 7.7% respectivamente. En tanto que en la Facultad de Educación y Ciencias Sociales en 405 de casos usaron el gráfico de barras simples seguido por el 26.7% de gráficos circular y barras tri dimensionales. En la Facultad de Medicina Veterinaria se aprecia que el 40% de tesis no usan gráficos, en el 26.7% de casos usaron barras agrupadas y en el 20% de los casos usaron barras simples.

5. Conclusiones

En una gran mayoría de tesis no se está numerando ni redactando el título en forma adecuada, no cumplen con los criterios de orden, claridad y ser breve; esto ocurren en el 75% de tablas y gráficos revisados. El gráfico más usado es el de barras simples ya sea para representar para variables cualitativas o cuantitativas. Las carreras relacionadas a ingenierías usan gráficos para representar variables cualitativas más no gráficos para representar variables cuantitativas.

REFERENCIAS

- [1] H. Echavarría Sánchez y G. Correa Londoño, "Evaluación De Métodos Estadísticos Utilizados En Trabajos De Grado Y Tesis De Los Programas De La Facultad De Ciencias Agropecuarias, En Un Período De Tres Años," Rev.Fac.Nal.Agr., Medellín, 2006.
- [2] L. M. Lizarzaburu Montero, "Uso de la estadística en trabajos de investigación en la Universidad San Pedro," Memorias del II Congreso Binacional de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Universidades, 2009.
- [3] E. Ilasaca, Estadística y Probabilidad, Lima: Megabyte, 2012.
- [4] W. J. Mollocondo, Estadística para Toma de Decisiones, Abancay: Distribuidora Luciano, 2009.
- [5] M. Rufino, "Estadística Descriptiva," San Marcos, Lima, 2017.
- [6] P. A. Altamirano y E. Huapaya Espinoza, "Manual Para La Presentación De Cuadros Estadísticos," Centro de Edición del INEI, Lima, 2006.
- [7] P. A. Altamirano y E. Huapaya Espinoza, "Guía Para La Presentación De Gráficos Estadísticos," Centro de Edición del INEI, Lima, 2009.
- [8] R. Ferrero, "<https://www.maximaformacion.es/>," 2020. [En línea]. Available: <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/como-describir-tus-datos-en-r-paso-2/>. [Último acceso: 28 agosto 2020].
- [9] J. C. Correa y N. Gonzalez, Gráficos Estadísticos con R, Medellín, 2002.



SUBLIMACIÓN DE GLACIARES DE MENOR ALTURA EN LA CORDILLERA DE VILCABAMBA (CUSCO-PERÚ)

SUBLIMATION OF LOWER-ALTITUDE GLACIERS IN THE VILCABAMBA MOUNTAIN RANGE (CUSCO-PERU)

Feliciano Escobedo Silva¹, <https://orcid.org/0000-0002-5740-1935>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., fescobe@unamba.edu.pe, Apurímac, Perú

Resumen - La presente investigación sobre retroceso glaciar de los Nevados Oq'obamba y Moyoq (Lado Este de la cordillera de Vilcabamba) y sus implicancias en la disponibilidad hídrica de las cuencas de los ríos Lechería y Colorado (Limatambo) en el periodo de 2000 al 2015, ha permitido detectar que los glaciares de los nevados referidos no solo retroceden, se fragmentan, encapsulan, encogen y subliman ya no se derriten; por lo tanto, visiblemente no aportan ningún torrente hídrico a sus cuencas receptoras. El objetivo principal de la Investigación fue la determinación de la relación de las desglaciaciones con la disponibilidad hídrica de las cuencas directas receptoras que fueron monitoreadas en la estación hidrométrica del Puente Kunyay durante el periodo 2000 al 2015. Ambas variables fueron sometidas al análisis de correlación, obteniéndose el coeficiente de correlación de Pearson $r_{xy}=0.467$, deduciéndose que no existe una relación significativa entre el retroceso glaciar y la disponibilidad hídrica, los resultados de la Investigación indican que a mayor Incremento de la temperatura ambiental la Línea de equilibrio altitudinal (ELA), se está elevando a altitudes superiores a 5030 msnm calculados para el año 2012 y consigo la fragmentación, encapsulamiento, sublimación y desaparición de los glaciares en la cordillera de Vilcabamba.

Palabras clave: disponibilidad hídrica, calibración de caudales, retroceso glaciar y sublimación de glaciares.

Abstract - This research on the glacial retreat of the Oq'obamba and Moyoq snow-capped mountains (East side of the Vilcabamba mountain range) and its implications for the water availability of the Lechería and Colorado (Limatambo) river basins during the period from 2000 to 2015, has revealed that the glaciers of the aforementioned snow-capped mountains not only retreat, but also fragment, encapsulate, shrink, and sublimate; they no longer melt. Therefore, they visibly do not contribute any water flow to their receiving basins. The main objective of the research was to determine the relationship between glacial retreat and water availability in the direct receiving basins monitored at the Puente Kunyay hydrometric station during the period 2000 to 2015. Both variables were subjected to correlation analysis, obtaining a Pearson correlation coefficient of $r_{xy}=0.467$, deducing that there is no significant relationship between glacial retreat and water availability. The results of the research indicate that with a greater increase in ambient temperature, the Altitudinal Equilibrium Line (ELA) is rising to altitudes above 5030 meters above sea level, calculated for the year 2012, and with it the fragmentation, encapsulation, sublimation, and disappearance of glaciers in the Vilcabamba mountain range.

Keywords: water availability, flow calibration, glacial retreat and glacier sublimation.

1. INTRODUCCIÓN

La motivación del presente estudio es entender el fenómeno del retroceso glaciar y su relación con la disponibilidad hídrica.

En cuanto al estado de arte, el presente estudio puntualiza el análisis de glaciares de menor altura ya que la mayoría de las investigaciones tratan sobre los nevados más representativos de las cadenas montañosas, los glaciares de menor altura son los más susceptibles y constituyen los mejores indicadores

del cambio climático identificándose 2341 (87.38%) (Superficies menores o iguales a 1 km², y 338 glaciares mayores a 1 km². (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2007).

El forzamiento radiativo por el incremento de la temperatura ambiental que está generando la sublimación directa los glaciares (Suarez W., y otros, 2015). Estos cambios dramáticos en los glaciares de menor altura son una antesala a escala fractal de lo que sucederá con los glaciares de mayor altura, tal como está sucediendo con el Nevado Salkantay, cuyo ELA (Línea de equilibrio

altitudinal) se incrementa en forma ascendente cada año (Monitoreo glaciar Inkachiriasq'a, (2014)).

A nivel mundial, la disminución de las extensiones de nieve y de hielo de la Criosfera concuerda también con el calentamiento global. Datos satelitales obtenidos desde 1978 indican que el promedio anual de la extensión de los hielos marinos árticos ha disminuido en un 2,7 (Entre 2,1 y 3,3)% por decenio. En resumen, los glaciares de montaña y la cubierta de nieve han disminuido en ambos hemisferios. (Cambio climático 2007 Informe de Síntesis)

En el continente americano desde Alaska, Parque Nacional de los Glaciares en EE. UU, Volcanes Mexicanos, glaciares tropicales Andinos desde Venezuela hasta Bolivia y los glaciares patagónicos comprendidos entre Chile y Argentina en Sudamérica también están en un franco proceso de retroceso. (Word Glaciers Monitoring Service, 2008)

En el Perú se encuentra el 71% de los glaciares tropicales del mundo distribuidos en 19 cordilleras, En el periodo 1962/1970 se contabilizó 3044 glaciares que cubrían 2041.82 km², en el año 2009 se contabilizó 2679 glaciares disminuyendo su área a 1298.59 Km² (Pérdida del 42% en 40 años).

La cordillera de Vilcabamba, contaba con 355 glaciares comprendidos en una extensión de 169.15 km² sin embargo, en el año 2014 se redujo dramáticamente y una extensión de 15.53 Km² habiendo perdido 22.21 Km² equivalente al 58.85%. (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2007)

Los Nevados Oq'obamba y Moyoq constituían, la reserva hidrológica ya que sus deshielos alimentaban a los ríos Lechería y Colorado en el distrito de Limatambo (Lado Sur) y del Riachuelo Silque en Ollantaytambo (Lado Norte), debido a que estos nevados se encuentran a altitudes muy próximas a la ELA (Altitud de la línea de equilibrio) determinadas en el glaciar Inkachiriasq'a (Nevado Salkantay) en 5030 msnm en el año 2012. (Monitoreo glaciar Inkachiriasq'a, (2014)).

El retroceso glaciar iniciado en los finales de Pequeña Edad del Hielo (PEH) en la cordillera de Vilcabamba (Licciardi et al, 2009) fue gradual intensificándose en la década del 1970 al 2007 (Martin de la Calle, 2014)

Todos creemos por sentido común que a mayor retroceso mayor aporte hídrico (Baraer, y otros, 2012); Sin embargo, los resultados del presente proyecto de investigación indican que en la actualidad los glaciares ya no se derriten ni aportan agua a las cuencas receptoras, donde los caudales de los torrentes glaciares han dejado de discurrir, en similitud a lo que está ocurriendo en el glaciar Julcal Chile (Ayala, Pellicciotti, & Burlando, 2017).

Como medida de solución a este fenómeno se propone iniciar políticas de adecuación al inevitable cambio climático y hacer conocer a la comunidad internacional sobre el retroceso acelerado de los glaciares en la cordillera de Vilcabamba en la región cusco-Perú.

2. Área de estudio

Específicamente los Nevados Oq'obamba (5050 msnm) y Nevado Moyoq (5150 msnm), ocupan el extremo Este de la cordillera de Vilcabamba, de la cadena oriental Andina comprendidos entre latitud: 13° 33'47.17"-13° 28.4" Sur y longitud 72°34'30.71"-72°32'43.88"Oeste.

En el área se han verificado la existencia de lagunas de origen glaciar, algunas con potencialidades de convertirse en Glofs (Flujos por el desborde violento de una laguna glaciar) con incremento de volumen de agua que evidencian el fuerte retroceso glaciar en las últimas décadas (Guardamino & Drenkhan, 2016).

3. Metodología

Se planteó como objetivo el análisis por correlación de la data de la designación (Variable independiente) y los caudales derivados (Variable dependiente) en el periodo 2000-2015, de cuyo resultado se obtendría el valor de estadímetro que permitiría la interpretación de resultados.

3.1 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE DIFERENCIA DE NIEVE (NDSI)

Para la obtención del NDSI, se realizó la descarga de las imágenes satelitales Landsat de

la United States Geological Survey (USGS) mediante la: www.usgs.gov en el periodo 2000 al 2015, se consideró las imágenes satelitales de los meses de mayo y julio, debido a la nula aparición en los referidos meses (Hall, Riggs, Foster, & Kumar, 2010).

El proceso se inició con la descarga de las imágenes de los satélites Landsat, obtenidos con sensores MSS, TM y OLI de acuerdo a su disponibilidad tecnológica (2000-2015) y que tienen la capacidad de distinguir altas reflectancias de los glaciares comparadas con las zonas circundantes no nevadas, vegetación y agua, siendo el objetivo principal determinar la reflectancia homogénea circundantes no nevadas, vegetación y agua, siendo el objetivo principal determinar la reflectancia homogénea (Hielo/Nieve) y con gran contraste en relación a los elementos vacíos suelo-roca.

Se aplicó el proceso de la clasificación no supervisada de imágenes satelitales mediante las correcciones: Geométrica, Radiométrica y la atmosférica. Asimismo se georreferenció y se puso en formato Geo-TIFF con coordenadas geográficas Latitud/Longitud con resolución espacial de 30 metros y en Datum WGS84.

Se consideró como cubierta nival cualquier celda que sea superior a un valor de $0,4 \mu m\$$, este valor se considera como una orientación, puesto que el valor del "NDSI" depende del ángulo de elevación solar y las condiciones atmosféricas. (Dozier, 1989)

Para el análisis multitemporal se calculó la superficie (km^2) para toda la superficie cubierta por glaciares y nevadas de los cuatro glaciares en el periodo y cumpliendo las recomendaciones de Dozier, utilizó la fórmula conocida:

$$NDSI = \frac{(B2-B5)}{(B2+B5)}$$

(1) Con lo que se obtuvo resultados y calculo la tasa se retroceso glaciar y la tendencia del retroceso glaciar.

3.2 TENDENCIA DEL RETROCESO Y LAS PRECIPITACIONES NIVALES

La tendencia de secuencia de las precipitaciones nivales a los glaciares y cumbres temporales de nieve es negativa, indica que cada año está disminuyendo 0.05 km^2 . Esta re-alimentación es insuficiente para alcanzar un

estado de equilibrio que permita la acumulación por lo que se encuentra en permanente estado de ablación (Vuilleum, Bradley, Francou, Kaser, & Mark, 2007).

TABLA 1

AREAS DE LA CUBERTURA DEL GLACIAR Y PRECIPITACIONES NIVLES DE PRECIOS EN EL PERIODO 2000-2015

Año	Sensor	Area (Km2)		Tasa Retroceso (%)
		Neta	Variacion	
2000-2001	4 TM	1.398	-	-
2001-2002	4 TM	5.148	-3.750	268.240
2002-2003	5 TM	0.390	4.760	-92.420
2003-2004	5 TM	2.609	-2.220	568.970
2004-2005	5 TM	0.088	2.520	-96.630
2005-2006	8 TM	5.857	-5.770	6,555.680
2006-2007	5 TM	0.025	5.830	-99.570
2007-2008	5 TM	0.124	-0.100	396.000
2008-2009	5 TM	0.901	-0.780	626.610
2009-2010	5 TM	0.288	0.610	-68.040
2010-2011	5 TM	3.465	-3.180	1,103.130
2011-2012	5 TM	8.465	-5.000	144.300
2012-2013	8 OLI	0.041	8.420	-99.520
2013-2014	8 OLI	0.915	-0.870	2,131.710
2014-2015	8 OLI	0.028	0.890	-96.940

TABLA 2

TENDENCIAS DEL RETROCESO GLACIAR

AÑOS(X)	ÁREA(Y)	X	Y	XY	X ²	Y ²
2000-2001	1.40	1	1.40	1.40	1	1.95
2001-2002	5.15	2	5.15	10.30	4	26.50
2002-2003	0.39	3	0.39	1.17	9	0.15
2003-2004	2.61	4	2.61	10.44	16	6.81
2004-2005	0.09	5	0.09	0.44	25	0.01
2005-2006	5.86	6	5.86	35.14	36	34.30
2006-2007	0.03	7	0.03	0.18	49	0.00
2007-2008	0.12	8	0.12	0.99	64	0.02
2008-2009	0.90	9	0.90	8.11	81	0.81
2009-2010	0.29	10	0.29	2.88	100	0.08
2010-2011	3.47	11	3.47	38.12	121	12.01
2011-2012	8.47	12	8.47	101.58	144	71.66
2012-2013	0.04	13	0.04	0.53	169	0.00
2013-2014	0.92	14	0.92	12.81	196	0.84
2014-2015	0.03	15	0.03	0.42	225	0.00
TOTAL		120	29.74	224.50	1240	155.14

En el cual los parámetros obtenidos fueron

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} = 2.37 \quad b = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} = -0.05$$

Siendo la curva resultante $Y = 2.37 - 0.05 X$,

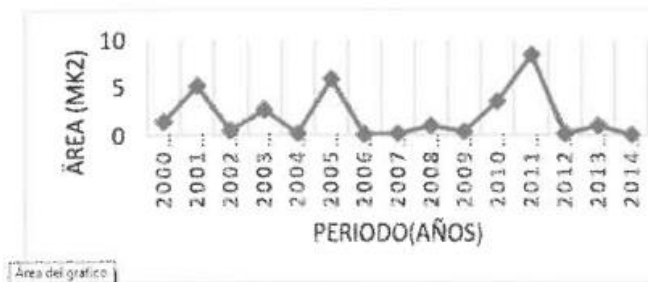


Figura 1. Variaciones del retroceso glaciar periodo 2000-2015

El análisis de la tendencia del retroceso tanto en los cuatro glaciares analizados y de las precipitaciones nidales en las áreas dentro de las cuencas consideradas indican una tendencia negativa de menos $0.05 \text{ Km}^2/\text{año}$. Esta tendencia permite pronosticar que los nevados Oq'obamba y Moyoq perderán toda su cobertura glaciar en el año 20302.

La variación de las áreas de retroceso y la frecuencia de nevadas en las áreas pos retroceso en el periodo 2000-20015 se observa que el Índice Oceánico El Niño (ONI) ((Senamhi), 2014), que es uno de los más utilizados (Veetil, y otros, 2016) que donde se distinguen los fenómenos del Niño-Oscilación (ENOS) y la "Niña", se ha verificado la existencia de cierta coincidencia del proceso de las precipitaciones nidales que han retroalimentado a los glaciares de los nevados Oq'obamba y Moyoq, con los fenómenos del "Niño" y la "Niña":

- Indican que durante los años de predominio del "Niño" disminuye las precipitaciones nidales y se incrementa cuando ocurre la "Niña".
- De lo cual se desprende que durante la "Niña" se recargan los glaciares y cumbres temporales de Nieve y durante el "Niño" disminuyen (Perry, y otros, 2016).

Debido a que los glaciares analizados están a alturas inferiores al ELA (Vuille M., Bradley, Francou, Kaser, & Mark, 2007) , presentan un comportamiento caótico y su retroalimentación se da únicamente durante las nevadas esporádicas y con mayor incidencia durante la presencia del fenómeno de la "Niña"

3.3 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE GLACIAR EXITEN AL AÑO 2015

Como se puede evidenciar mediante imágenes satelitales del Google Earth los glaciares de nevados Oq'obamba y Moyoq se han reducido dramáticamente y continúan fragmentándose.



Figura 2. Nevado Oq'obamba (Color verde fosforescente) y Nevado Moyoq (Color rojo). Fuente: Google Earth.

Se verificó durante la visita de campo el nevado Oq'obamba (5050 msnm) la fragmentación en cuatro cuerpos encapsulados. Los dos ubicados en el lado izquierdo (Lado Oeste) se están subdividiendo en fragmentos cada vez menores. Se ha roto el equilibrio entre la acumulación y la ablación. Los dos cuerpos del lado derecho (Lado este) permanecen aún anclados a las concavidades topográficas del terreno. Están ubicados en el flanco sur de la cumbre contrario a los rayos solares en horas de la tarde. Las escasas retroalimentaciones de las precipitaciones nidales no son suficientes para recuperar su equilibrio



Figura 3. Glaciar Yawarmaki en el Nevado Oq'obamba.

Sin embargo, todos estos cuerpos no aportan ningún flujo superficial visible. Sus cauces directos donde años atrás eran visibles permanecen secos. Podrían estar aportando mediante flujos subsuperficiales, lo cual requiere mayores investigaciones.



Figura 4. Quebrada Yawarmaki sin flujo alguno.

El término quechua "Yawarmaki" significa mano de sangre en referencia a que antiguamente los deshielos transportaban por la quebrada del mismo nombre sedimentos férricos oxidados de color rojo y en la actualidad permanecen secos.

Otro detalle a informar es que a medida el retroceso glaciar avanza también se observa el prosperamiento de plantas, gramíneas, musgos y líquenes.



Figura 5. Avance de vegetación en las zonas tras el retroceso glaciar en el nevado Oq'obamba.

TABLA 3

ÁREA Y PERÍMETROS DE LOS FRAGMENTOS DE GLACIARES DE LOS NEVADOS OQ'OBAMBA Y MOYOQ AL AÑO 2015.

Nevado Moyoq			Nevado Oq'obamba			Total
Fracción	Perímetro (Km)	Área (Km ²)	Fracción	Perímetro (Km)	Área (Km ²)	
1	3.4	0.39	1	1.16	0.064	
2	1.35	0.2	2	0.96	0.044	
3	0.26	0.003	3	0.33	0.008	
	4.14		4	0.68	0.021	
Sub Total		0.49	Sub Total		0.12	0.61

A la fecha diciembre del 2015 los nevados Oq'obamba y Moyoq se han reducido a 0.61 Km² de los cuales el glaciar Llamawasi, ha perdido su

superficie glaciar mucho antes del inicio de la investigación y según las imágenes satelitales del Google Earth histórico el glaciar Q'elwaq'ocha ha perdido su superficie glaciar en el año 2006.

3.4 DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CALIBRACIÓN DE CURVA

Siendo la ecuación de calibración de Curva, la representación gráfica de las variaciones de las descargas (Q) en la sección transversal de un río en función de las lecturas de mira (H) que se produce teóricamente en un régimen permanente (Colindres, 2016), se ha considerado el registro de las descargas diarias durante los 15 años en el periodo 2000-2015, anotadas en la estación hidrométrica del puente Kunyaq, mediante un Limnómetro, dado que es muy difícil lograr una medición directa y continua del caudal de un río.

Las mediciones del limnómetro se realizan tres veces por día y se contrastó con campañas de aforos periódicos para lo cual se utilizan equipos de última tecnología como Q-Liner y procesamiento en campo mediante software QTT. ((Senamhi), 2014).

La Ecuación de calibración de curva obtenida en la estación hidrométrica del puente Kunyaq, para el río Apurímac es:

$$Y=41.647 \cdot H^{1.7652}$$

Donde: Y=Caudal del río Apurímac (m³/s) y H=Altura del limnómetro, en una sección determinada (m).

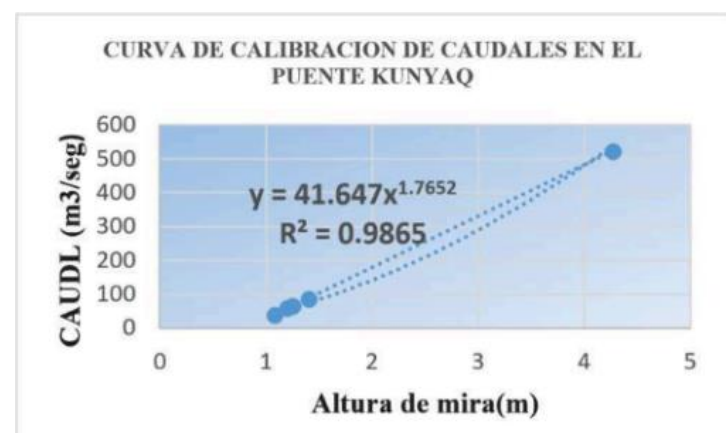


Figura 6. Curva de calibración obtenida de las campañas de aforo en la estación hidrométrica del puente Kunyaq.

Una vez determinado el caudal en el puente Kunyaq se pudo calcular, los caudales en el Alto Apurímac, río Bermejo también previa

discriminación del río Blanco que colecta las aguas provenientes del nevado Salkantay y alrededores; Con la misma lógica se pudo establecer los caudales de los ríos Colorado y Lechería aplicándose la Ley de extrapolación de áreas y caudales.

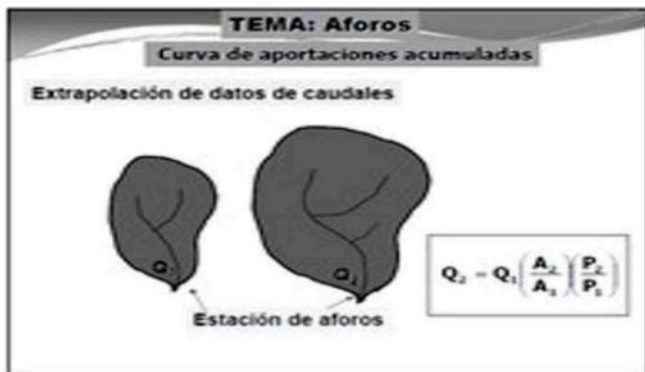


Figura 7. Extrapolación de caudales y áreas.

Una vez precisado los caudales en los ríos Colorado y Lechería se calculó los caudales de las microcuencas directamente colectoras de los glaciares Oq'obamba y Moyoy: Llamawasi, Yawarmaki, Q'elwaq'ocha y Ch'akill. (Ver tabla N°05).



Figura 8. Estación hidrométrica del puente Kunyay en el Río Apurímac (Km 100 Carretera Cusco-Abancay)

Las campañas de aforos son ejecutadas por personal técnico especializado del servicio nacional de meteorología e Hidrología de Perú, zonal Cusco.



Figura 9. Aforo con Q-linner en la estación hidrométrica del puente kunyay

TABLA 5

CALCULO DE CAUDALES DE LOS RIACHUELOS LLAMAWASI, YAWARMAKI, Q'ELWAQ'OCHOA Y CH'AKIL

Periodo (Años)	Caudales en las Cuencas evaluadas (m³/seg)			
	Llamawasi	Yawarmaki	Q'elwaq'ocha	Ch'akil
2000-2001	0.1246	0.0698	0.1389	0.0434
2001-2002	0.092	0.0515	0.1025	0.032
2002-2003	0.1246	0.0698	0.1389	0.0434
2003-2004	0.0938	0.0526	0.1046	0.0327
2004-2005	0.0696	0.039	0.0776	0.0243
2005-2006	0.1212	0.0679	0.1352	0.0422
2006-2007	0.1113	0.0538	0.1241	0.0388
2007-2008	0.087	0.0487	0.097	0.0303
2008-2009	0.0853	0.0478	0.0951	0.0297
2009-2010	0.1177	0.0659	0.1312	0.041
2010-2011	0.1167	0.0654	0.1301	0.0407
2011-2012	0.1572	0.0881	0.1753	0.0548
2012-2013	0.1267	0.071	0.1412	0.0441
2013-2014	0.0916	0.0514	0.1022	0.0319
2014-2015	0.11	0.0617	0.1227	0.0383

TABLA 6

RESULTADOS FINALES DE LA VARIABLES INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

Años	Área(km²)	Caudal(m³/seg)
2000-2001	1.398	2.548
2001-2002	5.148	1.881
2002-2003	0.39	2.548
2003-2004	2.609	1.919
2004-2005	0.088	1.424
2005-2006	5.857	2.479
2006-2007	0.025	2.276
2007-2008	0.124	1.779
2008-2009	0.901	1.744
2009-2010	0.288	2.406
2010-2011	3.465	2.387
2011-2012	8.465	3.216
2012-2013	0.041	2.59
2013-2014	0.915	1.874
2014-2015	0.028	2.251

3.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

El análisis de correlación de la “r de Pearson” mediante el software statgraphics entre las variables arrojó un valor $r=0.467$, lo que indica que no existe una relación significativa entre el retroceso de los glaciares y la disponibilidad hídrica.

Sin embargo, se puede analizar que dicho valor es bajo debido a la Sublimación de los glaciares; los caudales de los ríos están relacionado estrechamente con el aporte hídrico de los deshielos de los glaciares.

3.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El valor de $r=0.467$ indica que no existe una relación significativa entre el retroceso glaciar y la disponibilidad hídrica. Este hecho confirmaría las evidencias observadas en el campo, el cero aporte directo a las cuencas receptoras y se plantea la hipótesis de la sublimación glaciar presente en esta parte de la Cordillera de Vilcabamba.

SUBLIMACIÓN DE GLACIARES EN LA CORDILLERA DE VILCABAMBA

Si la sublimación es la transformación directa del hielo del estado sólido al gaseoso, proceso en la requiere una cantidad de energía equivalente a 2834 Joules por kg, es decir más de 8.50 veces más que la fusión. Entonces indica que las condiciones de temperatura ambiental se han incrementado considerablemente en la cordillera de Vilcabamba, la pérdida de la superficie glaciar ha implicado que no se está reflejando la luz solar y este hecho hace que se acumule la energía en las rocas, generando un incremento de calor a nivel local y esta energía sería la causa de la sublimación asociado a otras causas materia de investigación.

Este fenómeno no es exclusivo en la cordillera de Vilcabamba, la sublimación de glaciares ha sido reportado en el glaciar Juncal (Chile) donde se ha reportado que hasta el 50% de los glaciares se están evaporando (Ayala, Feijóo-Coria, & Burlando, 2017). Refieren que la concepción preliminar de la sublimación glaciar debido a los efectos de la baja humedad en ambientes monzónicos áridos ha quedado desfasado ya que las últimas investigaciones realizadas indican que la elevación del glaciar

juega un factor preponderante, debido a que las condiciones frías, secas y de exposición al viento que se incrementan con la altura (msnm) se asocian a elevadas a las tasas de sublimación.

4. Conclusiones

1. El retroceso glaciar que han sufrido los glaciares: Llamawasi, Yawarmaki (Nevado Oq'obamba), Q'elwaq'ocha, Ch'akill'asa (Nevado Moyoq) es de 24.75 Km² que corresponde al 98.21% de su superficie glaciar.
2. La correlación entre variables de áreas y los caudales, cuyo resultado es $r=0.467$, concluye que no existe relación significativa entre el retroceso glaciar de Llamawasi, Yawarmaki, Q'elwaq'ocha y Ch'akill'asa y la disponibilidad hídrica de los ríos Lechería y Colorado durante el periodo de análisis 2000-2015.
3. El proceso del retroceso glaciar en los nevados Oq'obamba y Moyoq se está acrecentando por la sublimación glaciar evidenciado por las evidencias encontradas y reportadas.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi mayor gratitud a las siguientes instituciones y personas, Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco (Unsaac). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (Unamba). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) Cusco. Servicio Nacional de Áreas naturales protegidas por el estado (Sernanp) Cusco. Autoridad Nacional del Agua Zona XI, Pampas Apurímac. Ing. Juan Carlos Jimenez Nina. Biólogo Américo Cabrera Alarcón. Estudiantes de la Escuela académico profesional de ingeniería de Minas de la Unamba que me acompañaron en el viaje al glaciar Ch'akill'asa: Franco Ubalde A, Rosmel Catalán M, Bernabé Valenzuela Nelson Onzueta V, Egoavil Gallardo C, Edu Arias R, Vladimir C. Escobedo M. Elizeeth Tevés H. Al estudiante William Ccanañuire P, por su apoyo técnico a la comunidad campesina de Sondorf por permitir la realización de la investigación en su territorio. Las gracias eternas a mi amigo y consocio comunal Sr. Demetrio Gallegos Tevés, por su disposición y los caballos facilitados para el viaje al nevado Oq'obamba.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Pellicciotti & P. Burlando (2017). "Mely and surface sublimation across a glacier in a dry environment: distributed energy-balance modelling of JuncalK North Glacier, Chile". Journal of Glaciology. doi: 10.1017/jog.2017.56.
- [2] M. Baraer, B. Mark, J. McKenzie, T. Comdom, J. Bury, K. Huh, C. Portocarrero, J. Gomez y S. Rathay, (2012). "Glaciaer Recesión and water resources in Peru's Cordillera Blanca. Journal of Glaciology. Vol. 58, No. 207, 2012. doi: 10-3189/2012JoG11J166.
- [3] N. Campos (2012). "Glacier evolution in the South West slope of Nevado Coropuna (Cordillera de Ampato, Perú)". Madrid España: Universidad Complutense de Madrid.
- [4] W. Colindres (2016). "Curvas de calibración de caudales de las estaciones hidrológicas de la cuenca cotó a la cuenca madre vieja, correspondiente a la vertiente del pacífico para el periodo 2010-2013". Tegucigalpa: Universidad San Carlos.
- [5] J. Dozier (1989). "Spectral Signature of Alpine Snow Covers from Landsat Thematic mapper". Remote sensing of environment. Volúmen 28, Annual June 1989, Pages 9-22.
- [6] L. Guardamino & F. Drenkhan (2016.). "Evolución y potencial amenaza de lagunas glaciares en la cordillera de Vilcabamba (Cusco y Apurímac, Perú) entre 1991 y 2014". Univerty of Zurich.
- [7] D. Hall, G. Riggs, J. Foster, & S. Kumar (2010). "Development and evaluation of a cloud-gap-filled MODIS daily snow-cover product". DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. Remote sensing of environment.
- [8] G. Kaser, J. Irmgard, C. Georges, J. Gomez & W. Tamayo.



Evaluación de componentes mecánicos y energéticos del secador de lecho fluidizado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

Evaluation of mechanical and energy components of the fluidized bed dryer of the National University Micaela Bastidas de Apurímac

Fernandez Ayma, Alfredo¹, <https://orcid.org/0000-0002-8042-7658>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., alfredustrial@gmail.com., Apurímac, Perú

Resumen - El presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de componentes mecánicos y energéticos del secador de lecho fluidizado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac", fue desarrollado en la Provincia de Abancay - Apurímac, en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial. El objetivo principal de la investigación fue determinar los elementos mecánicos que producen el gasto energético del secador que influye al elevado costo de secado. La problemática en el secador es la pérdida de energía, costos elevados y los contaminantes producidos, la Investigación desarrolló el balance energético para optimizar el tiempo de secado en el secador lecho fluidizado, JARCON, Modelo SLFT-60-240X, el método usado para la determinación de humedad es AOAC (2005) y el diseño aplicado fue el bloque completo al azar (22*3) para evaluar las variables de respuestas, manipulando el ventilador y extractor con la técnica de análisis de varianza. Los resultados más importantes fueron, el menor tiempo de secado resultó con el equipamiento auxiliar del ventilador y extractor con un tiempo promedio de 14,7 horas, también con una eficiencia térmica óptima de 48,42%. Mientras que la mayor pérdida de energía en el secador se da cuando no se utiliza ningún equipamiento auxiliar (ventilador y extractor) es de 283,9 kW-h y la menor pérdida es cuando se utiliza el equipamiento auxiliar (ventilador y extractor) siendo el consumo de energía de 44,3 kW-h. Concluyendo que con el equipamiento auxiliar fue mejor el tiempo de secado y la pérdida de energía fue menor.

Palabras clave: Deshidratación, elementos mecánicos, lecho fluidizado, maíz, pérdida de energía.

Abstract - This research work entitled "Evaluation of mechanical and energy components of the fluidized bed dryer of the National University Micaela Bastidas de Apurímac", was developed in the Province of Abancay - Apurímac, in the Unit Operations laboratory of the Professional Academic School of Agroindustrial engineering. The main objective of the investigation was to determine the mechanical elements that produce the energy consumption of the dryer that influences the high cost of drying. The problem in the dryer is the loss of energy, high costs and the pollutants produced, the research developed the energy balance to optimize the drying time in the fluidized bed dryer, JARCON, Model SLFT-60-240X, the method used for Moisture determination is AOAC (2005) and the design applied was the complete random block (22*3) to evaluate the response variables, manipulating the fan and extractor with the variance analysis technique. The most important results were, the shortest drying time resulted with the auxiliary equipment of the fan and extractor with an average time of 14.7 hours, also with an optimum thermal efficiency of 48.42%. While the greatest loss of energy in the dryer occurs when no auxiliary equipment (fan and extractor) is used is 283.9 kW-h and the lowest loss is when the auxiliary equipment (fan and extractor) is used, being the energy consumption of 44.3 kW-h. Concluding that the drying time was better with the auxiliary equipment and the energy loss was lower.

Keywords: Dehydration, mechanical elements, fluidized bed, corn, loss of energy.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos más importantes en la mayoría de los países, cuyo rendimiento está limitado por ataques de patógenos y de manejo de cosecha (Rodríguez et al., 2017). Siendo el sustento económico para muchos agricultores, en la actualidad el secado es tradicional para maíz, además, las temperaturas no pueden ser

controladas por lo que las semillas se enfrentan a cambios drásticos de clima lo que puede afectar su fisiología y morfología (Cando, 2017); El secado, es la reducción del contenido de humedad que permite obtener productos sólidos con un bajo contenido de agua, para el almacenamiento, envasado, distribución y consumo, en la mayoría de los procesos el agua es eliminada por evaporación convectiva (Singh y Heldman, 2014;

Toledo, Singh y Kong, 2018; Holdsworth, 2016); sin embargo, durante el proceso hay cambios físicos, químicos y bioquímicos en la materia prima (Ibarz y Barboza, 2014). El aire caliente se utiliza en la mayoría de los procesos de secado, un exceso de sequedad es un desperdicio de calor, el secado excesivo da como resultado un producto degradado, hay que ver los métodos de secado en el ahorro de energía en las secadoras (Mujumdar, 2015), hace que sea económicamente rentable su operación ya que en comparación con otros sistemas de secado el precio de la biomasa en muchos casos un residuo agrícola está muy por debajo de combustibles (Pineda y Ramos, 2015). El secado es un proceso de gran importancia en la producción de alimentos y controlar el contenido de humedad, la escasa capacitación de los agricultores y el desconocimiento de las técnicas adecuadas de secado y almacenamiento de granos han dado resultado pérdidas en la industria como (Grolleaud, 2017); Las técnicas que utilizan calor, sin embargo hay que tener en cuenta la calidad de los granos ya que al ser expuestos a temperaturas de secado de entre 40, 60 y 80°C, se produce una variación en las características fisicoquímicas especialmente el contenido de proteína que tiende a decaer a medida el tiempo de exposición a la temperatura de secado aumenta (Soares, Jorge y Montanuci, 2016). De otra parte, el secado artificial produce la transformación del grano y el procedimiento no debe afectar la calidad, ya que, de la energía utilizada en el proceso de secado de granos consume alrededor del 50%, y tomando en cuenta factores de calidad y consumo energético (Restrepo y Burbano, 2005). El almacenamiento de cereales debe ser de 13 al 15% de humedad, para periodos de almacenamiento de hasta un año, y del 11 al 13% para periodos de más de un año; La corriente de aire caliente que actúa simultáneamente como gas fluidizante y agente de secado, la operación puede ser continua o discontinua, el sólido se soporta sobre una rejilla distribuidora constituida por una placa metálica, perforada o provista de distintos accesorios para la difusión del aire. En este sistema, el producto se suspende en el aire por todo el tiempo necesario para el secado, el movimiento del producto a través del sistema se ve reforzada por el cambio en la masa de partículas por la humedad que se evapora. La principal limitación para el proceso de secado en lecho fluidizado es el tamaño de partículas que permite un secado eficiente y se pueden mantener en suspensión con velocidad de

aire menores y se secan más rápidamente (Singh y Heldman, 2014); En la actualidad existen los deshidratadores artificiales que generalmente trabajan con aire forzado por lo que la velocidad del aire afecta el tiempo de secado y de las propiedades físicas de secado. En los secadores existen los elementos mecánicos como cámara de combustión, ventilador de aire, extractor de aire y cámara de secado que produce contaminantes y que hay mucha pérdida de calor que depende de la temperatura interior de la cámara de secado, la pérdida de calor se manifiesta en la carcasa, material a secar, la temperatura del medio ambiente y otras pérdidas por conducción, convección, radiación, carga y descarga etc. El objetivo principal de la investigación fue evaluar los componentes mecánicos y energéticos del secador de lecho fluidizado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y el maíz dulce, procedente de distrito de Abancay, recolectadas (entre marzo hasta junio de 2018), que está ubicada a una altitud de 2400 msnm., Provincia de Abancay del Departamento de Apurímac.

El equipo que se uso es el secador lecho fluidizado, JARCON, Modelo SLFT-60-240X, con las características técnicas como se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1
CARACTERISTICAS TECNICAS DE SECADOR
LECHO FLUIDIZADO

Descripción	Capacidad
Motor (ventilador)	7.5 hp, 3550 rpm
Motor (extractor)	1.5 hp, 3550 rpm
Capacidad por batch	80-120 kg
Temperatura de trabajo	40-65°C
% humedad final	4-12%

Fuente: Catálogo de secador lecho fluidizado, JARCON.

Los instrumentos de medición de variables que se usaron son: psicrómetro digital IR, EXTECH INSTRUMENTS, Modelo HD500, infrarrojo -50 a 500 °C, Type K -100 a 1372 °C. Analizador de Humedad, OHAUS, Modelo MB45,

capacidad 45 g $\pm 0.01\%$, 50 a 200°C. x Balanza analítica, BALANCE JR, Modelo HB-3000, capacidad mín. 10 g y máx. 3000 g, d = 0.1 gn y cronómetro digital, EXTECH INSTRUMENTS.

2.2 Metodología

2.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL AIRE

Razón de humedad del aire (H^*). Se define como la relación entre la masa de vapor de agua y la masa de aire seco en un volumen dado de mezcla (Cengel y Boles, 2015):

$$H_a = \frac{18}{29} \frac{P_w}{P - P_w} \quad (1)$$

Humedad relativa (%HR). Se define como la razón entre la presión de vapor de agua en un momento dado y la presión de vapor de agua cuando el aire está saturado de humedad, a la misma temperatura (Cengel y Boles, 2015).

$$\%HR = 100 \frac{P_w}{P_{ws}} \quad (2)$$

Calor húmedo del aire (C_H). Es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1 kg de aire seco más el agua que le acompaña, en 1 K.

$$C_H = C_{pas} + H_a C_w = 1,005 + 1,884 H_a \quad (3)$$

Entalpía (h_a). La entalpía de la mezcla de aire seco y vapor de agua, es la energía del aire húmedo por unidad de masa de aire seco, por encima de una temperatura de referencia.

$$h_a = C_H (T_a - T_o) + \lambda_o H_a \quad (4)$$

Volumen específico del aire húmedo, se define como el volumen que ocupa la mezcla de aire seco y vapor de agua por unidad de masa de aire seco.

$$V_e = \left(\frac{1}{29} + \frac{H_a}{18} \right) \frac{R T_a}{P} \quad (5)$$

Ecuaciones empíricas para vapor de agua. La siguiente ecuación tipo Antoine propuesta por Wexler permite calcular la presión del vapor saturado en mbar en función de la temperatura en °C.

Para temperatura de aire de 0 a 60 °C:

$$\log P_{ws} = 8,10765 - \frac{1750,285}{T_a + 235} \quad (6)$$

La presión de la localidad se puede obtener así (Owen, 2013):

$$P = P_o \cdot e^{-\frac{z}{8600}} \quad (7)$$

2.2.2 MODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Existen tres modos de transferencia de calor, en el proceso son: conducción, convección y radiación (Holdsworth, 2016).

- Conducción. El flujo de calor es generalmente producido en materiales sólidos por conducción de acuerdo con la Ley de Fourier (Cengel y Boles, 2015; Kreith, et al, 2012).
- Convección. La convección sea natural o forzada, la cantidad de calor transmitida Q , por convección se expresa con la Ley del enfriamiento de Newton se puede escribir (Ley de Newton)

$$Q = h A_p (T_p - T_a) \quad (8)$$

Números adimensionales. En convección se emplean los siguientes números adimensionales: números de Nusselt, Prandtl, Reynolds, Grashof y Rayleigh (Kreith, et al, 2012).

Número de Nusselt (Nu). Representa la relación que existe entre el calor transferido por convección a través del fluido y el que se transferiría si sólo existiese conducción. El número de Nusselt se emplea tanto en convección forzada como natural y será:

$$Nu = \frac{h L_c}{K} = a (Gr Pr)^m \quad (9)$$

Número de Grashof (Gr). Representa la relación que existe entre las fuerzas de empuje y las fuerzas viscosas que actúan sobre el fluido, el número de Grashof sólo se utiliza en convección natural.

$$Gr = \frac{g \beta (T_p - T_a) L_c^3}{\nu^2} \quad (10)$$

Para la ecuación 10 se usa la longitud característica L_c en el caso de pared plana en sentido horizontal tenemos la longitud

característica se determinó a través de la siguiente ecuación:

$$Lc = \frac{4A_p}{p} \quad (11)$$

Número de Rayleigh (Ra). Es función del número de Grashof y del número de Prandtl, el número de Rayleigh sólo se utiliza en convección natural.

$$Ra = Gr Pr \quad (12)$$

Radiación. La radiación es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas de los cuerpos a una temperatura arriba del cero absoluto, que puede ser descrito usando la Ley de Stefan-Boltzmann (Wen Sun, 2012).

$$Q = A_p \epsilon \sigma (T_p^4 - T_a^4) \quad (13)$$

2.2.3 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA DE UN SECADOR LECHO FLUIDIZADO

Balance de energía en una superficie: Balance de energía para la superficie exterior de una pared del secador (Owen, 2013):

$$Q_{cr} = Q_c + Q_r \quad (14)$$

Balance de materia del agua: El cambio en el contenido de agua en el sólido con el tiempo que ocurre en el volumen de control está asociado a la transferencia de agua desde el sólido al aire (Singh y Heldman, 2014; Wernecke y Wernecke 2014), el flujo másico del aire necesario en los balances de humedades en el secador es:

$$m_a = \frac{m_p (H_{pe} - H_{ps})}{H_{as} - H_{ae}} \quad (15)$$

El flujo másico del aire húmedo en la salida del secador está dado por:

$$m_u = \frac{v_a A_s}{V_{ea}} \quad (16)$$

Balance de energía: El cambio en la entalpía del sólido con el tiempo, que ocurre en el volumen de control es igual a la energía procedente de la transferencia de energía convectiva desde el aire hacia el sólido menos la energía requerida para la evaporación del agua asociada a los granos

$$m_a h_{ae} + m_p h_{pe} + Q_g = m_a h_{as} + m_p h_{ps} + Q_p \quad (17)$$

La entalpía del producto húmedo se calcula con la siguiente ecuación:

$$h_p = C_{pss} (T_m - T_0) + H_p C_{pH_2O} (T_m - T_0) \quad (18)$$

Balance de energía en la cámara de secado de lecho fluidizado: Realizando el balance de energía, en el cámara de secado, el calor entregado por el gas debe proporcionar energía al aire, al producto y las pérdidas de calor por convección y radiación, mientras que en la cámara de combustión el calor entregado por el gas debe proporcionar el calor al aire, en los gases de la combustión y para ambos cámaras se considera otras pérdidas de calor como se muestra en la figura 1.

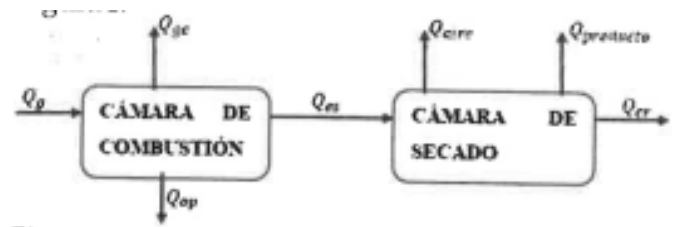


Figura 1. Diagrama de flujo de pérdida de calor en el secador

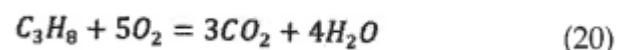
El calor entregado por el aire caliente hacia el secador para el calentamiento del aire, producto y pérdidas de calor según el balance de energía solo en la cámara de secado tenemos:

$$Q_{es} = m_a (h_{as} - h_{ae}) + m_p (h_{ps} - h_{pe}) + Q_{cr} \quad (19)$$

2.2.4 COMBUSTIÓN

La combustión es generalmente considerada como la liberación controlada de calor y energía a partir de la reacción química entre un combustible y un oxidante (Merker, et al. 2012).

Cálculo de la relación estequiométrica de aire-combustible. La combustión del propano en una reacción química estequiométrica de aire combustible es la siguiente reacción



Los productos de la combustión resultan ser solo gases inertes (teóricamente), T llama adiabática = 2330 °K.

Balance de energía. El gas propano teóricamente produce una energía con un poder

calorífico de 46 296 kJ/kg. El flujo de calor suministrado por el gas propano es de:

$$Q_g = P_c m_g \quad (21)$$

Los valores usados para la entalpía de formación y los calores específicos son las siguientes:

$$\begin{aligned} \Delta h_{f_{C_3H_8}} &= -24\,808.2 \text{ cal/gmol}; \Delta h_{f_{CO_2}} = -94\,046.5 \text{ cal/gmol} \text{ y} \\ \Delta h_{f_{H_2O}} &= -68\,315.8 \text{ cal/gmol.} \\ C_{P_{C_3H_8}} &= 0.369 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}; C_{P_{CO_2}} = 0.199 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}; C_{P_{H_2O}} = 1.0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}; \\ \text{y } C_{P_{N_2}} &= 0.248 \text{ cal/g } ^\circ\text{C.} \end{aligned}$$

Calor de gases de la combustión es en función molar:

$$Q_{gc} = (3nM_{CO_2}C_{P_{CO_2}} + 4nM_{H_2O}C_{P_{H_2O}} + 8.81nM_{N_2}C_{P_{N_2}})(T_{sg} - T_a) \quad (22)$$

Calor de gases de la combustión es en función masa:

$$Q_{gc} = (m_{CO_2}C_{P_{CO_2}} + m_{H_2O}C_{P_{H_2O}} + m_{N_2}C_{P_{N_2}})(T_{sg} - T_a) \quad (23)$$

Análisis de energía total en el secador. Al balancear la energía en todo el sistema global en la cámara de combustión como se muestra en la figura 1, las otras pérdidas de calor en el secador y conociendo el flujo de calor teórico suministrado por el gas propano Q_s es de 5844,9 W tenemos

$$Q_{op} = Q_g - (Q_{rc} + Q_{es}) \quad (24)$$

2.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño factorial de $2^2 \times 3$ con un total de 12 pruebas experimentales, los factores que se consideró son: Ventilador (sin ventilación y con ventilación) y Extractor de aire (sin extractor y con extractor). El término lineal del modelo de regresión múltiple se empleó la ecuación 25 es función a los parámetros desconocidos $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$, β_0 , es la ordenada al origen, y β_j mide el cambio esperado en Y por cambio unitario en X_j , por ello se requiere un modelo de regresión (Montgomery, 2012):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \varepsilon \quad (25)$$

Para el procesamiento de datos se usó software Statgraphics Centurión XVII versión 16.1.18, para estudiar el modelo se usó el coeficiente de determinación R^2 y coeficiente de determinación ajustado R_a^2 son deseables valores próximos a 1 (Gutiérrez y De la vara, 2012).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 TIEMPO DE SECADO

Los granos frescos contienen aproximadamente 68,7% de agua y la humedad de equilibrio aproximado de los granos es de 12,5% y el tiempo de secado de los tratamientos fue, ventilador de 16,8 h, ventilador y extractor de 14,7, extractor de 34,0 h y sin extractor ni ventilador de 50,2 h respectivamente.

3.2 ANÁLISIS DE ENERGÍA EN LA CÁMARA SE SECADO

a. Determinación de flujo de aire necesario para el secado.

La localidad donde se realizó la investigación está a 2581msnm, con una temperatura promedio de 18,3 °C y humedad relativa promedio de 37,6% dentro del laboratorio de operaciones unitarias. Las propiedades psicrométricas necesarias fueron calculadas usando las ecuaciones 1, 2, 3, 4 y 5 por métodos analíticos resultando la humedad del aire de $H_{ae} = 0.0067 \text{ kg } H_2O/\text{kg a.s.}$, la entalpía del aire $h_{ae} = 35.42 \text{ KJ}$ y el volumen específico del aire ambiente es $V_e = 11403 \text{ m}^3/\text{kg a.s.}$

De la ecuación 15, la masa inicial de secado de maíz fue de 5 kg con 68,7% de humedad en base húmeda y el contenido de materia seca es de 1,57 kg s.s.. Considerando los valores constantes la humedad promedio del ambiente $H_{ae} = 0.00671 \text{ kg } H_2O/\text{kg a.s.}$ y la humedad final del producto seco $H_{ps} = 0.143 \text{ kg } H_2O/\text{kg a.s.}$

En la tabla 2, se muestra del aire mínimo necesario considerando los valores promedios de tiempo de secado

TABLA 2

FLUJO DE AIRE NECESARIO PARA EL SECADO DE MAÍZ

Tratamientos	T_{as} °C	%HR _{as}	H_{as} kgH ₂ O/kg a.s.	H_{pe} kgH ₂ O/kg s.s.	m_a kg a.s./h
Ventilador	32.6	31.3	0.0132	2.20	29.62
Ventilador y extractor	35.5	29.8	0.0148	2.19	27.02
Extractor	33.4	27.6	0.0122	2.20	17.30

Fuente ecuación: 1 y 15

b. Determinación de pérdidas de energía en la cámara de secado.

El flujo másico del aire real, se usó el anemómetro para medir la velocidad de salida del aire real, el área de salida de aire húmedo de 1,36 dm², y el flujo másico impulsado por ventiladores se calcula usando la ecuación 16, los resultados se muestran en la tabla 3.

TABLA 3

FLUJO MÁSICO DEL AIRE IMPULSADO Y LA TEMPERATURA PROMEDIO

Tratamiento	v_a (m/s)	V_{ea} (m ³ /kg a.s.)	m_a (kg a.s./h)	T_p (°C)	T_{media} (°C)
Ventilador	11	1,179	188,09	29,4	23,9
Ventilador y extractor	13	1,223	214,29	30,7	24,5
Extractor	12	1,210	199,93	29,1	23,7

Fuente ecuación: Ecuación 16 y laboratorio de Operaciones Unitarias

El área de la cámara de secado es de 7,3m², la dimensión característica se calculó de la ecuación 11 y como resultado fue 3,12 m. En la tabla 4, se determina el coeficiente convectivo, para determinar pérdida de calor del secador. Los valores de número de Prandtl para el aire son de 0,71 y los valores de coeficientes de número de Grashof $C=0,13$ y $m=1/3$ son constantes para los tratamientos, para determinar el número de Grashof se usó las ecuaciones 9, 10 y 11 como se muestra en la tabla 4.

TABLA 4

VALORES DE PROPIEDADES DEL AIRE Y COEFICIENTE CONVECTIVO EXTERNO

Tratamientos	$\beta \times 10^{-3}$ K ⁻¹	ρ kg/m ³	K W/m ² K	$\mu \times 10^{-6}$ Pa.s	Ra $\times 10^{10}$	Nu	h (W/m ² °C)
Ventilador	3,37	1,150	0,0254	18,412	3,09	407,94	3,29
Ventilador y extractor	3,36	1,147	0,0254	18,439	3,41	421,57	3,43
Extractor	3,37	1,150	0,0254	18,404	3,01	404,39	3,29

Fuente ecuación: Ecuación 9 y 12

En la tabla 5, se determinó la transferencia de calor por convección con la ecuación 8, para la radiación la ecuación 13 considerando el material de la cámara de acero inoxidable AISI 304 a 230C con la emisividad ϵ de 0,28, las pérdidas de calor por convección y radiación $\dot{Q}_{cu}$ se calculó con la ecuación 14.

TABLA 5

FLUJO DE CALOR PERDIDO POR CONVECCIÓN Y RADIACIÓN

Tratamientos	Q convección (W)	Q radiación (W)	Q_{cr} (W)
Ventilador	266,59	134,65	401,24
Ventilador y extractor	310,48	151,42	461,90
Extractor	259,38	130,81	390,19

Fuente ecuación: Ecuación 8,13 y 14

c. Balance de energía en la cámara de secado de lecho fluido.

En la tabla 6, se determinó el flujo de calor entregado a la cámara de secado, considerando el flujo másico $\dot{m}_{ae}$ impulsado por el aire en el secador de muestra en la tabla 3, la entalpía de entrada del aire fresco se considera a 18,3 °C de h_{ae} es de 35,42 kJ/Kg a.s. se calcula con la ecuación 4, el flujo másico m_p de maíz se determina con la cantidad de sólidos, y la entalpía de solido húmedo se calcula en la ecuación 18, considerando C_{pss} la capacidad calorífica del solido seco (2 kJ/Kg s.s. °C) C_{pH_2O} la capacidad calorífica del agua (4,18 kJ/Kg H_2O °C) T_o de 0°C. Reemplazando en la ecuación 19 donde los valores Q_{es} se muestra en la tabla 6

TABLA 6

FLUJO DE CALOR ENTREGADO A LA CÁMARA DE SECADO

Tratamientos	h_{as} (kJ/kgas)	T_{ps} (°C)	m_p (kg ss/h)	h_{ps} (kJ/kg ss)	h_{pe} (kJ/kg ss)	Q_{es} (W)
Ventilador	66,594	35,1	0,0935	91,18	204,89	2027,04
Ventilador y extractor	73,705	36,9	0,1068	95,86	204,12	2737,60
Extractor	52,380	33,7	0,0462	87,54	204,89	1328,91

Fuente ecuación: Ecuación 4, 18 y 19

3.3 ANÁLISIS DE ENERGÍA EN LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

El consumo del gas propano fue de 0,4545 kg/h (245,96 mol aire/h). En la tabla 7, se muestra el balance de número de moles y masa, donde el flujo másico de los gases emitido por el generador fue de 7,549 kg/h, entonces el flujo másico de CO_2 emitido por la cámara es de 1,364 kg/h y la cantidad de agua emitida es de 0,744 kg/h.

TABLA 7

NÚMERO DE MOLES Y MASA DE REACTIVOS Y PRODUCTOS

Componentes	Moles (mol)	Peso molecular (g/mol)	Masa (kg)	Flujo másico (kg/h)
Reactivos				
C ₃ H ₈	227,29	44	10,00	0,455
O ₂	1 136,46	32	36,37	1,653
N ₂	4 275,32	28	119,71	5,441
Productos				
CO ₂	681,87	44	30,00	1,364
H ₂ O	909,16	18	16,37	0,744
N ₂	4 275,32	28	119,71	5,441
Total	5 866,35		166,08	7,549

Fuente ecuación: Ecuación 20

El balance de energía. Reemplazando en la ecuación 21 $\dot{Q}_z = 46 \times 296 \text{ kJ/kg} \times 0,4545 \text{ kg/h} = 21\,041,5 \text{ kJ/h} = 5\,844,9 \text{ W (J/s)}$. En la tabla 8, se muestra la pérdida de calor en gases de la combustión.

TABLA 8
PÉRDIDA DE CALOR EN GASES DE COMBUSTIÓN

Tratamientos	t (h)	T _{sg} (°C)	Q _{gc} (kcal)	Q _{gc} (W)
Ventilador	16,8	35,4	1086,36	75,08
Ventilador y extractor	14,7	36,7	1168,95	92,33
Extractor	34,0	101,3	5272,99	180,07
Sin ventilación ni extractor	50,2	150,0	8366,90	193,52

Fuente ecuación: Ecuación 23

3.4 ANÁLISIS DE ENERGÍA TOTAL EN EL SECADOR

En la tabla 9, resume todas las pérdidas de calor en la cámara de secado y de combustión.

TABLA 9
PÉRDIDAS DE CALOR EN LA CÁMARA DE SECADO Y COMBUSTIÓN

Tratamientos	t(h)	Q _{cr} (W)	Q _{gc} (W)	Q _{ss} (W)	Q _{ap} (W)	Eficiencia secador (%)
Ventilador	16,8	401,24	75,08	2027,04	3742,78	35,96
Ventilador y extractor	14,7	461,90	92,33	2737,60	3014,97	48,42
Extractor	34,0	390,19	180,07	1328,91	4335,92	25,82
Combustión de gas	50,2		193,52		5651,38	3,65

Fuente ecuación: Ecuación 23

La tabla 9, muestra que el calor perdido en la cámara de combustión se produce cuando solamente funciona el quemador de gases de 193,52 W y seguido por el extractor de 180,07 W y posteriormente cuando funciona el ventilador y extractor. La pérdida de energía mayor es cuando solamente funciona la cámara de combustión de 5651,38 W seguido de extractor de aire 4335,92 W y posteriormente en ventilador 3742,78 W y finalmente cuando solamente funciona el ventilador y extractor con un 3014,97 W se realiza el diagrama de barras para interpretar mejor las

pérdidas de calor como se muestra en la siguiente figura 2.

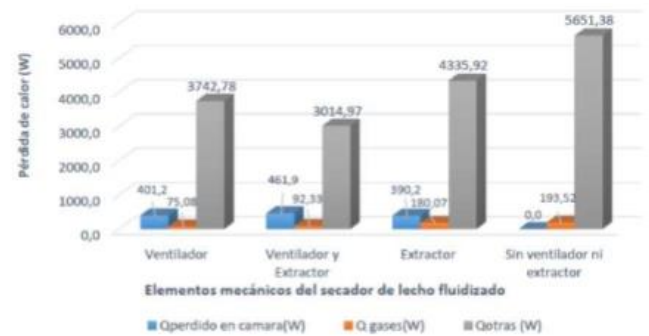


Figura 2. Pérdida de calor v/s Elementos mecánicos

En la figura 3, representa la pérdida de energía total en primer lugar ocupa es en la cámara de combustión de cuando no hay funcionamiento del ventilador ni extractor con 283,9 kW·h y seguido del extractor de aire húmedo es de 147,6 kW·h y seguido de ventilador con 62,9 kW·h y finalmente el ventilador y extractor de 44,3 kW·h en la siguiente figura 3.

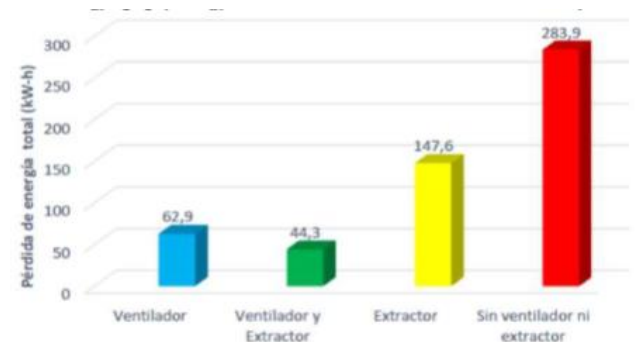


Figura 3. Pérdida de energía total v/s Elementos mecánicos

Según el análisis de varianza para la variabilidad de pérdida de energía, donde los 3 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%, que el R-Cuadrada fue de 99,88% y el R-cuadrada ajustada de 99,78%.

La ecuación es de regresión lineal múltiple que se ha ajustado a los datos según el modelo de la ecuación 28 es la siguiente:

$$PE = 134,66 - 81,06V - 38,72E + 9,44VE \quad (26)$$

Dónde, PE = pérdida de energía V = Ventilación y E = Extractor. La ecuación 26 tiene valores reales y nos muestra la siguiente superficie de respuesta:

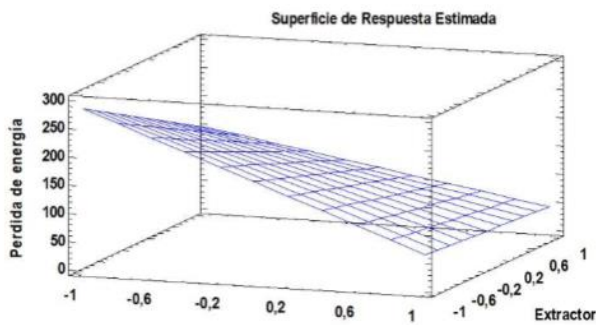


Figura 4. Superficie de respuesta de pérdida de energía

Optimizando la ecuación 26 y se produce un máximo en la pérdida de energía con un valor óptimo de 283,887 kW h, este valor óptimo indica que hay más pérdida de energía cuando no se usa ventilador ni extractor del secador.

Los efectos principales para la pérdida de energía, muestra en la figura 5, muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza pérdida de energía sobre la región indicada.

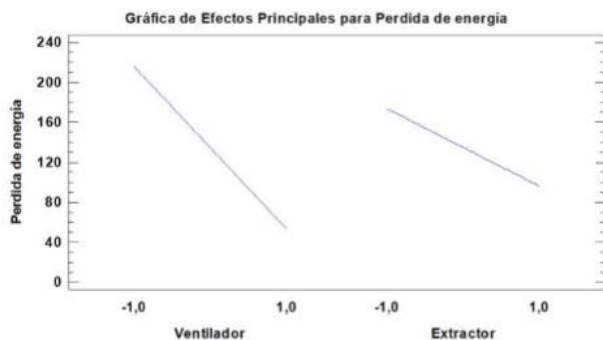


Figura 2. Gráfico de efectos principales para pérdida de energía

En el gráfico se puede observar que mayor pérdida de energía existe cuando no funciona el ventilador y que disminuye con el aumento de ventilación, con respecto al extractor de aire húmedo mayor pérdida de energía existe cuando no se extrae el aire húmedo y que disminuye con el aumento de la extracción del aire húmedo.

4. CONCLUSIONES

Se ha evaluado pérdidas de calor en la cámara de secado y de combustión de gas propano, considerando otras pérdidas por conducción en materiales y accesorios de construcción del secador y de la materia prima utilizada, donde se concluye que las mayores pérdidas fueron cuando no se usa el equipamiento auxiliar de 5651,38 W y las menores pérdidas de calor son cuando están funcionando el extractor y el ventilador con 3014,97 W. La mayor pérdida de

energía en el secador se da cuando no se utiliza ningún equipamiento auxiliar (ventilador y extractor) el cual es de 283,9 kW x h y la menor pérdida es cuando se utiliza el equipamiento auxiliar (ventilador y extractor) siendo el consumo de energía de 44,3 kW h y la mayor eficiencia del secador fue con equipamiento auxiliar del ventilador y extractor de 48,42%.

5. SIMBOLOGIA

Simbolo	Magnitud	Unidad
A_p	Área de la pared	m ²
A_s	Área de la sección de la salida del aire	m ²
C_H	Calor húmedo del aire	kJ/kg a.s. °K
C_p	Calor específico a presión constante	kJ/kg°K
C_{pas}	Capacidad calorífica del aire seco	kJ/kg a.s. °K
C_{pH2O}	Capacidad calorífica del agua	kJ/kg H ₂ O °C
C_{pss}	Capacidad calorífica del sólido seco	kJ/kg s.s. °C
C_w	Calor específico del vapor de agua	kJ/kgH ₂ O°K
g	Aceleración de la gravedad	m/s ²
Gr	Número de Grashof	Adimensional
h	Coefficiente de convección	W/m ² °K
h_a	Entalpía del aire	kJ/kg a.s.
h_p	Entalpía del producto húmedo	kJ/kg s.s.
H_a	Humedad absoluta del aire	kg H ₂ O / kg a.s.
H_p	Humedad en base seca del producto	kgH ₂ O/kg s.s.
L_c	Longitud característica	m
m_a	Caudal de aire seco	kg a.s. / h
m_g	Flujo másico del gas propano	kg/h
m_p	Caudal de producto en base seca	kg s.s. / h
M	Peso molecular	g/mol
n	Número de moles	mol
Nu	Número de Nusselt	Adimensional
P	Perímetro de la pared plana	m
P	Presión atmosférica local	atm
P_c	Poder calorífico del gas	kJ/kg
P_0	Presión a nivel del mar	1 atm
Pr	Número de Prandtl	Adimensional
P_w	Presión parcial del vapor de agua	atm
P_{ws}	Presión parcial de vapor saturado	atm
Q	Flujo de calor	W
Q_{cr}	Pérdidas calor convección y radiación	W
Q_{es}	Calor entregado al secador por el gas	W
Q_g	Flujo de calor suministrado de propano	W
Q_{gc}	Calor perdido de la combustión	W
Q_{op}	Otras pérdidas de calor en el secador	W
Q_p	Pérdidas de calor	W
R	Constante de los gases ideales	atm.m ³ /mol.kg. °K
R_a	Número de Rayleigh	Adimensional
T	Temperatura	°C
T_a	Temperatura del aire	°C
T_m	Temperatura de maíz	°C
T_0	Temperatura de referencia	0°C
T_p	Temperatura en la pared	°C
T_{sg}	Temperatura de salida de combustión	°C
v_a	Velocidad del aire	m/s
V_e	Volumen específico	m ³ /kg a.s.
V_{sa}	Volumen específico del aire de salida	m ³ /kg a.s.
Z	Altura sobre el nivel del mar	m

SIMBOLOS, LETRAS GRIEGAS

β	Coefficiente de expansión volumétrica	1/°K
ϵ	Emisividad	Adimensional
μ	Viscosidad dinámica	Pa. s
λ_o	Calor latente del agua a 0°C	kJ/kg
σ	Constante de Stefan-Boltzmann	W/(m ² °K ⁴)
ν	Viscosidad cinemática	m ² /s

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A.O.A.C. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA.

Cando, D. A. P. (2017). "Evaluación de la viabilidad y calidad de la semilla de maíz (*Zea mays*, L), tras diferentes métodos de secado en salache – Iatacunga – Cotopaxi 2017".

Cengel, Y.; Boles, M. (2015). *Termodinámica*. México: McGraw-Hill.

Grolleaud, M. (2017). Pérdidas postcosecha: un concepto mal definido o mal utilizado. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/004/AC301S/ac301s00.htm#indice>

Gutierrez, H.; De la vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: M C G R A W - H I L L/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V

Holdsworth, S. D.; Simpson, R. (2016). *Tratamiento térmico de los alimentos envasados*. Washington State University USA: Springer Cham Heidelberg.

Ibarz, A. & Barboza, G. (2014). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*. México: Ediciones Mundi-Prensa.

Kreith, F.; Manglik, R. M.; Bohn, M. (2012). *Principios de Transferencia de calor*. USA: Cengage-Learning.

Merker, G. P.; Rudiger, T.; Schwarz, C. (2012). *Combustion Engines Development*. London New York: Springer Heidelberg Dordrecht.

Montgomery, D. (2012). *Diseño y análisis de Experimentos*. México: Limusa, S.A.

Mujumdar, A. S. (2015). *Manual de secado industrial*. Boca Ratón Londres Nueva York: CRC Press.

Owen, M.S. (2013). *ASHRAE Handbook-Fundamentals*, La investigación ASHRAE USA: Copyrighted Materials.

Pineda, J., & Ramos, C. (2015). *Diseño de un sistema continuo de secado de maíz para la empresa Agropecuaria Camp. Verde*, 143. Retrieved from <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/399/T.660.2.P59.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Restrepo, Álvaro Hernán y Burbano, Juan Carlos. (2005). "Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos". *Revista Scientia et Technica*, vol. 12, No. 27 (abril), pp. 127-132.

Rodríguez, T., Noval, R., Noval, D., En, A., Nutrición, L. A., Maíz, D. E. L., ... De, B. M. (2017). alternativas en la nutrición del maíz transgénico fr-b t 1 de (*zea mays* L.): respuesta en crecimiento, desarrollo y producción. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 146–155.

Singh, P. & Heldman, D. (2014). *Introducción a la ingeniería de los Alimentos*. Zaragoza – España: Editorial Acirbia, S.A.

Soares, M., Jorge, L., & Montanuci, F. (2016). Drying kinetics of barley grains and effects on the germination index. *Food Science and Technology*, 638-645.

Toledo, R. T.; Singh, R. K.; Kong, F. (2018). *Fundamentals of food process engineering* (No. 664 T65 1980.). New York: Van Nostrand Reinhold.

Wen Sun & By Da. (2012). *Thermal food processing*. London New York: Edición CRC Press. Boca Ratón.

Wernecke, R. & Wernecke, J. (2014). *Humedad industrial y Medición-Una guía práctica*. Alemania: Edición, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Aplicación móvil para el intercambio de libros en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas

Mobile application for book exchange at the Academic Professional School of Computer Engineering and Systems

Edwin Ramiro Montalvo Navarro¹ <https://orcid.org/0009-0009-8979-1438>

Mario Aquino Cruz² <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, . asesorporula@gmail.com, Apurímac, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, maquin@unamba.edu.pe., Apurímac, Perú

Resumen - El costo de adquisición de libros originales durante la formación académica universitaria en la región de Apurímac - Perú es muy elevado, los libros hacen más accesible la información académica de calidad dentro de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas (EAPIIS) de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Los alumnos que logran adquirir con mucho esfuerzo un nuevo libro, el cual es abandonado después de cursar un semestre académico y se crea la necesidad de adquirir nuevos libros para cursar el siguiente semestre académico, el presente trabajo de investigación describe los resultados de una aplicación móvil implementada para incrementar el intercambio de libros usados entre los alumnos de la EAPIIS y la reutilización de libros. Los resultados de la aplicación de la investigación evidenciaron: En base a los resultados obtenidos de un promedio de 12 préstamos realizados antes de utilizar la aplicación, después de utilizar la aplicación para el intercambio de libros usados el promedio fue de 16.5 logrando un incremento del 72.72%.

Palabras clave: Intercambio de Libros, Libros Usados, Aplicación Android.

Abstract - The cost of acquiring original textbooks during university studies in the Apurímac region of Peru is very high. These books make quality academic information more accessible within the School of Computer Engineering and Systems (EAPIIS) at the National University Micaela Bastidas of Apurímac. Students who manage to acquire a new book with great effort often abandon it after completing a semester, creating the need to purchase new books for the following semester. This research describes the results of a mobile application implemented to increase the exchange of used books among EAPIIS students and promote book reuse. The results of the research application showed that, based on the average of 12 exchanges before using the application, the average increased to 16.5 after its implementation, representing a 72.72% increase.

Keywords: Book Exchange, Used Books, Android App.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación pretende reconocer en primero lugar el estado de lectura en el Perú y como está situado a nivel de Latinoamérica, en segundo lugar mejorar el intercambio de libros utilizados entre los alumnos de educación superior.

Sabemos que la lectura ayuda a la memoria y buena salud, y a pesar de la existencia de los libros electrónicos los lectores siguen prefiriendo los libros impresos para disfrutar de la lectura. Con el transcurso del tiempo, muchos de esos libros quedan olvidados en cajas o

estanterías, y con mucha probabilidad no se vuelven a leer, ocupando espacio innecesariamente.

Las evaluaciones que se realizaron por el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) [1], en los últimos años, posicionaron al Perú en los últimos puestos de la enseñanza y aprendizaje en comunicación, los resultados de dichas evaluaciones se visualizaron en la Figura 1.



Figura 1. Resultados 2015 PISA de Lectura en Latinoamérica

Asimismo el Ministerio de Educación de Perú, realiza la Evaluación Censal a Estudiantes – (ECE), a través de la Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes de forma periódica [2], donde se observa los indicadores de los logros de aprendizaje de los estudiantes de las escuelas públicas y privadas a nivel nacional [3]. En la figura 2 podemos visualizar los resultados de comprensión lectora en el nivel inicial.



Figura 2. Resultados de aprendizaje 2do grado de primaria Perú 2016 -2018 (logro satisfactorio)

Finalmente mostramos los resultados de la evaluación nacional ECE organizados por departamentos en la figura 3, orientados a la comprensión lectora del nivel secundario, y podemos observar que Apurímac se ubica en los últimos lugares.



Figura 3. Resultados de aprendizaje 2do grado de secundaria Perú 2016 -2018 (logro satisfactorio)

Luego de revisar los datos estadísticos en la educación de básica regular, tanto en el nivel primario como secundario. Vemos la importancia de generar los hábitos de lectura, Asimismo la importancia de tener acceso a libros para fortalecer nuestros conocimientos en una determinada área, particularmente en el nivel superior, motivo por el cual se propone como herramienta para el intercambio de libros un aplicativo móvil, que ayudará en la parte de los presentamos a los estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas.

La sección 2 se presenta estudios a fines al tema de investigación; la sección 3 presenta los materiales y métodos que se utilizaron en la investigación; la sección 4 muestra los resultados obtenidos; la sección 5 explica las conclusiones a las que se llegaron y los trabajos futuros a desarrollar, y la sección 6 se brindan las referencias bibliográficas.

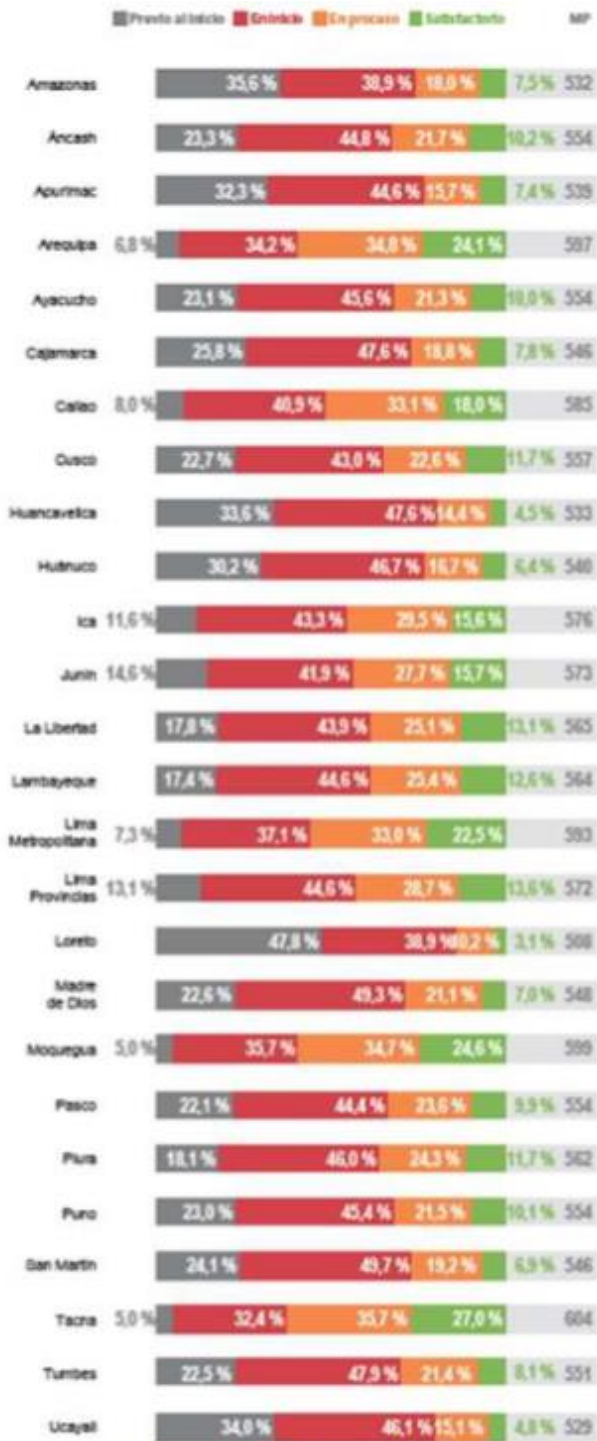


Figura 4. Resultados de ECE por departamentos

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Sevillano [4] presentan un estudio titulado "Book4Book. Desarrollo de aplicación Android para el intercambio de libros entre usuarios", tuvo como objetivo cubrir la cultura de lectura impresa, mediante el intercambio de libros entre usuarios, esta necesidad mediante el desarrollo de una aplicación para el sistema operativo Android, denominada Book4Book, que permite compartir libros propios y buscar los que comparten otras personas mediante diversos criterios, como título, autor, género o distancia con el propietario,

utilizando para ello la localización del dispositivo, e intercambiados.

Además Alarcón [5], hicieron un estudio titulado "Desarrollo de Aplicaciones para la Plataforma Android: un caso de estudio para el intercambio de libros", realizar un estudio de las posibilidades que ofrece la plataforma Android y su situación actual en el mercado del desarrollo de Apps y en el diseño e implementación de una aplicación para dispositivos con sistema operativo Android. Esta app permitirá realizar consultas a una base de datos MySQL creada por el alumno alojada en un servidor web Apache, las cuales harán posible que los usuarios introduzcan información de los libros que están dispuestos a donar, prever o cambiar. Y en la cual buscar libros que este necesite, permitiendo poner en contacto ya sea por email, o teléfono a los usuarios interesados que de otra manera no podrían conocerse.

Similarmente Montull [6] hicieron un estudio titulado "Creación de una plataforma de intercambio de libros electrónicos y artículos en formato digital con fines docentes" diseñando implementación una aplicación Web en C# que permite a los profesores de empresas de distintas carreras de la Universidad Politécnica de Valencia subir o eliminar fuertes para que sean descargados por sus alumnos y otros profesores y a su vez descargar, pero no eliminar los opunes que han subido los profesores de otras carreras distintas. El tipo de fuertes que pueden ser subidos para ser descargados posteriormente por los alumnos son: jpg, png, aff, pdf, epub, doc, doxx, odt, dv y tv. Esta página web podrá ser visualizada desde cualquier dispositivo digital de lectura actual, tales como un ordenador o un teléfono móvil.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. ARQUITECTURA FÍSICA DE LA APLICACIÓN

La aplicación reside en un servidor web. Trabaja con una arquitectura cliente servidor, como se muestra en el Figura 5.

Esta arquitectura es la representación de la información con el cual la aplicación trabaja.

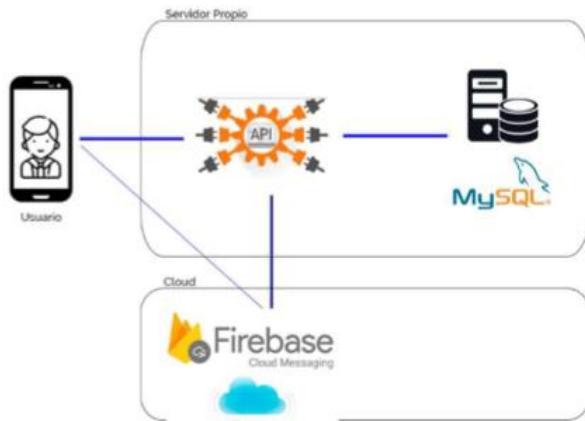


Figura 5. Arquitectura cliente servidor

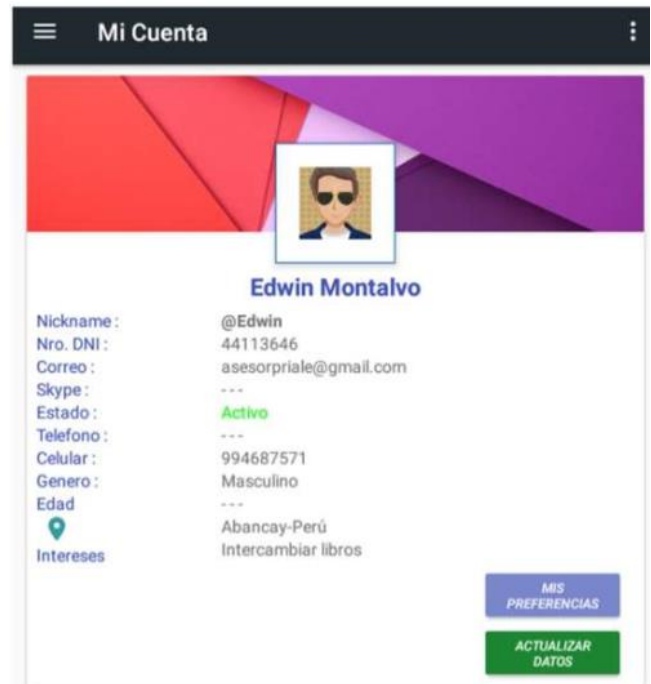


Figura 6. Cuenta de usuario registrado

A continuación visualizamos en la figura 7, las diferentes categorías que se ofrecen mediante el aplicativo móvil para poder realizar un préstamo.

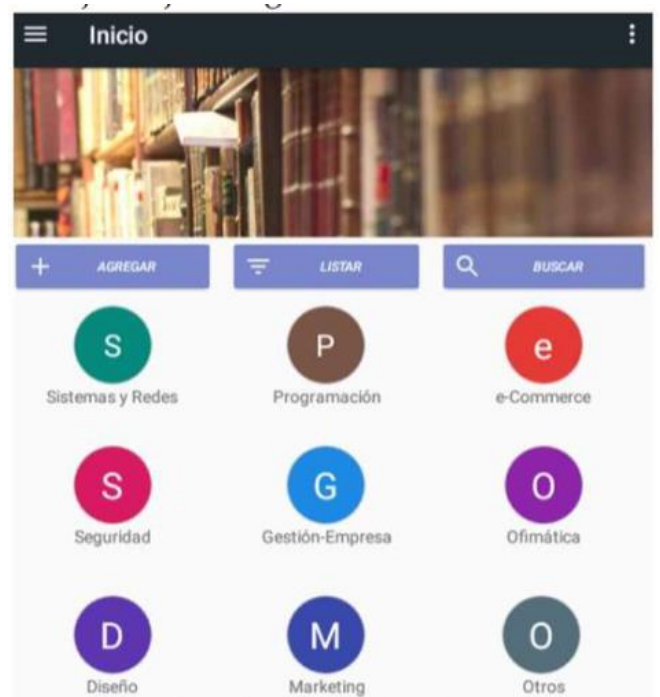


Figura 7 Categorías de libros

También podemos visualizar el listado de los libros disponibles, como se encuentran en la figura 8.

3.2. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

La aplicación móvil, fue construida con las siguientes herramientas:

TABLA 1

HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Logotipo	Elemento	Herramienta
	Android Studio	Entorno de desarrollo integrado
	Java	Lenguaje de Programación
	Firebase Cloud Messaging	Envío de notificaciones
	Git	Control de versiones
	Charles Proxy	Depuración de APIs y endpoint

3.3. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Para la utilización de la aplicación móvil, tiene que ser descargada de Play Store.

Seguidamente se tiene que crear una cuenta de usuario como se muestra en la figura 6, para poder iniciar sesión y poder utilizar el aplicativo con las diferentes funcionalidades para poder visualizar los libros disponibles, como también poder ofertar libros en calidad de préstamos.



Figura 8. Disponibilidad de trabajos

Seguidamente podemos observar en la figura 9 el modulo por el cual se realizan los prestamos

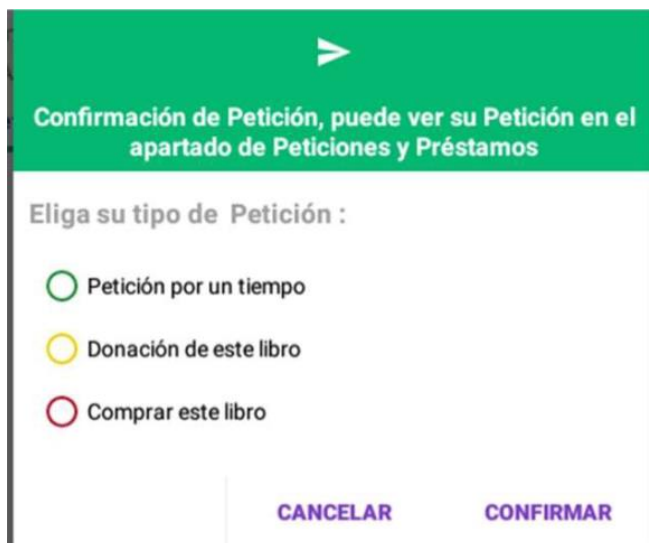


Figura 9. Peticiones de prestamos

Finalmente podemos observar la figura 10 un histórico de prestamos realizados por un determinado usuario



Figura 10. Historial de prestamos

4. Resultados

Para la presente investigación se utilizó, un diseño cuasiexperimental, con un grupo de 56 alumnos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas, de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Evaluación de Funcionalidad: La aplicación móvil cumple al 100% con la métrica de adecuación.

Evaluación de Usabilidad: La aplicación móvil cumple al 100% con la métrica de comprensibilidad. Para evaluar la atractividad se elaboró un cuestionario dando como resultado un cumplimiento del 85.6% para los usuarios expertos y 90.37% para los usuarios de la aplicación.

5. Conclusión

El trabajo de investigación realizado nos ofrece una herramienta para facilitar el intercambio de libros, en los estudiantes universitarios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas, de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Las conclusiones que se llegaron luego de concluir el trabajo de investigación son:

- Se incrementó el intercambio de libros usados entre los estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas a través del aplicativo móvil en un 72.72%.
- Se promovió el intercambio de libros usados entre los estudiantes de la

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas usando un aplicativo móvil.

- El 80% de los usuarios encuestados indicó que usando la aplicación se logró un ahorro por el menos 50% en la adquisición de libros nuevos

6. REFERENCIAS

- [1] ONU – Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, «Comparación de resultados del segundo y tercer estudios regional comparativo y explicativo SERCE y TERCE 2006-2013,» 2015.
- [2] Unidad de Medición de Calidad - Ministerio de Educación Perú, «Informe Nacional de Evaluación Censal a Estudiantes,» 2018.
- [3] Unidad de Medición de Calidad - Ministerio de Educación, «Resultados de las evaluaciones nacionales de logros de aprendizaje,» 2019.
- [4] J. Sevillano Jiménez, «Book4Book. Desarrollo de aplicación Android para el intercambio de libros entre usuarios,» 2018.
- [5] F. Alarcón Barceló, «Desarrollo de Aplicaciones para la Plataforma Android : un caso de estudio para el intercambio de libros,» 2014.
- [6] D. Montull Crespo, «Creación de una plataforma de intercambio de libros electrónicos y artículos en formato digital con fines docentes,» 2018.



Aplicación web para registrar la asistencia mensual del personal que trabaja en las instituciones educativas de la UGEL Abancay

Web application to report the monthly attendance of the personnel working in the educational institutions at UGEL Abancay

Danyra Contreras¹ <https://orcid.org/0009-0002-3539-8963>

Manuel J. Ibarra² <https://orcid.org/0000-0001-6711-4916>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., . dacome.1294@gmail.com, Apurímac, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac., manuelibarra@unamba.edu.pe., Apurímac, Perú

Resumen - El objetivo principal de esta investigación fue mejorar la elaboración del informe mensual de asistencia del personal de las Instituciones Educativas de la UGEL Abancay, así como reducir el tiempo y los costos asociados a la emisión del informe consolidado final para el Área de Remuneraciones. El problema existente en la Oficina de Personal radicaba en la falta de automatización de los procesos, lo que impedía un control preciso de las Instituciones Educativas que enviaban su informe mensual de asistencia. Además, en muchos casos la información del informe era incompleta; por ejemplo, cuando el director reportaba un retraso, el informe no especificaba la duración del mismo. Ante esta situación, cada informe debía ser verificado exhaustivamente. La investigación fue de tipo aplicado, de nivel explicativo y con un diseño cuasiexperimental, basado en la metodología de desarrollo de software ágil Scrum.

Finalmente, al utilizar la aplicación web SYSCO, la preparación del informe mensual de asistencia mejorará significativamente, reduciendo el tiempo necesario para emitir la consolidación final en un 97%, los costos que se generaban en la consolidación también se redujeron en un 383,85% de los informes mensuales de asistencia en la Oficina de Personal, esto concluye con la implementación de la aplicación web SYSCO, se obtuvieron resultados satisfactorios.

Palabras clave: asistencia, control, informe, aplicación web.

Abstract - The main objective of this thesis research was to improve the preparation of the monthly assistance report of the staff working in the Educational Institutions of the UGEL Abancay, as well as to reduce the time spent and the costs generated to issue the final consolidated of the monthly assistance reports to the Remuneration Area. The problem that existed in the Personnel Office was that the processes were not automated, so there was no exact control of those Educational Institutions that sent their monthly attendance report, it is more in many cases the information contained in the report was complete, for example when the director reported a delay, the report did not specify the minutes of that delay, after this situation each report should be extensively verified. The research was applied type, explanatory level and quasi-experimental design, based on the agile SCRUM software development methodology.

Finally, when using the SYSCO web application, the preparation of the monthly assistance report will be significantly improved, reducing the time it took to issue the final consolidation by 97%, the costs that were generated in the consolidation were also reduced by 383.85% of the monthly assistance reports in the Personnel Office, this concludes with the implementation of the SYSCO web application, satisfactory results were obtained.

Keywords: assistance, control, report, web application.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchas instituciones tanto públicas como privadas han comenzado a adquirir un espacio en el mundo virtual, y la Unidad de Gestión Educativa Local de Abancay (UGEL Abancay) no ha sido la excepción. La UGEL

Abancay, es una institución enfocada en promover el desarrollo educativo de los estudiantes; fortaleciendo la gestión pedagógica junto a los directivos, docentes y administrativos, con la finalidad de propiciar la formación, protección y mejora continua del sistema educativo.

La UGEL Abancay, cuenta con distintas áreas y oficinas, entre ellas se encuentra la Oficina de Personal, que tiene como una de sus actividades principales la emisión del consolidado de asistencia mensual del personal que labora en todas las Instituciones Educativas a su cargo, este consolidado es entregado al Área de Remuneraciones para la ejecución del pago mensual correspondiente a cada personal.

Cada Institución Educativa tiene un director, quien se encarga de presentar un informe mensual indicando la asistencia del personal a su cargo, todos estos documentos llegan a la Oficina de Personal de la UGEL, ahí se encargan de consolidar toda la información presentada por los directores; este proceso no se encontraba automatizado ni ordenado, además, la información que se manejaba, no era completa ni exacta.

Por lo mencionado anteriormente, fue necesario desarrollar un aplicativo web acorde a sus necesidades, para mejorar la elaboración del reporte de asistencia mensual del personal que labora en las Instituciones Educativas de la UGEL Abancay y así acrecentar la calidad de la información y la atención a los usuarios, simplificando los procesos.

2. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB

2.1. METODOLOGÍA ÁGIL

El proceso de desarrollo del software se realizó aplicando la metodología SCRUM, que es caracterizado por:

- Adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto.
- Basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos autoorganizados, que en la calidad de los procesos empleados.
- Solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizarlas una tras otra en un ciclo secuencial o de cascada.

La metodología Scrum es un sistema de planificación ágil que nos permite gestionar proyectos en los que el grado de incertidumbre es grande y este tenga que desarrollar lo más rápido posible.

En general, esta metodología se basa en ir planificando todo el proyecto en pequeños bloques.

Cada finalización de un bloque genera un entregable que se revisa y se mejora antes de pasar al siguiente bloque [8].

Los elementos de Scrum son:

- Product Backlog
- Sprint Backlog
- Incremento

2.2. HISTORIAS DE USUARIO

Las historias de usuario son descripciones cortas y simples de las funcionalidades que tiene la aplicación web.

TABLA 1

HISTORIA DE USUARIOS

Id	Nombre	Descripción	Prioridad
1	Iniciar sesión	Iniciar sesión por medio de un usuario y contraseña.	Alta
2	Control de usuario	Controlar acceso al sistema de acuerdo al cargo que desempeña.	Alta
3	Mantenimiento de usuario	Se debe realizar el mantenimiento de registrar, modificar y listar usuarios.	Alta
4	Buscar Usuarios	Se debe realizar la búsqueda de un usuario, mediante nombre.	Media
5	Mantenimiento de I.E.E.	Se debe realizar el mantenimiento de registrar, modificar y listar las Institución Educativa.	Alta
6	Buscar I.E.	Se debe realizar búsqueda de las I.E.E por nombre, código modular, nivel.	Media
7	Asignar Personal a una I.E.	Se debe realizar la asignación del personal a la Institución Educativa en la que labora.	Alta
8	Registrar de Asistencia	Se debe realizar el registro de asistencia de todo el personal de una determinada I.E.	Alta
9	Reporte Detallado y Reporte Consolidado	Se debe generar un reporte de asistencia detallado y consolidado por cada I.E.	Alta
10	Reporte General de Descuentos	Se debe generar un reporte general de descuentos de todas las I.E.E. que registraron su asistencia.	Alta

2.3. PATRÓN MODELO-VISTA-CONTROLADOR (MVC)

Este patrón soluciona los inconvenientes debidos al uso de interfaces gráficas en aplicaciones, pero adicionalmente permite definir claramente las capas que se aplican en la arquitectura Cliente-Servidor, muy común en Internet [5].

El patrón MVC es un patrón de arquitectura de software encargado de separar la lógica de negocio de la interfaz del usuario y es el más utilizado en aplicaciones Web, ya que facilita la funcionalidad, mantenibilidad y escalabilidad del sistema, de forma simple y sencilla [1].

El patrón MVC divide las aplicaciones en tres niveles de abstracción:

- **El modelo:** Representa la lógica de negocios. Es el encargado de acceder de forma directa a los datos actuando como "intermediario" con la base de datos.
- **La vista:** Es la encargada de mostrar la información al usuario de forma gráfica y "humanamente legible".
- **El controlador:** Es el intermediario entre la vista y el modelo. Es quien controla las interacciones del usuario solicitando los datos al modelo y entregándolos a la vista para que esta lo presente al usuario.

En la Figura 1 se observa que el usuario ingresa al navegador y realiza una petición, el controlador captura el evento, procesa los valores y llama al modelo correspondiente, el modelo se encarga de interactuar con la base de datos y retorna la información al controlador, el controlador recibe la información y lo envía a la vista.

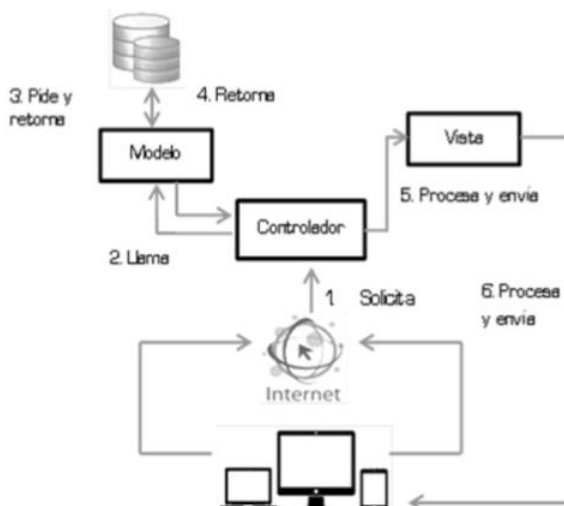


Figura 1. Patrón MVC de la aplicación web

2.4. DISEÑO LÓGICO DE LA BASE DE DATOS

El esquema lógico es una fuente de información para el diseño físico, juega un papel importante durante la etapa de mantenimiento del sistema, ya que permite futuros cambios que se realicen sobre los programas de aplicación [7].

El diseño de Bases de Datos es el proceso por el que se determina la organización de una base de datos, incluidas su estructura, contenido y las aplicaciones que se han de desarrollar.

La Figura 2, muestra el Diseño Lógico de la Base de Datos de la aplicación web.

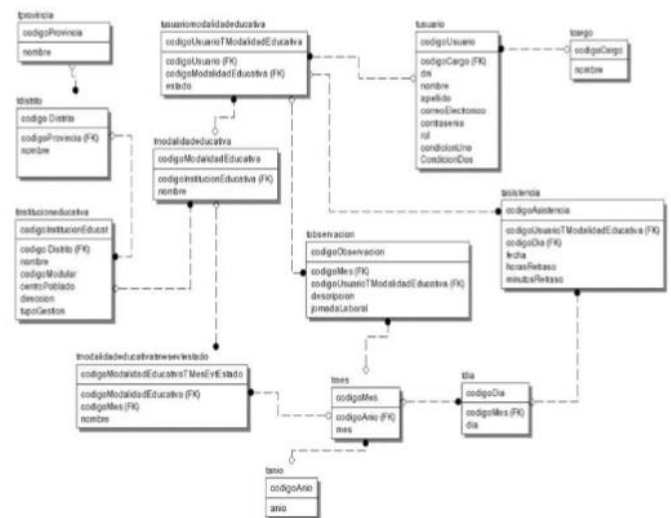


Figura 2. Diseño Lógico de la Base de Datos de la aplicación web

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES

- **Variable Independiente**

Aplicación Web

Herramienta que proporciona múltiples funciones al usuario final las cuales se pueden integrar con bases de datos corporativas [10].

Una aplicación web es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el cual se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones.

El protocolo HTTP forma parte de la familia de protocolos de comunicaciones TCP/IP, que son los empleados en Internet. Estos protocolos permiten la conexión de sistemas heterogéneos, lo que facilita el intercambio de información entre distintos ordenadores [6].

- **Variable Dependiente:**

Reporte de Asistencia Mensual

Es un informe o documento que puede ser presentado de manera estructurada, digital, audiovisual, etc., [9].

El control de asistencia es un proceso sistematizado que cumple normas previamente establecidas por la institución en la cual se está desarrollando este proceso.

3.2. TIPO, MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación según el criterio de propósito, es de tipo Aplicada porque tiene como objetivo crear nueva tecnología a partir de los conocimientos adquiridos para determinar si estos pueden ser útilmente aplicados con o sin mayor refinamiento para los propósitos definidos. La información obtenida a través de este tipo de investigación debería ser aplicable en cualquier lugar y por lo tanto ofrece oportunidades significativas para su difusión [11].

El método de investigación que se aplicó fue el Hipotético – Deductivo o de contrastación de hipótesis, que trata de establecer la verdad o falsedad de las hipótesis (que no podemos comprobar directamente, por su carácter de enunciados generales, o sea leyes, que incluyen términos teóricos), a partir de la verdad o falsedad de las consecuencias observacionales, unos enunciados que se refieren a objetos y propiedades observables, que se obtienen deduciéndolos de las hipótesis y, cuya verdad o falsedad estamos en condiciones de establecer directamente [2].

El diseño de investigación que se aplicó fue el Cuasiexperimental: Los diseños Cuasiexperimentales manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, solo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos [4].

Dónde:

G1 = Grupo de II.EE que utilizaron la aplicación web

G2 = Grupo de II.EE que no utilizaron la aplicación web

X = Condición Experimental

O1 = Posprueba grupo experimental

O2 = Posprueba grupo control

– = Ausencia de estímulo

G1 X O1

G2 – O2

El tamaño de la muestra fue del tipo no probabilístico intencional: El investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige un conocimiento previo de la población que se investiga para poder determinar categorías o elementos que se consideran como tipo o representativos del fenómeno que se estudia [12].

4. CUESTIONARIO QUIS

El Cuestionario para la Satisfacción de la Interacción del Usuario (QUIS) es una herramienta de medición diseñada para evaluar la satisfacción subjetiva de un usuario de computadora con la interfaz hombre-computadora.

Fue desarrollada por un equipo multidisciplinario de investigadores en el Laboratorio de Interacción Humano-Computadora (HCIL) en la Universidad de Maryland en College Park, resolviendo con éxito los problemas de confiabilidad y validez encontrados en otras medidas de satisfacción, creando una medida que es altamente confiable en muchos tipos de interfaces. [3].

Para medir la satisfacción del usuario hacia la aplicación web, se ha recurrido al QUIS, junto con la escala de Li-kert, considerando un continuo de 10 categorías (de 0 a 9) y un N.A.

En la tabla 2 se observa el porcentaje y la frecuencia acumulada con respecto al primer grupo (los que hicieron uso de la aplicación web), teniendo los siguientes resultados:

TABLA 2

**FRECUENCIA ACUMULADA Y PORCENTAJE
UTILIZANDO LA APLICACIÓN WEB**

	Frecuencia Acumulada	Porcentaje
N.A.	0	0%
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	7	1%
4	35	4%
5	32	4%
6	82	10%
7	271	32%
8	320	38%
9	93	11%
	840	100%

En la figura 3, se muestra los resultados de la escala de Likert, cada uno con su frecuencia acumulada, para ello se contabilizó la cantidad de respuestas iguales por cada escala y como resultado se obtuvo que: el 1% de los encuestados marcaron la escala 3, el 4% marcó la escala 4, el 4% marcó la escala 5, el 10% marcó la escala 6, el 32% marcó la escala 7, el 38% marcó la escala 8 y el 11% marcó la escala 9.

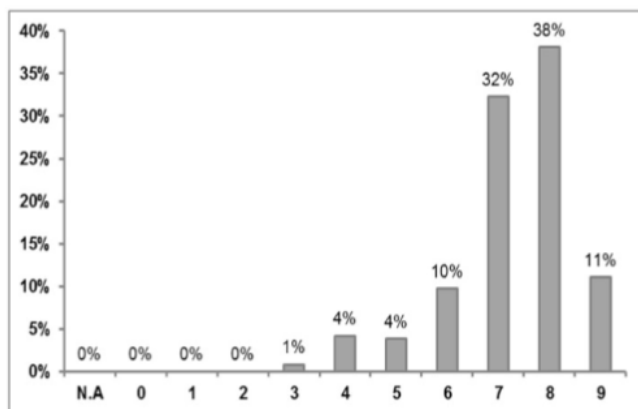


Figura 3. Resultados de la satisfacción de los usuarios que utilizaron la aplicación web.

Después de analizar los datos se seleccionó como aceptable desde la escala mayores iguales a 6, teniendo un 91% de aceptación.

5. INTERFACES DE USUARIO

Las aplicaciones web están siendo cada vez más usadas y el querer tener la información exacta y disponible en tiempo real se ha vuelto una necesidad.

Una interfaz debe responder a las necesidades y a las preferencias de los diferentes tipos de usuarios, además debe ser funcional y de fácil uso.

La Figura 4, muestra el inicio de sesión para ingresar a la aplicación web, en esta parte se validan los datos según el cargo que desempeñan: administrador o director.



Figura 4. Login de la aplicación web.

En caso el cargo sea de director, el sistema permitirá registrar la asistencia del personal que está a su cargo.

La Figura 5, muestra la lista del personal que labora en una I.E. y los días del mes, donde se detalla la asistencia.

Figura 5. Registro de asistencia mensual del personal

La Figura 6, muestra el reporte detallado de la asistencia de todo el personal de la I.E.

Figura 6. Reporte detallado de asistencia

La figura 13, muestra el código para determinar el tiempo en que se genera el reporte mensual de descuentos

```
$miliseconds=strtotime(date('Y-m-d H:i:s'))--$sessionManager->get('dateTimeInitProcess');
If($tipo=="pdf")
{
    $pdf=PDF::loadView('general.imprimirrelaciondescuentos',
    [
        'processMiliseconds'=> $miliseconds,
        'nombreMes' => $nombreMes,
        'anio' => $anio,
        'mes' => $mes,
        'listaUsuario' => $listaUsuario
    ]->setPaper('a4','landscape')->setWarnings(false);

    return $pdf->stream();
}
```

Figura 13. Tiempo de ejecución del reporte mensual de docenes.

7. CONCLUSIONES

La implantación de esta aplicación web para mejorar la elaboración del reporte de asistencia mensual del personal que labora en las Instituciones Educativas de la UGEL Abancay, logró tener el 91% de aceptación, siendo reflejado en los resultados del Cuestionario para la Satisfacción de la Interacción del Usuario.

La aplicación web redujo en un 97% el tiempo que emplea la oficina de personal de la UGEL Abancay para emitir el consolidado de los reportes de asistencia mensual al área de remuneraciones, para ello se realizó la prueba de hipótesis para medias con los dos grupos: experimental y de control, los directores pertenecientes al grupo experimental enviaron sus reportes de asistencia mediante la aplicación web y se obtuvo el consolidado de descuentos en 10 segundos, a diferencia del grupo control que envió su reporte de la manera tradicional y se obtuvo el consolidado en 334 segundos.

La aplicación web SYSCO reduce en un 83.85% los costos que se generan en la consolidación de los reportes de asistencia mensual en la oficina de personal, para ello se realizó la prueba de hipótesis para medias, utilizando la aplicación web se tiene un costo de S/257.26 y sin utilizar la aplicación web el costo generado es de S/1592.73.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la UGEL Abancay, por proporcionar toda la información necesaria, y a la vez dar las facilidades del caso para el desarrollo de esta aplicación web.

8. REFERENCIAS

- [1] Bahit, E. (2014). El paradigma de la Programación Orientada a Objetos en PHP y el patrón de arquitectura de Software MVC. [En línea]. Available: <http://www.i.herrera.unt.edu.ar/bibleet/wp-content/uploads/2014/12/eugeniabahitpooymvccenphp.pdf>.
- [2] Behar Rivero, D. S. (2008). Introducción a la metodología de la investigación. Shalom.
- [3] Chin, J., Diehl, V., y Norman, K. (1988). Desarrollo de un instrumento de medición de la satisfacción del usuario de la interfaz hombre-máquina. Nueva York: ACM/SIGCHI.
- [4] Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- [5] López C. (2009). Como mantener el patrón modelo vista controlador en una aplicación orientada a la Web. Facultad de Ingeniería Uniminuto.
- [6] Luján, S. (2002). Programación de Aplicaciones Web: Historia, Principios Básicos y Clientes Web. España: Club Universitario.
- [7] Ortigón, E., Pacheco, J., y Prieto, A. (2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- [8] Palacio, J. (2015). Scrum Manager | Las reglas de Scrum.
- [9] Perez, J., y Merino, M. (2013). Definición.de: Definición de reporte. Recuperado de: <https://definicion.de/reporte/>
- [10] Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software: Un enfoque práctico (Séptima ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

- [11] [11] Tam, J., Vera, G., y Oliveros, R. (2008). Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. Revista de la Escuela de Posgrado Pensamiento y Acción.
- [12] [12] Tamayo, M. (2003). El proceso de la Investigación Científica (Cuarta ed.). México: Limusa.

Danyra Contreras, bachiller en Ingeniería Informática y Sistemas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Manuel J. Ibarra, nacido en Cusco. Título obtenido como Ingeniero Informático y de Sistemas en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco en el 2002. Magíster en Ciencias, mención Computación, grado obtenido en la Universidad de Chile en el 2011.



RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y SU RELACIÓN CON EL PAGO DEL SERVICIO EN LA CIUDAD DE PUNO

COLLECTION AND TRANSPORTATION OF SOLID URBAN WASTE AND ITS RELATIONSHIP WITH THE PAYMENT OF THE SERVICE IN THE CITY OF PUNO

Raúl Cornejo Calvo¹ <https://orcid.org/0000-0001-7773-8749>

¹Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura., reydraul@hotmail.com., Puno, Perú

Resumen - Este trabajo de investigación tiene el propósito de determinar la relación de la recolección y transporte de los Residuos Sólidos Urbanos, con el pago del servicio por el poblador de la ciudad de Puno, para lo cual la metodología empleada fue la regresión lineal múltiple (MRLM), los datos se consolidaron de la Municipalidad Provincial de Puno (MPP), para una mejora en el manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Se identificó la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos, la capacidad de transporte de RSU, se evaluó el pago por los servicios de limpieza y transporte de los RSU que brinda la MPP. La generación de RSU de la ciudad de Puno, es de $78.68 \text{ Tn. día}^{-1}$, significa que los residuos sólidos en un mes son de $2,393.18 \text{ Tn. mes}^{-1}$. La capacidad de transporte de los RSU de la ciudad de Puno, de los vehículos compactadores que cuenta la MPP es de $2,329.00 \text{ Tn. día}^{-1}$, para recolectar y transportar a su disposición final. Teniendo un déficit de $48.92 \text{ Tn. día}^{-1}$, de RSU, en transporte para su disposición final. Evaluando la recaudación por concepto de limpieza pública (que incluye la recolección, transporte y disposición final de RSU, según informe emitido por la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública de la Municipalidad Provincial de Puno, el gasto total anual para estos servicios es de S/. 5,546,456.04, sin embargo, la recaudación por concepto de limpieza pública es de S/. 1,452,897.46\$, presentándose un déficit de S/. 4,093,558.58 por limpieza pública que realiza la Municipalidad Provincial de Puno, para dicho fin.

Palabras clave: Capacidad de transporte, servicio de limpieza, pago del servicio, recolección, residuos sólidos urbanos.

Abstract - This research work has the purpose of determining the relation of the collection and transport of the Urban Solid Residues, with the payment of the service by the population of the city of Puno, for which the methodology used was the multiple linear regression (MRLM), the data was consolidated from the Provincial Municipality of Puno (MPP), for an improvement in the management of Urban Solid Waste (RSU). The amount of Urban Solid Waste, the transport capacity of the RSU was identified, the payment for the cleaning and transportation services of the RSU provided by the MPP was evaluated. The generation of RSU of the city of Puno, is $78.68 \text{ Tn. día}^{-1}$, means that solid waste in a month is $2,393.18 \text{ Tn. mes}^{-1}$,... The transportation capacity of the RSU of the city of Puno, of the compactor vehicles that the MPP has is $2,329.00 \text{ Tn. día}^{-1}$,... to collect and transport to its final disposal. Having a deficit of $48.92 \text{ Tn. mes}^{-1}$,... of RSU, in transport for its final disposal. Evaluating the collection for public cleaning (which includes the collection, transport and final disposal of RSU, according to a report issued by the Sub Management of Environmental Management and Public Health of the Provincial Municipality of Puno, the total annual expenditure for these services is S/. 5,546,456.04, however, the collection for public cleaning is S/. 1,452,897.46, showing a deficit of {S/. 4,093,558.58\$ for public cleaning carried out by the Provincial Municipality of Puno, for this purpose.

Keywords: Transportation capacity, cleaning service, payment of the service, collection, urban solid waste.

1. INTRODUCCIÓN

En México se han realizado estudios de generación y composición de residuos sólidos domésticos (RSD), sin embargo, no han sido específicos para localidades urbanas pequeñas. Para realizar una

gestión adecuada de RSD, que permita a los municipios desarrollar una planeación estratégica es importante contar con datos confiables (Castillo & Medina, 2014).

El incremento de habitantes y su concentración en núcleos urbanos como resultado

del progreso e industrialización que si bien implica grandes beneficios, trae preocupación global por la generación de gran cantidad de residuos sólidos, protección de ecosistemas, de recursos naturales; provocan grandes impactos sobre la naturaleza: Suelo, aire, agua, fauna, flora y el ser humano; impacto que puede ser muy difícil de disminuir y cuando se emprendan las acciones para lograrlo ya su costo es demasiado alto (Meléndez, 2014).

La generación de residuos sólidos del ámbito municipal durante el 2013, considerando exclusivamente el ámbito urbano del país llegó a 18\,533 t/día; de ello, la recolección y transporte convencional con fines de disposición final alcanzaron en promedio el 87.5% (16,216 t/día). De estos, solo 7,656 t/día de residuos fueron dispuestos en un relleno sanitario autorizado, mientras que 8,545 t/día terminaron en botaderos municipales y 300.3 t/día en otros destinos no especificados, vinculados principalmente a centros poblados urbanos sin servicio de recolección de residuos sólidos. La Generación Per Cápita (GPC) para el año 2013 tuvo un valor de 0.56 kg/hab./día en el ámbito nacional. Los valores representativos para la costa, sierra y selva son 0.588, 0.513 y 0.553 kg/hab./día respectivamente; se observa que para todos los casos la GPC muestra una tendencia de disminución de sus valores con respecto al año 2012 (MINAM, 2014).

La gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Puno se ha visto agravada por el crecimiento poblacional, hábitos de consumo, flujos migracionales, factores que inciden en una mayor generación de residuos sólidos. La capacidad operativa para la recolección, transporte, equipamiento, almacenamiento y barrido de residuos sólidos, al año 2014 se ha mejorado en tanto todavía se tiene limitaciones, el 45% del personal de limpieza presenta un detrimento de la capacidad física, por motivos de enfermedades, motivo por el cual existen conflictos entre los usuarios y los servidores de limpieza, todos estos hechos dan motivo a que el índice de morosidad sea significativo (3Municipalidad Provincial de Puno, 2013).

Por ello, el conocimiento respecto a la generación y composición de residuos sólidos domésticos es importante para los tomadores de decisiones (Taboada et al. 2011).

Actualmente en Colombia los procesos de Gestión Integral de Residuos Sólidos no contemplan la minimización en la producción de residuos sólidos como estrategia, por lo cual prevalece la acumulación de residuos sólidos en rellenos sanitarios, y su producción, en aumento, dado el crecimiento poblacional (Montoya & Martínez, 2013).

Estimando la cantidad que se genera de residuos sólidos urbano sabremos cuanto se tiene para su disposición final, determinando la capacidad de transporte de los vehículos camiones compactadores sabremos si no quedara saldos de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno, Evaluando el pago por el servicio de recolección limpieza y transporte de residuos sólidos urbanos que brinda la Municipalidad Provincial de Puno sabremos si con el monto recaudado por dicho servicio es suficiente para dicho fin, con la aplicación del método de Regresión Lineal Múltiple en la presente investigación, nos dará a conocer la deficiencia o la eficiencia de la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos de la municipalidad Provincial de Puno, con relación al pago del poblador Puneño, para un adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos en los aspectos medioambiental y salud, utilizados para este fin en muchos centros poblados, poblaciones, ciudades y países.

2. MATERIALES Y METODOS

Variables Analizadas

- Identificación de residuos sólidos generados por el poblador puneño.
- Realizar capacidad de transporte de residuos sólidos.
- Proponer incremento de pago por servicios de limpieza de residuos sólidos urbanos.
- Para contrastar la hipótesis, se empleó el método de regresión lineal múltiple (MRL), cuyo modelo estadístico es:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + e_i$$

$$Y_i = \text{Consumo de combustible}$$

$$X_{i1} = \text{Consto de transporte y recolección}$$

$$X_{i2} = \text{Distancia de recorrido de los compactadores.}$$

$$\beta_1 \beta_2 \beta_3: \text{Párametros desconocidos del modelo a ser estimado.}$$

$$e_i = \text{Es el error residual aleatorio}$$

Seguidamente se realizará la selección de la mejor ecuación con la finalidad de reducir el

modelo a través del método de selección STEPWISE, por presentar variables independientes mayor a dos.

Operacionalización de Variables

Para el presente trabajo de investigación se tiene las siguientes variables

Variables Independientes (Vi)

Vi = Costo, Distancia y Número de camiones Compactadoras

Variables Dependientes (Vd)

Vd = residuos sólidos

Para la presente investigación se empleó el paquete de cómputo estadístico, SAS V. 9.00 para obtener el análisis de varianza para las variables de estudio, el AutoCAD 2017, programa AutoCAD Civil 2017, Microsoft Office Excel 2007, Wase y Microsoft Office Word 2007.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PARA ESTIMAR LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SU DISPOSICIÓN FINAL

De informe de N° 021 - 2016 - M P P - G M A S / S G G A S P / J J T C, de la generación de residuos sólidos, obtenido de la Sub gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública de la Municipalidad Provincial de Puno, es de 78.68 Tn/día entonces, significa que los residuos sólidos en un mes son de aproximadamente de 2393.18Tn/mes. Del monitoreo superficial de fecha marzo del 2016, la generación de residuos sólidos urbanos de los contenedores de la ciudad de Puno, es de 15.26Tn/día, con referencia al 97.77% de la capacidad total del todos los contenedores disponibles en la ciudad de Puno. Los contenedores que son monitoreados, no cubren los lugares de difícil acceso para los camiones compactadoras. Sobre el particular coincidimos con, Aguilar et al., (2010), quienes en su investigación mencionan que, el crecimiento urbano ha causado un incremento en la generación de residuos domésticos, de manejo especial e industriales no peligrosos. Dichos residuos son acumulados en los sitios de disposición final; los cuales, sin un manejo apropiado, pueden producir problemas de contaminación de aire, agua y suelo, así como de salud pública. En cuanto a la generación de residuos sólidos coincido con la (Municipalidad Provincial de Puno, 2015), para el distrito de Puno

la generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios es de 0.55 Kg/hab/día. La generación total de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Puno es de 78.68 Ton/día y la proyección para el 2026 es de 104.89 Ton/día.

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para dichos resultados se obtuvieron de acuerdo a los datos de informe de N° 021 - 2016-MPP-GMAS/SGGASP/JJTC obtenido de la Sub gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública de la Municipalidad Provincial de Puno, para los 7 camiones compactadores que cuenta la Municipalidad en el año 2015, siendo lo siguiente.

VEHICULO COMPACTADOR	AÑO DE FABRICACIÓN	CAPAC. DEL VEHICULO POR VIAJE (m³/Viaje)	DENSIDAD DE R.S.U. SEGÚN TIPO DE VEHICULO (t/m³)	EFFECTIVIDAD POR VIAJE (%)	CAPACIDAD EFECTIVA DE RECOLECCIÓN POR VIAJE (t/Viaje)	NRO. DE VIAJES/MES (Viaje)	RECOLECCIÓN PROMEDIO POR VEHICULO (t/mes)
		A	B	C	D=A*B*C	E	F=E*D
Valor: CNG-751	2012	20	0.500	85	8.500	52.00	442.00
Valor: EGI-026	2012	15	0.500	85	6.375	48.00	306.00
Valor: EGI-227	2012	20	0.500	85	8.500	60.00	510.00
Valor: XO-0242	2003	15	0.500	85	6.375	38.00	243.00
Valor: XO-0241	2003	15	0.500	85	6.375	24.00	153.00
Valor: GZK-012		15	0.500	85	6.375	24.00	153.00
Mitsubishi WJ-1864		20	0.500	85	8.500	24.00	204.00
CAPACIDAD TOTAL DE TRANSPORTE/VIAJE =							2329.00

Figura 1. Capacidad de transporte de los vehículos recolectores de la MPP.

Fuente: Elaboración adaptado de acuerdo a la base de datos de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública.

De la figura 1. Se teniendo una Capacidad de Transporte/Viaje = 2329.00 t/mes de los 07 vehículos compactadores.

PARA EVALUAR EL PAGO DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS QUE BRINDA LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO

De informe N°021-2016-MPP-GMAS/SGGASP/JJTC, en la parte de gasto presupuestal durante el año 2015, se tiene un presupuesto institucional de S/6'424,716.00, ejecución devengada UE de S/5'546,456.04, comparando con datos de ejecución presupuestal, de ingresos año fiscal 2015, en el rubro de limpieza pública que recauda un total de S/.1'452,897.46.

Analizando el gasto de Ejecución de Devengados UE, durante el año 2015 en cuanto a limpieza, recolección, transporte, disposición final, pagos al personal de la "Gerencia de medio

Ambiente y Servicios", Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública, con presupuesto de ejecución de devengada UE es de S/.5'546,456.04, restando el costo de recaudación por concepto de limpieza pública de S/.1'452,897.46 = S/.4'093,558.58, el resultado de lo expuesto es el déficit en costo por recolección, limpieza y transporte pública que realiza la Municipalidad Provincial de Puno.

N°	PLACA	MARCA	CAPACIDAD EN m³	RECORRIDO EN EL AÑO 2015 (km)	CONSUMO COMBUSTIBLE	COSTO COMBUSTIBLE (S/.)
1	XO-6241	volvo -C9G-751	20	16775.55	1832.04	21617.88
2	XO-6242	volvo -EGJ-026	15	17586.52	1920.48	22662.36
3	XO-6250	Volvo -EGJ-237	20	22310.41	2436.36	28749.6
4	XO-6261	Volvo -XO-6242	15	26259.87	2867.64	33838.2
5	XO-6221	Volvo -XO-6241	15	7394.73	807.6	9529.44
6	XO-6245	Volvo -GZK-612	20	10147.34	1108.68	13082.76
7	XO-6228	Mitsubishi-WJ-1864	15	7451.11	813.72	9601.8
				107925.53	11786.52	139082.04

Figura 2. Recorrido, consumo y costo de combustible de los 7 camiones compactadores en el año 2015

El recorrido total de los 7 camiones compactadores en el año 2015 es de 107,925.53km en cuanto al consumo total de combustible del año 2015 de los 7 camiones compactadores es de 11,786.52 galones de petróleo. Equivalente a 139,075.04 nuevos soles.



Figura 3. Relación entre costo de combustible y recorrido de los 7 vehículos compactadores en el año 2015, marzo del 2018.

Otros gastos de combustible de vehículos que trabajan en recolección y transporte de residuos sólidos tales como camión baranda, volquete, tractor sobre oruga, cargador frontal, las moto cargas el consumo aproximado total de combustible en el año 2015 es de 82,464.00 nuevos soles.

El costo del consumo de combustible de los 7 camiones compactadores más la suma de otros vehículos que trabajan en recolección y

transporte de residuos sólidos para su disposición final, hacen un total aproximado de 221,539.27 nuevos soles.

PARA EVALUAR EL PAGO DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS QUE BRINDA LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO.

De informe N° 021 - 2016 - MPP-GMAS/SGGASP/JJTC, en la parte de gasto presupuestal durante el año 2015, se tiene un presupuesto institucional de S/.6'424,16.00, ejecución devengada de S/.5'546,456.04, comparando con datos de ejecución presupuestal, de ingresos año fiscal 2015, en el rubro de limpieza pública que recaudó un total de S/.1'452,897.46.

Analizando el gasto de Ejecución de Devengados, durante el año 2015 en cuanto a limpieza, recolección, transporte, disposición final de residuos sólidos urbanos, pagos al personal, de la "Gerencia de medio Ambiente y Servicios", Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública, con presupuesto de S/. 5'546,456.04, restando con el costo de recaudación por concepto de limpieza pública de S/.1'452,897.46 = S/. 4'093,558.58, el resultado de lo expuesto es el déficit en costo por recolección, transporte y limpieza pública que realiza la Municipalidad Provincial de Puno. Sobre el particular coincidimos Akhtar, Ahmad, Qureshi, & Shahraz, (2017), en su investigación, basado en la encuesta de desechos sólidos existentes instalación de gestión, el área carece de un suministro adecuado de contenedores de recogida de residuos y vehículos para el transporte de desperdicio.

Para la presente investigación se emplea el paquete de cómputo estadístico, SAS V. 9.00 para poder tener el análisis de varianza para las variables del estudio.

TABLA 1

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES EN ESTUDIO

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	2	36.03382	18.01691	5.00	ns.
Error Residual	4	14.41338	3.60334		
TOTAL	6	50.4472			

4. MODELO ESTIMADO

El modelo estimado para el presente trabajo de investigación

$$\hat{Y}_i = -39688 + 0.32 \times \text{PRECIO} + 0.002 \times \text{DIST}$$

$\hat{Y}_i$ = Consumo de combustible

- Por cada un sol que se paga aumenta en 0.32 soles en promedio en el consumo de combustible, cuando se mantiene constante la variable distancia.
- Por cada un kilómetro que se traslada existe un incremento de 0.002 en promedio

5. CONCLUSIONES

- La generación de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, de los datos obtenido de la Sub gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública de la MPP, es de 78.68 Tn./día, significa que los residuos sólidos en un mes son de 2,393.18 Tn./mes.
- Del monitoreo superficial en marzo del 2016 de la MPP, cuya capacidad de almacenamiento de los residuos sólidos urbanos en los contenedores de la ciudad de Puno, es de 15.26 t/día, con referencia al 97.77% de la capacidad total de los contenedores disponibles en la ciudad de Puno.
- La capacidad de transporte de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno por los vehículos compactadores que cuenta la MPP, es de 2,329.00 Tn/mes es recolectado y transportado para su disposición final por los vehículos compactadores que cuenta la MPP. Teniendo un déficit de 48.92 Tn/mes en recolección y transporte para su disposición final.
- Evaluando la recaudación por concepto de limpieza pública (que incluye para recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos urbanos), de informe emitida por la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública de la Municipalidad Provincial de Puno, con presupuesto de ejecución de devengada es de S/.5'546,456.04, realizando la resta con el costo de recaudación por concepto de limpieza pública que es de S/.1'452,897.46 = S/.4'093,558.58, el resultado presenta un déficit en costo por limpieza pública que realiza la

Municipalidad Provincial de Puno, para dicho fin.

- El consumo de combustible, de todos los vehículos motorizados para la limpieza y transporte de residuos sólidos urbanos, se tiene un costo aproximado total de S/.221,539.27 nuevos soles.

REFERENCIAS

- [1] Aguilar, Q., Armijo, C., Taboada, P., & Aguilar, X. (2010). Potencial de recuperación de residuos sólidos domésticos dispuestos en un relleno sanitario. *Revista de Ingeniería*, 32, 16-27.
- [2] Akhtar, S., Ahmad, A., Qureshi, M., & Shahraz, S. (2017). Disposición de los hogares a pagar por una gestión mejorada de los residuos sólidos. *Global J. Environ. Sci. Manage.*, 3(2), 143-152.
<https://doi.org/10.22034/gjesm.2017.03.02.003>
- [3] [Castillo-González, E., & de Medina-Salas, L. (2014). Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1), 81-90.
- [4] [4] Melendez, A. (2014). Impacto Ambiental Producido Por Los Residuos Sólidos Urbanos Y Su Influencia En La Preservación Del Ecosistema Urbano En La Ciudad De Puno-2014, 197-206.
- [5] [5] MINAM. (2014). Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ámbito Municipal y No Municipal 2013. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/residuos> <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/residuos>
- [6] Montoya, C., & Martínez, P. (2013). Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque. *Producción + Limpia*, 8(1), 80-90.
- [7] Municipalidad Provincial de Puno (2013) Plan Integral de Gestión Ambiental de residuos sólidos de la provincia de Puno.
- [8] Municipalidad Provincial de Puno (2015). Estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de Puno. Puno. Retrieved from [siar.minam.gob.pe/puno/download/file/fid/59707](http://www.minam.gob.pe/puno/download/file/fid/59707)
- [9] Taboada, Paul A.; Aguilar, Virgen Quetzalli; Ojeda Benítez, Sara. (2011). Statical Analysis of domestic solid waste in a border municipality of Mexico. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 10.

Una Herramienta Colaborativa de Requisitos Basado en Notificación de SMS para Proyecto de Software Ágil

A Collaborative Requirements Tool Based on SMS Notifications for Agile Software Projects

Yonatan Mamani Coaquira¹ <https://orcid.org/0000-0002-5919-2145>

Manuel Ibarra Cabrera² <https://orcid.org/0000-0001-6711-4916>

Ecler Mamani Vilca³ <https://orcid.org/0000-0002-5205-3660>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ymamanic@gmail.com, Puno, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, manuelibarra@gmail.com, Puno, Perú

³Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, eclervirtual@gmail.com, Puno, Perú

Resumen - El seguimiento de requisitos ha sido identificado como un problema clave que afecta la tasa de éxito de los proyectos en las organizaciones de desarrollo de software. La comunicación y el monitoreo de requisitos es una tarea difícil para los miembros de un proyecto de software, especialmente para el líder del equipo. Muchas prácticas para el monitoreo de requisitos son desestimadas, lo cual es una razón para no tener éxito con el proyecto. Este artículo muestra los resultados del prototipo de software, desarrollado para realizar el seguimiento de requisitos basado en prácticas ágiles. La propuesta fue evaluada por desarrolladores de software, donde el tiempo promedio para verificar la información por SMS del requisito es de 9.5 segundos, lo cual es totalmente aceptable.

Palabras clave: Prácticas Ágiles, Proyecto de software, Requisitos de Software, Seguimiento de Requisitos, Sistema de Mensajería Corto.

Abstract - Requirements tracking has been identified as a key problem affecting project success rates in software development organizations. Communicating and monitoring requirements is a difficult task for software project members, especially the team leader. Many requirements monitoring practices are disregarded, which is a reason for project failure. This article presents the results of a software prototype developed for requirements tracking based on agile practices. The proposal was evaluated by software developers, who found that the average time to verify requirements information via SMS was 9.5 seconds, which is entirely acceptable.

Keywords: Agile Practices, Software Project, Software Requirements, Requirements Tracking, Short Messaging System.

1. NOMENCLATURA

SREQ: Seguimiento de Requisitos

SMS: Short Message Service

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el proceso de desarrollo de software se sugiere involucrar a los usuarios potenciales con el objetivo de obtener un producto que satisfaga las necesidades de ellos [6]. También los Sistemas de Información para empresas e instituciones públicas está creciendo [3] [15]. Las organizaciones deben tener Sistemas de información que se adapten a su contexto de trabajo [2]. Los desarrolladores de software requieren de una mayor comunicación para mejorar la calidad de software y al mismo tiempo

la participación del cliente en diferentes etapas del desarrollo del producto.

A nivel mundial, los proyectos de software han tenido muchas fallas y errores, según un reporte de "Chaos Report" de The Standish Group [13], el 16.2% de los proyectos de software tiene éxito; mientras que el 52.7% ha sido completado, pero con algunas deficiencias, por ejemplo, fuera del tiempo, con sobre costo, etc., y solo 31.1% ha tenido éxito y el software está en funcionamiento. Los pequeños proyectos casi siempre van contra el tiempo por diversas razones [14] [5], y a veces el Jefe del Proyecto tiene que tomar decisiones en forma rápida, sin embargo, no tiene una herramienta que le permita visualizar el estado actual de su proyecto y el grado de cumplimiento de los requisitos.

En este trabajo propuesto se ha identificado problemas más latentes en las etapas de definición y seguimiento de requisitos de los proyectos de software los cuales son: a) definición ambigua de requisitos; b) Identificación de orden de prioridad (Alta, media y baja); c) El equipo de desarrollo no tiene una herramienta que le permita interesarse del avance de los requisitos de manera instantánea; d) Visualizar el historial de porcentaje de avance.

Para realizar este trabajo propuesto, se realizó una serie de pasos que son los siguientes:

1. Seleccionar proyectos de software para el desarrollo.
2. Utilizar la herramienta Sreq para el seguimiento de los requisitos.
3. Elección del servicio de mensajes de texto Bulksms, el cual se encargará de enviar mensaje de avance de requisitos mediante Sreq
4. Análisis de resultados

La tendencia en el desarrollo de software es utilizar practicas agiles en proyectos pequeño y mediano

A la luz de lo anteriormente expuesto, existe la necesidad de proponer agregar el módulo de SMS para compartir información de avance del requisito a cada miembro del equipo y también el seguimiento basado en el historial de avance de cada uno de los requisitos del proyecto de software que está en desarrollo. A todo lo mencionado anteriormente al equipo de proyecto le permitirá tener visibilidad a los requisitos y mejorar la coordinación entre los miembros del equipo.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. METODOLOGÍA ÁGIL

En un enfoque adaptativo que se basa en la filosofía de que los cambios no se pueden evitar. Promueve el ciclo corto de entrega, un análisis justo a tiempo, una colaboración más cercana, una alta visibilidad [12], contempla de manera integral, con un énfasis en la entrega de valor al cliente [4], el software debe funcionar más que conseguir una buena documentación [1]. Los proyectos se dividen en pequeños periodos de tiempo conocidos como iteraciones. Una iteración en general abarca de dos a cuatro semanas y generalmente se completa con la entrega [12].

3.1.1. COMPARACIÓN ENTRE METODOLOGÍA ÁGIL Y METODOLOGÍA TRADICIONAL

En la tabla 1 se muestran las principales diferencias de las metodologías ágiles con respecto a las tradicionales. Estas diferencias hacen referencia de igual manera a aspectos organizacionales y al proceso de desarrollo [10].

3.2. PROYECTO DE SOFTWARE

Es una actividad muy necesaria cuando se construye sistemas y productos basados en computadoras. La gestión de proyectos involucra la planificación, supervisión y el control del personal, el proceso y los eventos ocurren mientras el software va evolucionando desde un concepto preliminar hasta la implementación operativa [16].

TABLA 1
COMPARACIÓN METODOLOGÍA ÁGIL Y TRADICIONAL

Metodología Ágil	Metodología Tradicional
Basada en heurísticas que provienen de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Reglas de trabajo impuestas internamente por el equipo	Reglas de trabajo impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas
Flexibilidad en los contratos debido a las respuestas de cambios	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones en determinadas etapas del proceso
Grupos pequeños (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos trabajando en diferentes tareas
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

3.3. INGENIERÍA DE REQUISITOS

Ayuda a los ingenieros de software a entender el mejor problema en cuya solución trabajaran. Incluye el conjunto de tareas que conducen a entender cual será el mayor impacto del software sobre el negocio, que es lo que el cliente quiere y como interactúan los usuarios finales con el software [16].

3.3.1. REQUISITO

Es un condición o capacidad que necesita el usuario para resolver un problema o conseguir un objetivo determinado [7].

3.4. SEGUIMIENTO DE REQUISITOS EN UN PROYECTO DE SOFTWARE

Los requisitos una vez establecidos y documentados sufren cambios continuos, en este sentido, no tratamos la obtención ni el análisis de los mismos, nos centraremos en su gestión, es decir, el seguimiento respecto a los cambios que se generan durante el ciclo de vida del proyecto y las herramientas de gestión de requisitos que auxilian y/o automatizan estas tareas [9].

3.5. NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS

La actualizó el equipo a diario, para comprobar el ritmo de avance, y detectar desde el primer momento si es el, previsto, o por el contrario se puede ver comprometida o adelantada la entrega prevista al final de la iteración [11].

3.6. DISPONIBILIDAD

Es la garantía de que la información es accesible en el momento en el que los usuarios autorizados (personas, organizaciones o procesos) tienen necesidades de acceder a ella [8].

3.7. SMS (SHORT MESSAGE SERVICE)

En el estándar inalámbrico, un teleservicio para el envío de mensajes alfanuméricos entre dos entidades de mensajes, tales como el servidor de mensaje cortos y el aparato móvil con la pantalla alfanumérica[17].

3.8. BULKSMS

Es un proveedor de servicios de mensajería SMS líder que ofrece servicios comunicación mediante SMS bidireccionales desde/hacia cualquier ordenador con acceso a internet [18].

4. DESARROLLO

A. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

En el diseño de la base de datos se creó una tabla Usuario donde se agregó un atributo (campo) con nombre: hora, *telefono_usu* es para guardar el número telefónico de cada miembro del equipo de proyecto y luego utilizar en las notificaciones de SMS

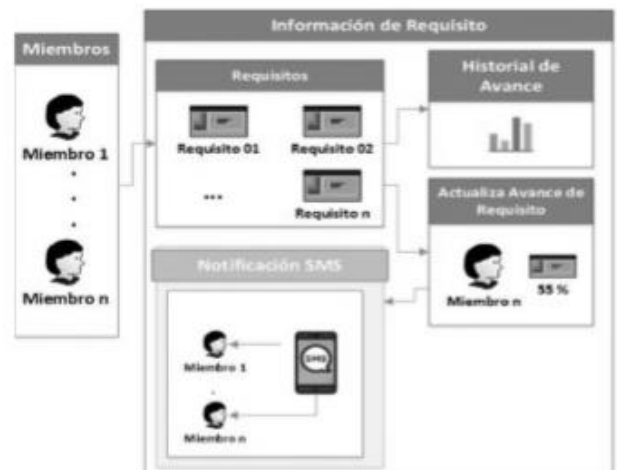


Figura 1. Modelo Conceptual de Envío de SMS

Como se puede apreciar en la figura 1, los miembros del equipo de proyecto pueden ingresar a ver toda la información de requisitos, cuando el responsable de un requisito desarrolla y requiere la comunicación instantánea con el líder de proyecto y el resto del equipo para informar de su avance en porcentaje, para esto existe un botón de notificación mediante SMS.

También tienen opción para verificar un historial de avance de un requisito en específico con información relevante, para esto se agregó una tabla Log_Requisito a la base de datos como se muestra en la figura 2.

Log_Requisito	
id_re	INT
id_req	INT
id_usu	INT
id_pro	INT
id_tp	INT
id_ite	INT
id_est	INT
id_pri	INT
identificador_re	VARCHAR(20)
nombre_re	VARCHAR(200)
descripcion_re	VARCHAR(500)
fuerce_re	VARCHAR(200)
avance_re	DECIMAL(6,2)
tiempo_re	FLOAT
fecha_re	DATETIME
Indexes	

Figura 2. Tabla Historial de Requisito

La herramienta tiene la opción de programar reuniones de trabajo, puede informar a los miembros del estado actual del proyecto, permite adjuntar archivos para que los integrantes puedan intercambiar información.

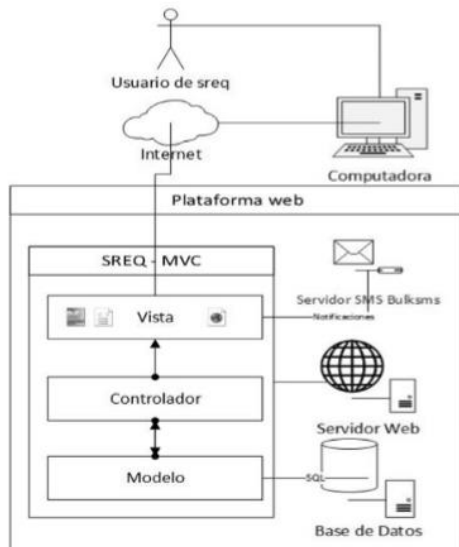


Figura 3. Arquitectura de la Herramienta Sreq

La aplicación web Sreq reside en un servidor, trabaja bajo la arquitectura Modelo, Vista y Controlador (MVC) como se aprecia en la figura 3, como parte de esta arquitectura se agregó el servidor de mensajería de texto simple donde se utiliza el servicio del proveedor Bulksms (www.bulksms.com) para realizar las notificaciones de SMS.



Figura 4. Bulksms – Proveedor de Servicio SMS

B. FRONTEND DE LA HERRAMIENTA

A continuación se muestran algunas funcionalidades más relevantes de la aplicación. En la figura 5 muestra información del requisito identificador, avance, nombre, fuente, prioridad, estado, tipo y la iteración. Esta información es creada por un miembro del equipo, al mismo tiempo pueden ver para realizar el seguimiento y al realizar una mejora en la toma de decisión.

SMS HU ID	AVANCE	NOMBRE	FUENTE	PRIORIDAD	ESTADO	TIPO	ITERACIÓN	OPER
RS001	97.00%	conexión a mysql local	Innova Consultores	Alta	En progreso	Funcional	Primera iteración	
RS002	100.00%	Conectar al servidor de hosting	Innova Consultores	Alta	Terminado	Funcional	Primera iteración	

Figura 5. Listado de Requisitos del Proyecto

Cuando inicia sesión un miembro del equipo puede ver el historial de un determinado requisito que tiene como información más relevante el avance en porcentaje con fechas y persona que actualizó cada vez que cambio el porcentaje de dicho requisito, ver figura 6.

ID-RS	NOMBRE	AVANCE	ESTADO	USUARIO	FECHA-MOD
RS011	Reporte de lista de base de datos con backup	0.00%	Pendiente	Percy	2016-12-11 21:30:00
RS011	Reporte de lista de base de datos con backup	15.00%	Iniciado	Percy	2016-12-11 21:31:00
RS011	Reporte de lista de base de datos con backup	43.00%	Iniciado	Percy	2016-12-11 21:31:00
RS011	Reporte de lista de base de datos con backup	76.00%	Iniciado	Percy	2016-12-11 21:31:00
RS011	Reporte de lista de base de datos con backup	91.00%	Iniciado	Percy	2016-12-11 21:31:00
RS011	Reporte de lista de base de datos con backup	98.00%	Iniciado	Percy	2016-12-11 21:32:00

Figura 6. Historial de Avance del Requisito

Un desarrollador cuando desea notificar avance de un requisito presiona el botón SMS y luego habrá una ventana emergente en la figura 7, donde tiene opciones de envío con la opción individual que solo se necesita poner el número de teléfono número de celular con información como nombre del requisito, avance del requisito y el nombre del miembro, nombre del desarrollador que envía la notificación.Reintentar



Figura 7. Notificación de SMS al equipo

Por otro lado el Cliente también puede interactuar con la herramienta propuesta, haciendo consultas en cualquier momento sobre el avance de cada uno de los requisitos y verificar si se cumplieron con los plazos establecidos para cada interacción y para cada requisito.

C. PROGRAMACIÓN DE LA HERRAMIENTA

En la tabla 2 se muestra las herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación, fueron seleccionados para que nos permita desarrollar avance, de manera ágil el proyecto (<http://sreq.tuinsti.com>).

TABLA 1

HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE SREQ

Elemento	Herramienta
Framework MVC para PHP	Codeigniter 2.3
IDE para el desarrollo	Netbeans 7.3
Diseño de interfaz	Bootstrap 2.3
Datatable	Datatables.js
Gráfico estadístico	Highchart.js
Control de versiones	Tortoise sin
Lenguaje de programación	PHP 5.3
Gestor de base de datos	Mysql 5.5
Modelador de procesos	Bizagi process model
Modelador de base de datos	Mysql workbench
Estimación del proyecto	Projectlibre

En la figura 8 se muestra la función enviarSms esta funcionalidad permite recuperar la información de números telefónicos del equipo y también datos como: identificador del requisito, nombre del requisito, avance del requisito, estado del requisito, nombre del proyecto y nombre del usuario, estos datos son enviados mediante notificación SMS a cada persona del equipo utilizando el servicio Bulksms, url (https://bulksms.vsms.net/eapi/submission/send_sms/2/2.0), ver figura 9.

```
public function enviarSms($identificador_req, $nombre_est, $avance_req, $nombre_re)
{
    if(isset($_POST['btn-sms'])) {
        //obtener id del equipo
        $id_equ = $this->session->userdata('id_equ');
        //recuperamos la lista de telefonos del equipo
        $telefonoEquipo = $this->Model_usuario->listaTelefonoEquipo($id_equ);
        //obtener el nombre del proyecto actual
        $nombrepro = $this->session->userdata('nombrepro');
        //recuperar dato del usuario con sesion
        $usuario = $this->session->userdata('usuario');
        //reemplazar %20 con espacio
        $cadena = str_replace("%20", " ", $nombre_req);
        //url del servidor de sms
        $url = 'https://bulksms.vsms.net/eapi/submission/send_sms/2/2.0';
        //mensaje de texto
        $mensaje = 'SMSReq:Proyecto:'.$nombrepro.';'.$identificador_req.';'.$cadena;
        //recorrer la cantidad de telefonos que existe
        foreach ($telefonoEquipo as $registro) {
            $nrocel = '51'.$registro->telefono_usu;
            //usuario y clave del servicio de sms
            $data = 'username=nombreusuario&password=claveusuario&message='.$mensaje.'&msisdn='.$registro->urlencod($nrocel);
            //ejecutar el envio de sms al telefono
            $response = $this->ejecutarEnvioSms($url, $data);
            echo $response;
        }
    }
}
```

Figura 8. Obtener Datos para el Mensaje SMS

```
function ejecutarEnvioSms($url, $data, $optional_headers = 'Content-type:application/x-www-form-urlencoded')
{
    //parametros para agregar al contexto y luego enviar al post de http
    $parameters = array('http' => array(
        'method' => 'POST',
        'content' => $data
    ));
    //al parametro http asignamos la cabecera de Content-type:application/x-www-form-urlencoded
    if ($optional_headers != null) {
        $parameters['http']['header'] = $optional_headers;
    }
    //crea y devuelve el contexto de los parametros method y content
    $contexto = stream_context_create($parameters);
    //envia la petición http a https://bulksms.vsms.net/eapi/submission/send_sms/2/2.0
    //con las cabeceras adicionales mostradas arriba
    $response = @file_get_contents($url, false, $contexto);
    //la condición SI nos permite verificar si existe algun tipo de error
    //en la url del servidor o cuentas de usuario
    if ($response === false) {
        print "Problema leer datos de $url, no retorna el estado/n";
    }
    return $response;
}
```

Figura 9. Obtener Datos para el Mensaje SMS

D. PRUEBAS DE LA HERRAMIENTA

Para las pruebas con esta herramienta Sreq basado en notificaciones de SMS tuvo como objetivo conocer el avance de un requisito y proyecto mediante SMS a cada miembro del equipo, al mismo tiempo verificar historial de avances, para ello se utilizó un proyecto ApliSQL con 15 requisitos definidos y 4 miembros que

pertenecen al equipo durante 55 días aproximadamente que pertenecen a la empresa que desarrolla software "Tuinsti eirl". Dentro de estas pruebas se realizó la verificación constante del avance en porcentaje y barras estadísticas en base al historial de modificaciones del requisito. También se realizó el envío masivo de notificaciones SMS a los miembros del equipo con información del avance del requisito, donde el número que envía el mensaje es generado aleatoriamente por el proveedor Bulksms, ver figura 10.

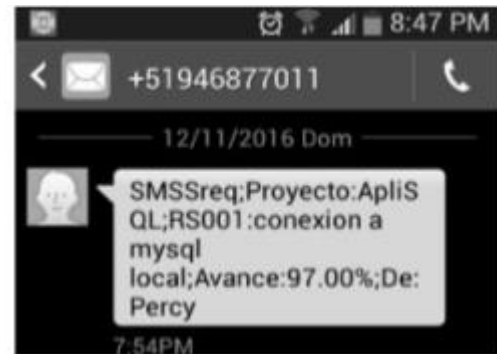


Figura 10. Recepción SMS Avance de Requisito

Etapas para la validación de la herramienta

*Eta*pa I. Se asignó un proyecto ApliSQL.

*Eta*pa II. Se entregó una guía rápida de usuario y capacitación del software SREQ.

*Eta*pa III. Se creó una cuenta para cada Jefe de Proyecto.

*Eta*pa IV. Jefe de Proyecto creó cuenta para cada miembro

*Eta*pa V. Cada uno de los miembros utilizó la aplicación.

*Eta*pa VI. Se aplicó la recolección de datos de envío de SMS y verificación de historial de avances.

E. MATERIAL EXPERIMENTAL GUÍA RÁPIDA DE USUARIO

Instrumento donde se detalla el uso de la plataforma web de acuerdo a los perfiles de usuario, es decir, para el Jefe de Proyecto, para los Miembros del equipo de desarrollo.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de realizar las pruebas de envío de SMS para las notificaciones de avance de un determinado requisito utilizando el proveedor de servicio Bulksms y también verificar la información

relevante del requisito basado en el historial de avance e gráficos estadísticos, cada miembro del equipo pudo ver mediante SMS los avances del requisito ver figura 10.

La precisión obtenida de envío SMS en promedio ha sido de 18.75, siendo esta cantidad de recepción de mensajes de texto por un miembro del equipo. En la figura 11 se muestra la comparación en tiempo promedio (segundos) para cada tipo de avance de un requisito utilizando SMS y E-mail por cada miembro del equipo.

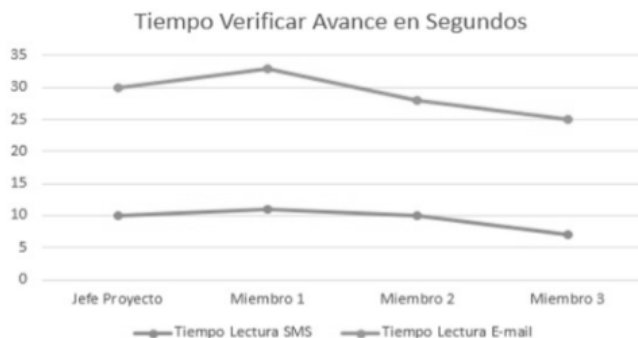


Figura 11. Tiempo de Verificar Avance a un requisito

Respecto al promedio de verificaciones de avance en cada historial del requisito es de 110.25 por cada miembro de proyecto. En la figura 12 se muestra la cantidad de verificaciones por requisito, donde los puntos azules reflejan el requisito con mayor visita donde se debe a factores como: falta en el desarrollo, no cumple con los tiempos de entrega, bugs pendientes e requisito de mucha prioridad.



Figura 12. Cantidad de Verificación por Requisito

6. CONCLUSIONES

El tiempo para la verificación de la información basado en notificación SMS que se realizó por cada requisito es menor al tiempo de verificación mediante E-mail.

Se concluye que la Aplicación Web denominada SREQ ayuda a los equipos de proyectos de software a realizar el seguimiento continuo de los requisitos de software que serán

desarrollados, a través de los avances según cada responsable establezca y mostrando así un historial de avance de cada requisito de software.

7. TRABAJO FUTURO

Para dar mayor alcance y validez a la herramienta propuesta, es necesario hacer pruebas con otros equipos ágiles de desarrollo de software.

Como parte del trabajo futuro puede extender la herramienta propuesta, de tal manera que pueda modificar el avance del requisito de manera automática según avance en porcentaje basado en la cantidad de líneas de código y enviar alertas SMS de requisitos faltantes según fechas establecidas por el equipo del proyecto.

8. RECONOCIMIENTO

Agradecemos a las personas que colaboraron con el proyecto y también la empresa Tuinsteir de Abancay por su aporte en conocimiento.Reintentar.

9. REFERENCIAS

- [1] Canos, J., Letelier, P. "Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software", Universidad Politécnica de Valencia, 2003, Valencia.
- [2] Damanpour, Fariborz, Richard M. Walker, and Claudia N. Avellaneda. "Combinative Effects of Innovation Types and Organizational Performance: A longitudinal study of service organizations." *Journal of Management Studies* vol 46, No. 4, pp 650-675, jun 2009.
- [3] Davenport, Thomas H. *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press, 2013.
- [4] Dias Román, José. "Las Metodologías Ágiles como Garantía de Calidad del Software". *REICIS Revista Española de Innovación*, 40-43, 2009.
- [5] Gulla, Joseph. "Seven Reasons why Information Technology Projects fail." In *SHARE Conference*. 2011.
- [6] Lopez Martinez, M. Lina. "La Importancia de la Ingeniería de Software en el Desarrollo de Software Educativo", Universidad Veracruzana, México.
- [7] Laguna, A. Miguel. "Requisitos – Ingeniería de Software 1 3° I.T.I. Gestión, Universidad de Valladolid.
- [8] Merino Bada, Cristina. "Implantación de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información según ISO 27001", 2011 editorial Fundación Confemetal, España.

- [9] McDonald Landzaruri, Bárbara. "Definición de Perfiles en Herramientas de Gestión de Requisitos", 2005, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- [10] Orjuela Duarte, Alin. "The Methodologies of Agile Development Like an Opportunity for the Engineering of Educative Software", Revista Avances en Sistemas e Informática, 2008, Medellín – Colombia
- [11] Palacio, Juan. "Gestión de Proyectos Scrum Manager (Scrum Manager I v II)", 2014, editorial SafeCreative.
- [12] Sinha, Rohit. "Prácticas Ágiles – Desarrollo de Software con un Enfoque Ágil", Centre de Conocimiento TMI, 2010.
- [13] Standish Group. "The Chaos Report", The Standish Group International, 1994.
<http://www.csus.edu/indiv/v/velianitis/161/ChaosReport.pdf>
- [14] Standish Group, "The Chaos Manifesto", The Standish Group International, 2013.
<http://versionone.com/assets/img/files/ChaosManifesto2013.pdf>
- [15] Truex, Duane P., Richard Baskerville, and Heinz Klein. "Growing Systems in an Emergent Organization." Knowledge Management and Business Model Innovation 42, no. 8 (2001): 374.
- [16] Pressman Roger., "Ingeniería de Software, un Enfoque Práctico", Sexta Edición, Editorial McGraw-Hill, 2010. Links
- [17] http://bear.warrington.ufl.edu/centers/purc/DOCS/papers/sp_02.pdf
- [18] <http://www.bulksms.com/company/>

