

REVISTA

TECNOLOGICA

ITCA  FEPADE
TÉCNICOS E INGENIEROS

ISSN 2070-0458

ISSN 2072-568X

N° 15 / ENERO - DICIEMBRE 2022. PUBLICACIÓN ANUAL

DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE CAPTURA, ALMACENAMIENTO, PROCESAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS DE COOPERATIVAS DE PESCADORES ARTESANALES DE PLAYA EL CUÇO, SAN MIGUEL

SISTEMA INTELIGENTE PARA LA MEDICIÓN DEL COMPORTAMIENTO HUMANO EN RELACIÓN AL CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD COVID-19, IMPLEMENTANDO TECNOLOGÍA DE IoT

DISEÑO DE PLATAFORMA DE TELEINGENIERÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO A DISTANCIA: CONTROL DE PROCESO INDUSTRIAL DE TEMPERATURA

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE UN SUSTRATO NUTRITIVO HECHO A PARTIR DE CÁSCARAS DE CACAO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS

DISEÑO DE METODOLOGÍA SISTEMATIZADA PARA EL CONTROL PRESUPUESTARIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN Y SUBTRANSMISIÓN EN MEDIA TENSIÓN



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



REVISTA TECNOLÓGICA

No. 15. Enero – Diciembre 2022

MEd. Licda. Elsy Escolar SantoDomingo
Rectora

Ing. Carlos Alberto Arriola
Vicerrector Académico

Ing. Frineé Violeta Castillo
Vicerrectora Técnica Administrativa

Ing. Mario W. Montes Arias
Director de Investigación y Proyección Social
Coordinador Equipo Editorial

Equipo Editorial Afilación ITCA-FEPADE

Licda. María Rosa de Benítez
Licda. Vilma Cornejo de Ayala
Ing. David Emmanuel Ágreda

Licda. María Auxiliadora Yanme de Heymans
Diagramación

Téc. Krissia Edith Jacobo Orellana
Traducción

6073

R485

Revista Tecnológica

No. 15, Enero – Diciembre 2022. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. – Santa Tecla, El Salvador: ITCA Editores, 2022.

64p.:il.; 28 cm.

Anual

ISSN Impreso: 2070-0458

ISSN Digital: 2072-568X

1. Tecnologías de información.
2. Desarrollo científico y tecnológico.
3. Logística.
4. Enseñanza técnica.
5. Innovaciones tecnológicas, Internet de las Cosas.
6. Publicaciones seriadas

Publicación Anual

Tiraje: 90 ejemplares

Revista Indizada en LATINDEX



La Revista Tecnológica es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La Revista publica artículos técnicos, académicos y resultados de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, eléctrica, computación, electrónica, logística, acuicultura y otros temas de interés relacionados con el quehacer institucional. Esta Revista ha sido concebida para difundirla con la comunidad académica, instituciones de educación superior y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. Los artículos que se publican cumplen criterios de originalidad, pertinencia y novedad. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores.



Atribución - No comercial
Compartir igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Correo electrónico: revistatecnologica@itca.edu.sv

Sitio Web: www.itca.edu.sv

PBX: (503)2132-7423

Apartado Postal N° 133, Santa Tecla.



VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresariedad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

EXCELENCIA: nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.

INTEGRIDAD: actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.

ESPIRITUALIDAD: desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.

COOPERACIÓN: actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.

COMUNICACIÓN: respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.

ÍNDICE

01

Diseño de un modelo logístico para optimizar los procesos de captura, almacenamiento, procesamiento y distribución de productos pesqueros de cooperativas de pescadores artesanales de playa El Cuco, San Miguel

Samuel Enrique Orellana Paz
David Alberto Doñas Vargas

Pág. 6

02

Sistema inteligente para la medición del comportamiento humano en relación al cumplimiento del protocolo de bioseguridad Covid-19, implementando tecnología de IoT

Elvis Moisés Martínez Pérez
Rina Elizabeth López Menéndez

Pág. 13

03

Diseño de plataforma de Teleingeniería para prácticas de laboratorio a distancia: control de proceso industrial de temperatura

Juan José Guevara Vásquez
Juan José Cáceres Chiquillo

Pág. 19

04

Obtención y caracterización fisicoquímica de un sustrato nutritivo hecho a partir de cáscaras de cacao para la producción de plántulas de hortalizas

José Roberto Jacobo Marroquín
Alma Verónica García Barrera

Pág. 27

05

Diseño de metodología sistematizada para el control presupuestario en la construcción de líneas eléctricas de distribución y subtransmisión en media tensión

Luis Humberto Rivas Rodríguez
Fermin Osorio Gómez

Pág. 31

06

Estudio de la calidad del agua en estanques e implementación de un protocolo de Buenas Prácticas Acuícolas en la producción de camarón marino en camaronera Eben Ezer, San Alejo, La Unión

Angélica Quintanilla Corena
Josué de la Paz Castro Miranda

Pág. 36

07

Estudio de factibilidad técnica para escalar el acceso a la información de signos vitales integrando herramientas informáticas heterogéneas e IoT, aplicado a un Sistema Central de Monitoreo, CMS

Manuel de Jesús Gámez López
Oscar Armando Sánchez Santos

Pág. 43

08

Diseño innovador de herramienta informática multiplataforma para auditoría 5S+1 en restaurantes del departamento de La Paz

Joaquín Mauricio García
Oscar Armando Sánchez Santos

Pág. 48

09

El Salvador y la necesidad de potenciar la educación virtual para la formación técnica profesional

Angélica Quintanilla Corena.
Mario Ernesto Argueta Quintanilla

Pág. 52

10

El sistema de evaluación de WorldSkills Americas, un referente de excelencia

Eduardo Antonio Amaya García

Pág. 55

11

La necesidad de desarrollar habilidades blandas en la formación profesional

Sandra Beatriz Justiniano de Pérez

Pág. 58

12

Instrucciones a los autores

ITCA-Editores

Pág. 61

Presentación

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE se complace en presentar a la comunidad académica, al sector productivo y a la sociedad salvadoreña, la Revista Tecnológica No. 15, Año 2022, la cual tiene el propósito de divulgar los resultados de proyectos de investigación aplicada, así como aportes institucionales en el campo de la educación técnica y la formación profesional.

La Revista Tecnológica publica artículos técnicos, académicos y de resultados de proyectos de investigación, como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del país. En este número se destacan artículos asociados a las temáticas de las carreras técnicas y de ingeniería que se imparten, tales como mecatrónica, desarrollo de software, electrónica, mecánica automotriz, turismo, química, logística y acuicultura, así como artículos relacionados con la formación técnica profesional.

En este número se incluyen artículos de proyectos de investigación vinculados con la proyección social y el desarrollo local, entre ellos se describe el diseño de un modelo logístico para optimizar la captura, almacenamiento, procesamiento y distribución de productos pesqueros en cooperativas de pescadores artesanales; un estudio de la calidad del agua de estanques de camarón marino e implementación de un protocolo de Buenas Prácticas Acuícolas en cooperativas; así como el diseño de una metodología y una App para el control presupuestario en la construcción de líneas eléctricas de distribución y subtransmisión en media tensión, dirigido a MYPES del sector eléctrico.

Se incluye un artículo técnico que describe un sistema inteligente para la medición del comportamiento humano, en relación al cumplimiento del protocolo de bioseguridad Covid-19, implementando tecnología del Internet of Behavior IoB e Internet de las Cosas IoT. Se describe un estudio de factibilidad técnica para escalar el acceso a la información de signos vitales, integrando herramientas informáticas para acceder a un Sistema Central de Monitoreo CMS.

Se presenta el diseño de una plataforma de Teleingeniería para prácticas de laboratorio a distancia y en tiempo real de procesos industriales de temperatura. También se incluye la obtención y caracterización fisicoquímica de un sustrato nutritivo elaborado a partir de la cáscara de cacao para utilizarlo en la producción de plántulas de hortalizas.

En el área de educación se presenta la necesidad de potenciar en El Salvador la educación virtual para la formación técnica profesional, así como desarrollar habilidades blandas en la formación profesional; se describe además el sistema de evaluación de WorldSkills Americas como un referente de excelencia

El equipo ITCA-Editores reconoce y agradece el valioso aporte de todos los autores, docentes, docentes investigadores y personal administrativo, quienes han contribuido con sus artículos para editar y publicar esta Revista Tecnológica No. 15 de Ciencia, Tecnología e Innovación CTI.

ITCA-EDITORES

DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE CAPTURA, ALMACENAMIENTO, PROCESAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS DE COOPERATIVAS DE PESCADORES ARTESANALES DE PLAYA EL CUCO, SAN MIGUEL

Samuel Enrique Orellana Paz

Máster en Logística Internacional y Supply Chain Management. Docente Investigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, La Unión.
Correo electrónico: samuel.orellana@itca.edu.sv

David Alberto Doñas Vargas

Máster Business Administration y Docencia Universitaria. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, La Unión.
Correo electrónico: david.vargas@itca.edu.sv

Recibido: 11/05/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

La carrera de Ingeniería en Logística y Aduanas del Centro Regional MEGATEC La Unión de ITCA-FEPADE, desarrolló un proyecto para analizar el quehacer logístico de la Asociación de Pescadores Artesanales de Playa El Cuco, ASPESCU y otras cooperativas cercanas del departamento de La Unión. El objetivo del proyecto fue diseñar un Modelo Logístico que responda a las necesidades identificadas y que pueda ser implementando en cualquier cooperativa. La metodología se desarrolló en cuatro fases. 1. Investigación Interna: se realizaron visitas de campo a la asociación de pescadores para recolectar información referente a procesos logísticos. 2. Investigación Externa: se realizaron entrevistas a 6 cooperativas de pescadores de La Unión, registradas en el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura CENDEPESCA, las cuales representan el 58.33% de las cooperativas activas. 3. Resultados Obtenidos: se creó la cadena de valor de ASPESCU y de las 6 cooperativas de pescadores de La Unión. Fase 4 Diseño del Modelo Logístico objetivo de esta investigación. Este Modelo considera el control de las actividades y seguimiento de las mismas por medio de la trazabilidad y el uso de recursos tecnológicos; involucra las actividades generadoras de valor en la logística de entrada, operaciones, logística de salida, control de calidad y cadena de frío. Como resultado se identificó que del 100% de cooperativas de la Zona Oriental del país, el 83.33% no realizan procesos adecuados a sus productos dentro de un Modelo Logístico; además, el 33.33% aplican las Buenas Prácticas de Manufactura y controlan el manejo de residuos y saneamiento del área de pesca. Las cooperativas llevan un control informal de la cadena de frío.

El Modelo Logístico propuesto considera como base el control de las actividades y el seguimiento de las mismas por medio de la trazabilidad y el uso de recursos tecnológicos para desarrollar eficientemente la gestión de los procesos. Incluye las actividades generadoras de valor en la logística de entrada, operaciones y logística de salida, de manera que las actividades puedan desarrollarse de manera correcta para optimizar los recursos en las áreas contempladas. Así mismo, el Modelo contempla el control de la calidad y la cadena de frío en todas las áreas.

El Modelo Logístico puede ser aplicado a cooperativas que procesan pescado seco salado, así como a las que solo se dedican a pescar, almacenar y distribuir.

Palabras clave

Operaciones logísticas, pesca artesanal, recursos pesqueros, buenas prácticas de manufactura.

DESIGN OF A LOGISTICS MODEL TO OPTIMIZE THE PROCESSES OF CAPTURE, STORAGE, PROCESSING AND DISTRIBUTION OF FISHERY PRODUCTS OF ARTISANAL FISHERMEN'S COOPERATIVES FROM PLAYA EL CUCO, SAN MIGUEL

Abstract

The Logistics and Customs Engineering career of the MEGATEC La Unión Regional Center of ITCA-FEPADE, developed a project to analyze the logistics activities of the Asociación de Pescadores Artesanales de Playa El Cuco, ASPESCU (Playa El Cuco Artisanal Fishermen's Association), and other nearby cooperatives in the department of La Unión. The objective of the project was to design a logistics model that responds to the needs identified and can be implemented in any cooperative. The methodology was developed in four phases. 1. Internal research: field visits were made to the fishermen's association to collect information on logistics processes. 2. External research: interviews were conducted with 6 fishermen's cooperatives in La Unión, registered with the Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura CENDEPESCA (Fisheries and Aquaculture Development Center), which represent 58.33% of the active cooperatives. 3. Results Obtained: The value chain of ASPESCU and the 6 fishermen's cooperatives of La Unión was created. Phase 4. Design of the Logistics Model, the objective of this research. This Model considers the control of activities and their follow-up through traceability and the use of technological resources; it involves value-generating activities in inbound logistics, operations, outbound logistics, quality control and cold chain. As a result, 83.33% of the 100% of the cooperatives in the Eastern Zone of the country do not carry out adequate processes for their products within a Logistical Model; in addition, 33.33% apply Good Manufacturing Practices and control waste management and sanitation in the fishing area. The cooperatives have an informal control of the cold chain.

The proposed Logistics Model is based on activity control and monitoring through traceability and the use of technological resources to efficiently develop process management. It includes value-generating activities in inbound logistics, operations and outbound logistics, so that the activities can be developed correctly to optimize resources in the areas contemplated. Likewise, the Model contemplates quality control and the cold chain in all areas.

The Logistics Model can be applied to cooperatives that process dry salted fish, as well as to those that only do fishing, storage and distribution.

Keyword

Logistics operations, artisanal fishing, fishing resources, good manufacturing practices.

Introducción

El Salvador cuenta con 320 kilómetros de costas y playas, así como 200 millas marinas en el Océano Pacífico, lo cual es conocido como el espacio marítimo de El Salvador. Dentro de este espacio se desarrolla la principal actividad generadora de empleos y comercio, nos referimos a la pesca, ya sea artesanal o industrial.

Según la Política Nacional de Pesca y Acuicultura, 2015-2030, en El Salvador existen aproximadamente 27,000 pescadores artesanales los cuales subsisten de esta actividad. De éstos una gran parte pertenece a cooperativas o asociaciones de pescadores. El sector pesca aporta un 1% al Producto Interno

Bruto (PIB) de El Salvador y el 9.8% al Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA). [1]

La pesca artesanal es un sector que presenta diferentes problemáticas: ambientales, pesca no sustentable, grado de escolaridad de los pescadores, encarecimiento de insumos y problemas logísticos entre otros. La no aplicación de procesos logísticos causa que los recursos con los que se disponen no se han aprovechados para obtener la mayor rentabilidad en cada proceso. En este proyecto de investigación se estudió el quehacer logístico de una asociación de pescadores de San Miguel y otras cooperativas de pescadores del departamento

de La Unión. El proyecto tuvo como objetivo desarrollar un Modelo Logístico para optimizar los procesos relacionados en la captura, almacenamiento, procesamiento y distribución de productos pesqueros de las cooperativas, que puede ser implementando en diferentes cooperativas de pescadores artesanales.

Desarrollo

A. METODOLOGÍA:

La metodología implementada se desarrolló en cuatro fases.

Fase 1. Investigación Interna En esta parte del proyecto se realizaron visitas de campo a las cooperativas para recolectar información referente a procesos logísticos en las áreas de captura, almacenamiento, procesamiento y distribución. Esta información permitió analizar el estado actual en estas áreas e identificar necesidades de mejora.

Fase 2. Investigación Externa

Se realizaron entrevistas a 6 cooperativas de pescadores del departamento de La Unión registradas en CENDEPESCA, las cuales representan el 58.33% de las cooperativas activas en éste. Esta investigación de campo fue necesaria para analizar las diferencias entre las cooperativas que procesan los recursos pesqueros y aquellas que solamente se dedican a almacenar y distribuir. Al mismo tiempo se analizó el estado actual del quehacer logístico.

Fase 3. Resultados

Con los resultados de la investigación interna y externa se creó la cadena de valor de la Asociación y otras 6 cooperativas de pescadores del departamento de La Unión.

Fase 4. Diseño del Modelo Logístico

Con todos los insumos de campo se diseñó el Modelo Logístico. Este Modelo permite optimizar los recursos disponibles y desarrollar los procesos ordenadamente, considerando mantener la cadena de frío, calidad e inocuidad de los productos, así como brindar trazabilidad.

B. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN INTERNA EN LA ASOCIACIÓN

Área de Captura de Recursos Pesqueros

La logística de aprovisionamiento se puede fortalecer con el control de los proveedores, establecimiento de criterios, evaluaciones, cantidades y tiempos de suministro, determinación de la demanda, medición de procesos por medio de indicadores y digitalización de información en recepción, indispensable para realizar trazabilidad.

Estos factores permiten optimizar los recursos para obtener la mejor calidad de materia prima.



Fig. 1. Traslado de materia prima al área de almacenamiento ASPESCU

Área de Almacenamiento

En esta área no se realiza un control de inventario de los insumos, empaque, hieleras, tinas entre otros. Además, el inventario de materia prima se realiza por medio de formatos estandarizados; la recepción de la materia prima, donde se refleja la descripción, cantidad y fecha, no se digitaliza, lo cual no permite consultar rápidamente el stock disponible. El producto terminado se almacena por código y a una temperatura promedio de -3°C .

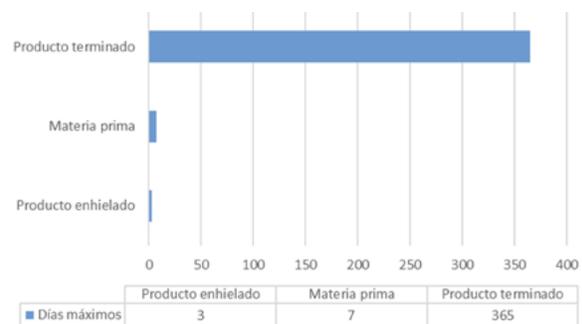


Fig. 2. Días de refrigeración y almacenamiento según tipo de producto

Área de Producción

ASPESCU es una asociación exportadora de productos y debe cumplir con requisitos de calidad e inocuidad, los cuales validan su proceso productivo. El proceso de control de calidad inicia desde que se recibe la materia prima, utilizando el Formulario de Evaluación de Materia Prima, en el cual se revisan los estándares como tamaño, apariencia, escamas, textura, olor, temperatura.

En los peces que generan histamina, los que no tienen escamas, la temperatura debe ser no mayor a 4.4°C .

En los peces que no generan histamina, la temperatura debe de ser no mayor a 7°C .

Después de la recepción se pasa a refrigeración y se revisa la temperatura; luego en el proceso se revisan las características generales del pescado, después el raleo y por último el proceso de salado.

Para codificar los productos se ha asignado un número de lote el cual está compuesto por 7 dígitos alfanuméricos: Lote 006-21 MA.

- Los primeros 3 dígitos “006” representa el día que se produjo ese lote y está según día calendario juliano.
- El dígito 4 y 5 representa el año de producción en este caso “2021”
- El campo 6 y 7 hacen referencia al producto, en este ejemplo “MA” representa a la Macarela.
- Para codificar los productos se utiliza una máquina portátil la cual imprime en el empaque la siguiente leyenda:
Producto de El Salvador; Lote 006-21 MA; PP-004, siendo este último código el que representa a ASPESCU como la cuarta empresa procesadora de pescado seco salado registrada en El Salvador por CENDEPESCA.

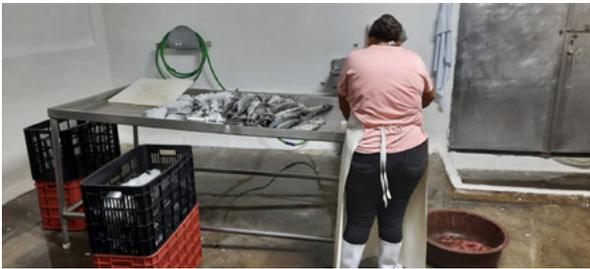


Fig. 3. Área de procesamiento de ASPESCU

Respecto a los meses de mayor producción son de julio a enero, debido a la temporada de lluvias.

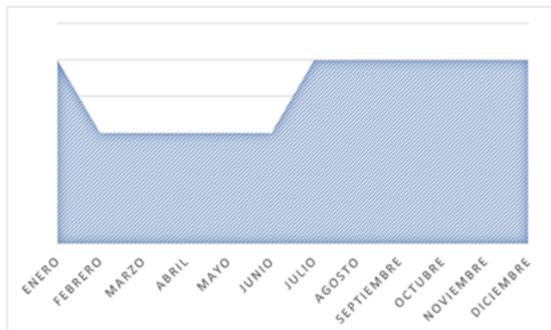


Fig. 4. Meses de mayor producción en ASPESCU

Área de Distribución

En esta área se ha podido identificar que la Asociación debe implementar un control de los costos de distribución (combustible, mantenimiento de vehículo, pago al motorista y otros etc.), siendo esto importante ya que éstos representan aproximadamente entre el 40% y 50% de los costos operativos de una empresa [2]. De igual forma la Asociación debe medir el rendimiento para tomar acciones correctivas.

Para asegurar la cadena de frío siempre se consideran los 2 mercados a los que se distribuye:

- Mercado exterior donde el comprador es el responsable de contratar el transporte refrigerado, por lo cual se asegura que los productos que se entreguen en la Asociación cumplan con los lineamientos de calidad e inocuidad.
- Mercado local el cual se realiza en 2 formas de entrega. En el primero el cliente llega a las instalaciones a recoger el producto; la Asociación se asegura de entregar el producto en las condiciones idóneas en cuanto a la cadena de frío. El cliente es el responsable de velar durante el transporte por el control de la cadena de frío. En la segunda forma, la Asociación entrega los productos al cliente en un vehículo frigorífico, lo cual asegura que el producto llega en óptimas condiciones a su destino.

C. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EXTERNA

Las 6 cooperativas objeto de estudio en la investigación externa cuentan con 15 miembros como un mínimo y 20 miembros como un máximo. Entre los productos que más se comercializan en estas empresas se pueden mencionar: corvina, robalo, ruco, pargo, langosta, cangrejo, camarón, mejillón, tiburón y curiles, entre otros.

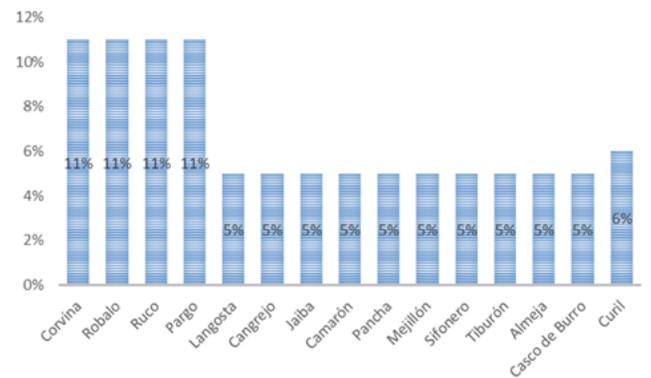


Fig. 5. Índice de comercialización de productos pesqueros de las cooperativas en el departamento de La Unión

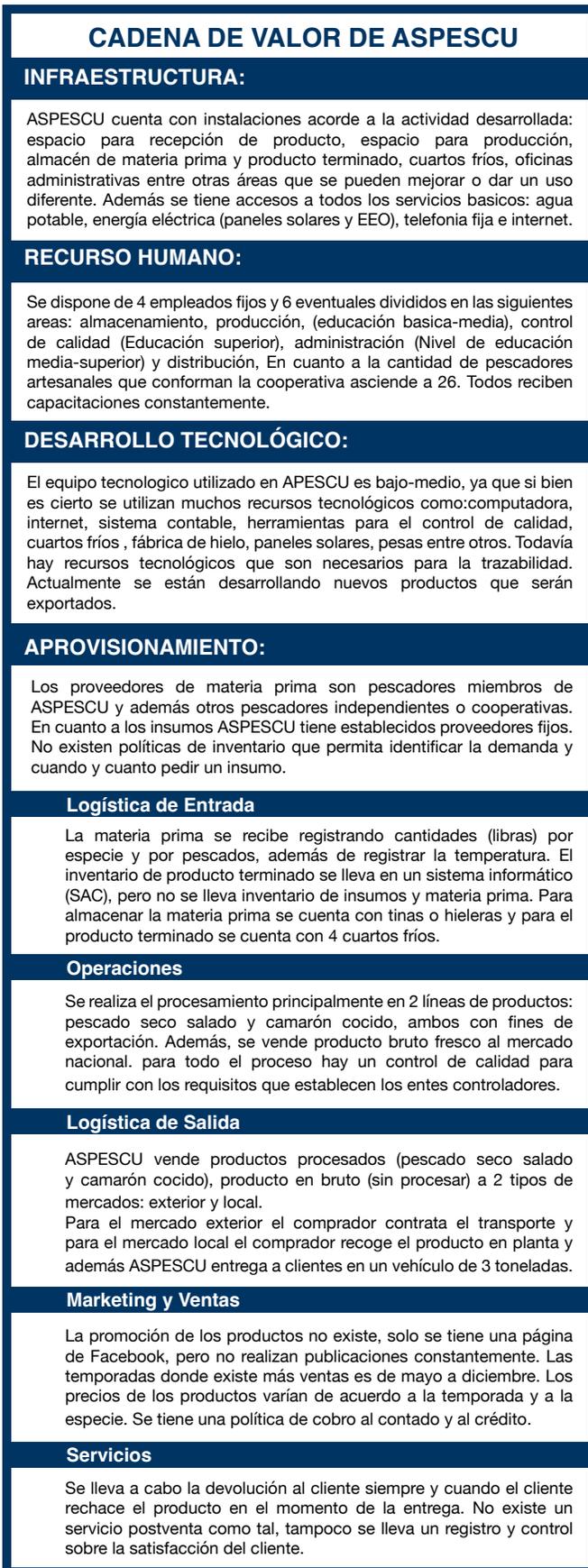


Fig. 6. Cadena de Valor de ASPESCU

Logística de entrada

Las cooperativas están equipadas con los insumos de pesca necesarios para poder operar de forma eficaz, redes, mallas, lanchas, motores, hieleras y más.

Para mantener un registro de estos recursos se genera un control de inventario informal, al no contar con formatos específicos dadas las condiciones en las que se encuentra este sector pesquero; generar un formato de control formal implicaría mayores recursos y actividades.

Operaciones

En las operaciones realizadas, se identificó que el 83.33% de las cooperativas capturan y venden los productos marinos sin procesamiento; el 33.33% aplican las Buenas Prácticas de manufacturas y controlan el manejo de residuos y saneamiento del área de pesca, el resto desarrolla los procesos sin el equipo adecuado.

Logística de salida

Para las actividades relacionadas con la logística de salida, las cooperativas no poseen formatos para registrar las entregas de los productos; además no hacen uso de empaques.

Marketing y Ventas

No se hace uso de ningún tipo de publicidad, ya que los productos se venden a clientes habituales locales y algunos clientes externos de San Salvador. Las ventas incrementan en temporadas festivas de Semana Santa, de marzo y abril. Las ventas en su mayoría son al contado y compra directa pescador a cliente; no existen intermediarios.

Servicios

Entre los servicios directos que ofrecen, los clientes tienen la oportunidad de presentar reclamos al momento de aceptar el producto; las cooperativas no proporcionan garantías ni servicio post venta.

Recursos Humanos

El 66.67% del personal de las cooperativas han recibido capacitaciones e información necesaria sobre la actividad pesquera, prácticas de manufactura y planeación empresarial, algunos mediante CENDEPESCA y otros por expertos en la materia; el 33.33% que conforman el resto de cooperativas no han recibido capacitaciones y los conocimientos que poseen los han obtenido a través de la experiencia.

Desarrollo Tecnológico

La mayoría de actividades desarrolladas por las cooperativas no requieren el uso de tecnología, sus procesos son registrados de forma manual en libros físicos. La única tecnología disponible son celulares móviles con planes de internet personales; un 66.67% no utilizan ninguna tecnología actual.

Aprovisionamiento

Cuando se trata del aprovisionamiento, en el departamento de La Unión se tiene escasa presencia de tiendas que puedan proveerles herramientas e insumos a los pescadores de la zona, por lo que todas las cooperativas acuden a la única empresa localizada para abastecerse.

Infraestructura

Las cooperativas no tienen un establecimiento para el desarrollo de sus actividades administrativas, contando el 33.33% de estas con un espacio propio únicamente para el resguardo de los equipos y herramientas, mientras que el 16.67% tiene la necesidad de alquilar un local y el 50% restante no poseen infraestructura en absoluto.

Trazabilidad

Ninguna cooperativa lleva registros para brindar trazabilidad, muchos menos herramientas informáticas que ayuden a tal fin.

D. MODELO LOGÍSTICO PROPUESTO

El **Modelo Logístico** propuesto considera como base el control de las actividades y el seguimiento de las mismas por medio de la trazabilidad y el uso de recursos tecnológicos para desarrollar eficientemente la gestión de los procesos. Además, involucra las actividades generadoras de valor en la logística de entrada, operaciones y logística de salida, de manera que las actividades puedan desarrollarse de manera correcta para optimizar los recursos en las áreas contempladas. Así mismo, el Modelo contempla el control de la calidad, la inocuidad y la cadena de frío en todas las áreas.

Este **Modelo Logístico** puede ser aplicado a las cooperativas que procesan productos, pescado seco salado, así como a las que solo se dedican a pescar, almacenar y distribuir. Ver fig. 7

Además, el **Modelo Logístico** está acompañado de 2 herramientas informáticas que permiten gestionar y controlar las actividades, una herramienta está desarrollada como un sistema informático para uso local y la segunda está desarrollada en Excel.



Fig. 8. Sistema de Gestión de Procesos para Modelo Logístico propuesto

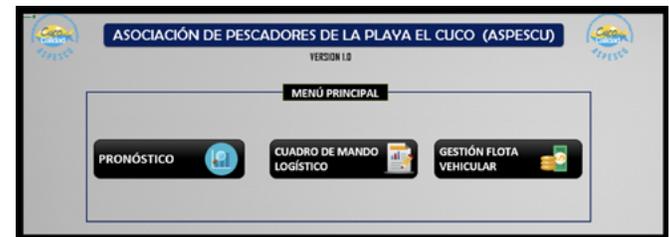


Fig. 9. Herramienta para gestión del Modelo Logístico en Excel: pronóstico, indicadores logísticos y gestión de la flota vehicular.



Fig. 7. Modelo Logístico propuesto para ser aplicado a las cooperativas de pescadores artesanales.

Conclusiones

- Para mantener un registro de los recursos utilizados por las cooperativas en la logística de entrada, se debe generar un nuevo método para el control, ya que en la actualidad los insumos que se adquieren se registran bajo un inventario informal, debido a la falta de herramienta logísticas, tecnológicas y conocimiento técnico sobre el área, ocasionando que las actividades no se desarrollen de manera óptima y eficiente.
- En las operaciones realizadas, se identificó que el 83.33% no realizan procesamiento a sus productos; el 33.33% aplican las Buenas Prácticas de Manufacturas y controlan el manejo de residuos y saneamiento del área de pesca.
- Las cooperativas llevan un control informal de la cadena de frío para mantener el producto en las condiciones óptimas en un cierto periodo antes de la compra-venta.
- Para las actividades relacionadas con la logística de salida, las cooperativas no poseen formatos para registrar las entregas y no hacen uso de empaques; no tienen planificado rutas de distribución de mercancías de productos.
- Se ha diseñado un Modelo Logístico que permite optimizar los procesos relacionados en la captura, almacenamiento, procesamiento y distribución de productos pesqueros.
- Las herramientas informáticas presentadas en el Modelo Logístico pueden ser modificadas según la necesidad de la cooperativa que desea aplicar el modelo.
- El Modelo Logístico desarrollado puede ser aplicable a cualquier cooperativa dedicada al rubro de pesca artesanal, pero se requiere el uso de tecnología básica. Es necesario la implementación de herramientas tecnológicas para documentar los ingresos, salidas, disponibilidad, caducidad, trazabilidad entre otros.
- El documento del Modelo Logístico y sus herramientas informáticas son productos complementarios resultantes de esta investigación.
- Para este rubro es importante mantener una gestión eficiente de la cadena de frío, la inocuidad de los productos, así como la calidad y monitoreo de la trazabilidad.
- Siendo la trazabilidad un proceso complejo que se requiere para ofrecer al consumidor información y

garantía de calidad, éste Modelo Logístico diseñado brindará los insumos necesarios para la trazabilidad durante toda la cadena de suministro.

- Para garantizar la calidad dentro de los procesos de la cadena de valor es importante que los involucrados atiendan los Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización, así como aplicar los indicadores de rendimiento para monitorear y tomar decisiones en el desempeño de los procesos.

Referencias

- [1] Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura. "Política Nacional de Pesca y Acuicultura 2015-2030". Versión oficial de la nueva. [En línea]. Disponible en: https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2021/06/2Politica_Nacional_de_Pesca_y_Acuicultura_2015_ULTIMA_VERSION-1.pdf. [Accedido: 11-abr-2022]
- [2] R.H. Ballou. «Administración de la cadena de suministros» 5ª. Ed. México, D.F.: Pearson - Prentice Hall, 2011.
- [3] D. Bowersox; D. Closs y M. B. Cooper, «Administración y logística en la cadena de suministro» 2ª. Ed. México D.F. : McGraw-Hill, 2007.
- [4] R. Chase, N. Aquilano y F. R. Jacobs, «Administración de producción y operaciones; manufactura y servicios» 8ª. Ed. México, D.F. McGraw-Hill, 2000.
- [5] J.A. Domínguez-Machuca, M. J. Álvarez Gil, M. A. Domínguez Machuca, S. García González y A. Ruíz Jiménez, «Dirección de operaciones : aspectos estratégicos en la producción y los servicios» Madrid : McGraw-Hill, 1995.
- [6] O.C. Ferre, G.Hirt, L. Ramos, M. Adiaenséns y M.A. Flores, «Introducción a los negocios en un mundo cambiante» 4ª. Ed. México, D.F.: Mc Graw Hill, 2011.
- [7] J.M. Rosenberg, «Dirección y Administración y Finanzas» España : Océano, 2012.
- [8] T. Wheelen y D. Hunger J. «Administración estratégica y política de negocio: conceptos y casos» 10ª. México, D.F. Pearson - Prentice Hall, 2011.

SISTEMA INTELIGENTE PARA LA MEDICIÓN DEL COMPORTAMIENTO HUMANO EN RELACIÓN AL CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD COVID-19, IMPLEMENTANDO TECNOLOGÍA DE IoT

Elvis Moisés Martínez Pérez

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente Investigador de la Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.
Correo: emmartinez@itca.edu.sv

Rina Elizabeth López de Jiménez

Ingeniera en Sistemas Informáticos. Docente Coinvestigadora de la Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.
Correo: rina.lopez@itca.edu.sv

Recibido: 22/04/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

Este proyecto de investigación 2021 desarrollado por la Escuela de Ingeniería en Computación de ITCA-FEPADE, tuvo como objetivo usar las tecnologías para ayudar a mejorar el comportamiento de la comunidad educativa en pandemia Covid-19. Es un sistema inteligente para la medición del comportamiento humano con relación al cumplimiento del protocolo de bioseguridad Covid-19, implementando tecnologías de Internet del Comportamiento IoT, Internet de las Cosas IoT, Business Intelligence, Big Data y reconocimiento facial. La primera fase consistió en la toma de requerimientos y el estudio de investigaciones previas. Posteriormente se diseñó la interfaz del aplicativo que interpreta los datos colectados y la estructura de un dispensador inteligente de alcohol gel para ser impreso en 3D. Finalmente se realizó la programación del sistema y del circuito que conforman el dispositivo. Como resultado se construyó un dispositivo inteligente que mide y alerta la temperatura, dispensa alcohol gel y toma de fotografía para reconocimiento facial en la portación correcta de mascarilla. Incorpora un sistema informático que procesa los datos colectados que son utilizados por la aplicación de Inteligencia de Negocios para analizar el comportamiento de las personas ante el cumplimiento del protocolo de bioseguridad para Covid-19. El resultado del proyecto es un dispositivo inteligente y automatizado, que dotará a la institución de una herramienta innovadora de bajo costo para medir el comportamiento de la población que hace uso de las instalaciones de ITCA-FEPADE Sede Central y contribuirá a prevenir contagios por Covid-19, dando mayor seguridad a un retorno presencial al campus.

Palabras clave

Internet de las Cosas IoT, Internet del Comportamiento IoT, inteligencia artificial, Covid-19, microcontroladores, protocolo de bioseguridad; Coronavirus.

INTELLIGENT SYSTEM FOR MEASURING HUMAN BEHAVIOR IN RELATION TO COMPLIANCE WITH THE COVID-19 BIOSECURITY PROTOCOL, IMPLEMENTING IoT TECHNOLOGY

Abstract

This 2021 research project developed by the Escuela de Ingeniería en Computación de ITCA-FEPADE, had the objective to use the technologies to help improve the behavior of the educational community in pandemic Covid-19. It is an intelligent system for measuring human behavior in relation to compliance with the Covid-19 biosecurity protocol, implementing Internet of Behavior IoT, Internet of Things IoT, Business Intelligence, Big Data and facial recognition technologies. The first phase consisted of requirements gathering and previous research study. Subsequently, the interface of the application that interprets the collected data and the structure of an intelligent alcohol gel dispenser to be printed in 3D was designed. Finally, the programming of the system and the circuitry that make up the device was carried out. As a result, an intelligent device was built that measures and alerts the temperature, dispenses alcohol gel and takes a photograph for facial recognition in the correct wearing of the face mask. It incorporates a computer system that processes the data collected, which is used by the Business Intelligence application to analyze the behavior of

people in compliance with the biosecurity protocol for Covid-19. The result of the project is an intelligent and automated device, that will provide the institution with an innovative low-cost tool to measure the behavior of the population that make use of the ITCA-FEPADE Sede Central facilities and will contribute to prevent Covid-19 infections, providing greater security for a face-to-face return to campus.

Keyword

Internet of Things IoT, Internet of Behavior IoB, artificial intelligence, Covid-19, microcontrollers, biosafety protocol; Coronavirus.

Introducción

Cuando iniciaba la pandemia el mundo tuvo que reinventarse. Muchas de las actividades y comportamientos que la sociedad realizaba tuvieron que cambiar. Los eventos presenciales se suspendieron y la sociedad se confinó. Luego de 3 años en pandemia, es necesario seguir evolucionando y cambiando las formas tradicionales de convivencia.

Este proyecto de investigación implementa un sistema inteligente para la medición del comportamiento humano con relación al cumplimiento del protocolo de bioseguridad Covid-19, siendo parte fundamental la implementación de tecnología del Internet del Comportamiento IoB, componente principal de la investigación.

En El Salvador, la mayoría de la población hace un buen uso del cumplimiento de las medidas de bioseguridad, portación de mascarilla, distanciamiento social, uso de alcohol gel y medición de temperatura; pero existe población que por algún motivo no hace uso de estas medidas, lo que contribuye a un aumento en los casos de contagio de Covid-19. Ante esta situación, la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE desarrolló este proyecto de investigación innovando con tecnología del Internet de las Cosas IoT, Internet del Comportamiento IoB, Inteligencia de Negocios, Big Data y reconocimiento facial.

Estas tecnologías se combinaron para diseñar e implementar dispensadores de alcohol gel, en donde se mide y se da alerta de la temperatura, se dispensa alcohol gel y se toma una fotografía para el reconocimiento facial y uso correcto en la portación de mascarilla. Los datos de temperatura, alcohol gel y fotografía son almacenados en una base de Datos Big Data para ser extraídos, procesados y analizados usando tecnología de Inteligencia de Negocios con Power BI y establecer cuál es la tendencia de la población en el cumplimiento del protocolo de bioseguridad. Este análisis se puede hacer en cualquier nivel o rango de tiempo y entre más datos sean almacenados, mayor será el nivel de análisis que el sistema pueda proporcionar.

Haciendo uso de Inteligencia Artificial se establece cuáles

de los visitantes porta de manera incorrecta la mascarilla, la cual es considerada parte importante en el cumplimiento del protocolo para evitar contagios de Covid-19.

Desarrollo

I. ANTECEDENTES

A. Internet del Comportamiento (Internet of Behavior IoB)

Se entiende como Internet de las Cosas IoT, la interconexión de dispositivos que da como resultado una gran variedad de nuevas fuentes de datos. El Internet del Comportamiento surge a medida que la tecnología es capaz de captar y utilizar la información generada por las personas en su vida cotidiana. Estos datos pueden ser específicos de clientes, datos que ha proporcionado a través de la aplicación de una empresa, institución o cualquier entidad con la que se encuentre relacionado [1].

A diferencia del Internet de las Cosas IoT o del Internet del Todo IoE, que capturan información en tiempo real, el IoB abre una nueva oportunidad de conocer hábitos o comportamientos de los usuarios. Se considera el IoB como una combinación de tres campos:

- Tecnología.
- Analítica de datos.
- Ciencia del comportamiento.

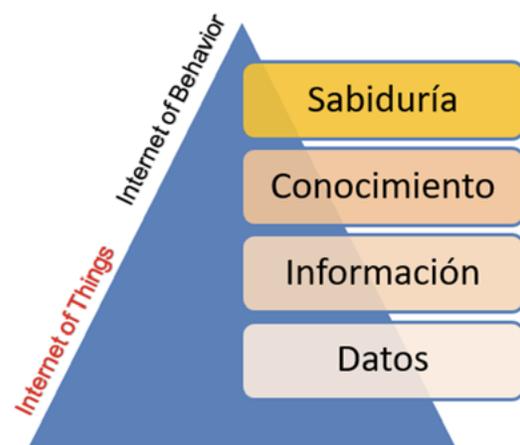


Fig. 1. Áreas de la ciencia del comportamiento.

A medida que las empresas o instituciones aprenden más sobre nosotros a través de IoT, pueden afectar nuestros comportamientos utilizando IoB. Una aplicación de salud en su teléfono inteligente que rastree su dieta, patrones de sueño, frecuencia cardíaca o niveles de azúcar en la sangre, puede alertarlo sobre situaciones adversas y sugerir modificaciones de comportamiento hacia un resultado más positivo o deseado [2].

B. Proyectos de bioseguridad

Algunos ejemplos de proyectos de bioseguridad usando IoT para evitar el Covid-19 son:

- Dispensador automático de alcohol gel con ESP32. Fue desarrollado para evitar el contacto con el dispensador de alcohol y a la vez se tiene un control de la cantidad de personas que lo utilizan. Ésta emplea un microcontrolador ESP32 [3].
- Detector de mascarilla. Desarrollado por MakerFabs. Su principal propósito fue el impedir el acceso a personas que no posean mascarillas al edificio de la empresa, además no deben de utilizar cualquier mascarilla sino únicamente las que la empresa fabrica, por lo que la puerta se abre automáticamente al detectar que el empleado está utilizando una de ellas [4].
- Dispensador Alcohol Gel y Termómetro Automático sin Contacto. Existe en el mercado una serie de dispensadores de alcohol gel y termómetro infrarrojo automático sin contacto, el cual puede ser montado en pared o trípode. Este aparato por ser hardware propietario, no se puede acceder a su codificación ni tampoco modificarlo por estar protegido por la ley de Derechos de autor.

C. Covid-19

El Covid-19, acrónimo del inglés Coronavirus Disease 2019, es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2. Produce síntomas similares a los de la gripe o catarro, entre los que se incluyen fiebre, tos, disnea, mialgia y fatiga. En casos graves se caracteriza por producir neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda, sepsis y choque séptico que conduce a cerca de 3,75 % de los infectados a la muerte según la OMS. [5].

D. Medidas de protección

Algunas de las medidas de protección básicas recomendadas por autoridades de salud contra el nuevo coronavirus son:

- Lavarse las manos frecuentemente.
- Adoptar medidas de higiene respiratoria.
- Mantener el distanciamiento social
- Evitar tocarse los ojos, la nariz y la boca

- Solicitar atención médica a tiempo en caso de fiebre, tos y dificultad para respirar.
- Usar mascarillas en entornos comunitarios y lugares públicos.
- Procurar el distanciamiento social.

E. Obtención de datos de comportamiento relevantes con IoB

En el caso de Covid-19, los datos de comportamiento recopilados a través de una aplicación IoB permitirán monitorear comportamientos individuales o comunales que ocurren. Esto puede complementarse con datos de contexto relevantes como datos geográficos, organizativos, de proceso, de comunidad, médicos, económicos o cualquier otra información de fondo que permita mapear los comportamientos en curso en cualquiera que sea el contexto o dominio del comportamiento.

IoB puede proporcionar información predictiva sobre cualquier intención y comportamientos relacionados con Covid-19. Cuando un grupo lo suficientemente grande o multitud de personas utilizan una aplicación IoB, se convierte en una herramienta para la previsión precisa. Esto lo hace diferente de cualquier aplicación que tiene como objetivo seguir los movimientos, rastrear personas, detectar ubicaciones y la cercanía de las personas; juntos estos enfoques pueden conformar un servicio muy poderoso y situacionalmente inteligente [6].

F. Reconocimiento facial

Es una tecnología capaz de identificar o verificar a un sujeto a través de una imagen, vídeo o cualquier elemento audiovisual de su rostro. Generalmente, esta identificación se utiliza para acceder a una aplicación, sistema o servicio. Es un método de identificación biométrica que utiliza esas medidas corporales, en este caso cara y cabeza, para verificar la identidad de una persona a través de su patrón biométrico facial y sus datos. Los sistemas tecnológicos a veces pueden variar en lo que respecta al reconocimiento facial, pero el funcionamiento general es el siguiente: análisis facial, convertir una imagen en datos y comparar imágenes

II. METODOLOGÍA EMPLEADA

Durante el proceso de investigación se diseñó y creó un sistema inteligente para la medición del comportamiento humano relacionado con el cumplimiento del protocolo de bioseguridad para Covid-19. Para tal fin, la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE integró un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Software, docentes de Escuela de Educación Dual y de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, así como la Clínica Empresarial Institucional.

A. Fase Inicial Recolección de Información

En esta fase de investigación técnica se recolectó la información necesaria para determinar qué tecnologías simplificarían el desarrollo del sistema para el tratamiento de los datos y la construcción de los dispositivos. Los datos proporcionados en el área de salud estuvieron a cargo de profesionales de la Clínica Empresarial.



Fig. 2. Docentes investigadores de la Escuela de Computación con personal de la Clínica Empresarial.

B. Análisis y diseño del sistema multiplataforma y dispositivo

En esta parte se establecieron las herramientas óptimas para la programación del sistema. Para el módulo Web se determinó por su facilidad de uso y seguridad el framework Laravel, complementándolo con otros lenguajes, entre ellos JavaScript. El diseño e impresión 3D del dispositivo dispensador de alcohol gel, toma de temperatura y reconocimiento facial, fue desarrollado por profesionales del Taller y Laboratorio de Mecánica e Industrial de ITCA-FEPADE.

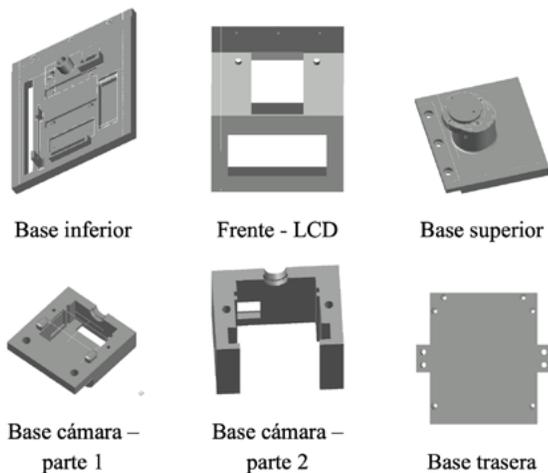


Fig. 3. Diseños creados para la impresión en 3D de los dispositivos dispensadores de alcohol gel.

El diseño del circuito fue desarrollado por docentes de la escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y estudiantes de cuarto año de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Software.

Para el dispositivo se utilizaron dos tipos de microcontroladores, el ESP32 CAM para procesar la detección del uso de mascarilla y ESP32 WROOM para el resto de las funciones.

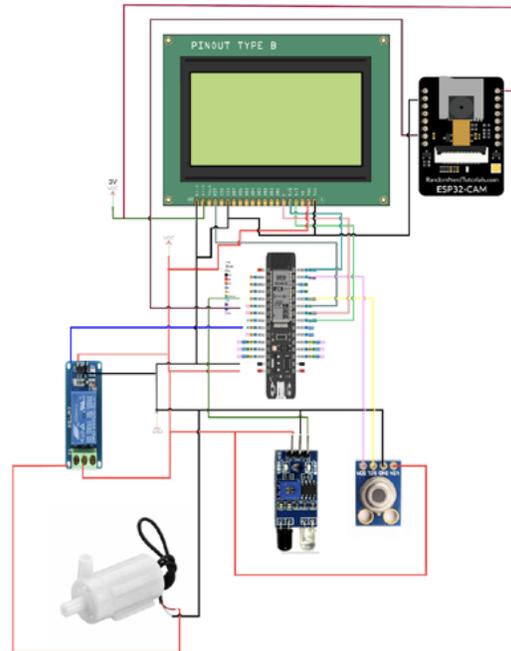


Fig. 4. Diseño de circuito empleado en los dispensadores de alcohol gel.

C. Ensamble del dispositivo

En esta etapa se procedió a realizar la codificación del sistema informático y a efectuar las respectivas pruebas; se construyó el circuito electrónico PCB, así como la impresión 3D de la carcasa del dispositivo dispensador de alcohol gel.



Fig. 5. Docente investigador y estudiantes trabajando en la construcción del circuito dispensador de alcohol gel.

III. RESULTADOS OBTENIDOS

A. Dispositivo inteligente para medición de variables

Como dispositivos de entrada para el sistema programado se ensamblaron las piezas impresas en 3D, el circuito completo con sus sensores de temperatura y proximidad para determinar la distancia ideal en el momento de la toma y alerta de temperatura y suministro de alcohol gel; así como la cámara para la toma de fotografía para el reconocimiento de la portación correcta de mascarilla.



Fig. 6. Dispositivo inteligente para la medición de variables con relación al cumplimiento del protocolo Covid-19

B. Aplicación para el monitoreo y control del cumplimiento de protocolo de bioseguridad

La aplicación desarrollada es multiplataforma. Este sistema se encargará del monitoreo y control de variables relacionadas con el protocolo de bioseguridad Covid-19, la temperatura, mensaje de alerta, uso y portación correcta de mascarilla, solicitud y dispensado de alcohol gel.

La aplicación está compuesta por dos partes. La primera es el panel de control desde donde el administrador del sistema podrá observar cómo está la captura de datos y la configuración de éstos en forma de gráficos, lo cual permite una mayor apreciación y comprensión de estos. La información mostrada es filtrada en base a un periodo determinado, tal como se muestra en la figura 7. La segunda parte consiste en la captura de datos utilizando Mongo DB y el análisis de datos a través de Power BI como una herramienta de Business Intelligence.

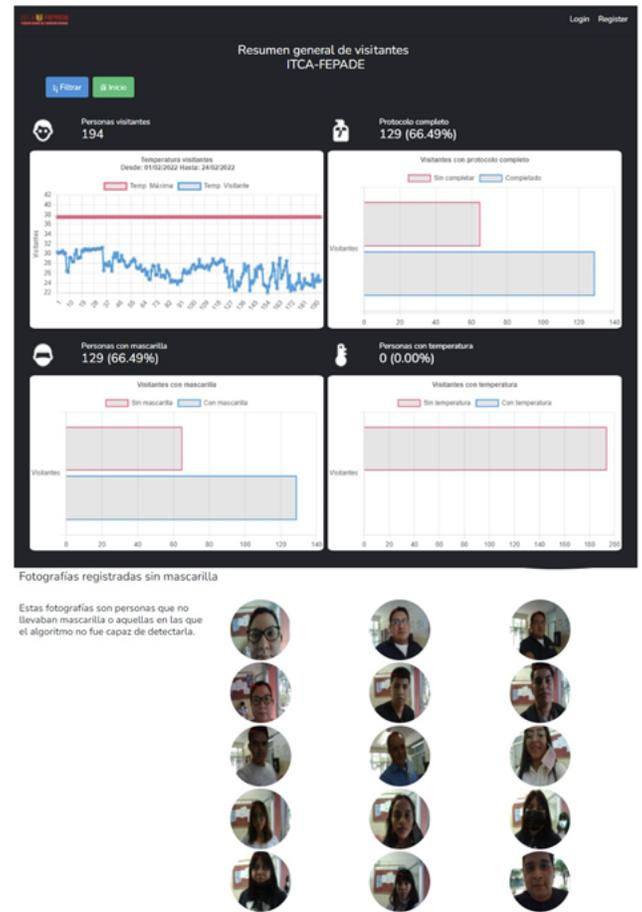


Fig. 7. Pantalla principal del sistema para la medición del comportamiento humano con relación al cumplimiento del protocolo Covid-19.

C. Análisis de datos

Esta es la parte medular del proyecto y consiste en el análisis de los datos por medio de Power BI, herramienta de Business Intelligence con la cual se aplica la metodología del Internet del Comportamiento IoB. Esta solución fue programada utilizando lenguaje PHP con ayuda del framework Laravel, MongoDB como gestor de base de datos y Power BI.

MongoDB Server es la herramienta que contiene todos los datos provenientes de las estaciones inteligentes de monitoreo de cumplimiento del protocolo Covid-19.

Basándose en el modelo de bases de datos no relacionales desarrollados en este proyecto, se planteó un diseño de bases de datos multidimensional para realizar un análisis y poder representarlos de una forma más ordenada y organizada, para lo cual se utilizó el software de Inteligencia de Negocios llamado Power Bi.

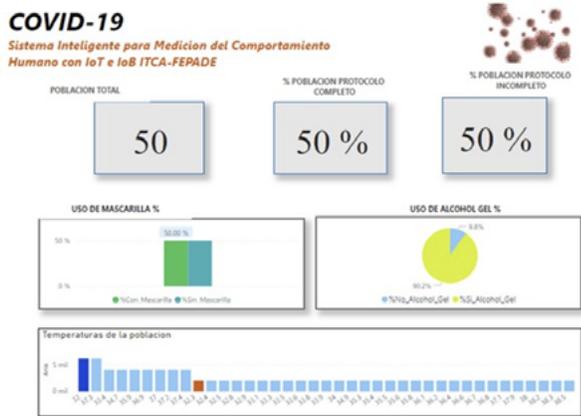


Fig. 8. Dashboard principal Power BI para el análisis de datos IoT.

Conclusiones

Con el desarrollo de este proyecto de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC, es una herramienta valiosa para la manera en que la sociedad está evolucionando, rigiendo nuestros comportamientos muchas veces de formas involuntarias.
2. En estos años de pandemia se ha llegado a culturizar a las personas sobre la importancia de cumplir con los protocolos de bioseguridad para prevenir el contagio por Covid-19.
3. Durante las pruebas realizadas con el dispositivo dispensador de alcohol gel, no existió ninguna persona que hiciera un mal uso de éste y de igual forma todos cumplieron con el protocolo. Se requirió que usuarios fallaran de forma adrede para poder registrar valores de incumplimiento.
4. El resultado de esta investigación aportará a la institución una herramienta innovadora y de bajo costo que contribuirá a medir el comportamiento de la población en general que hacen uso de las instalaciones de ITCA-FEPADE Sede Central.
5. Este dispositivo inteligente contribuirá a prevenir los contagios por Covid-19 entre visitas, personal y población estudiantil, propiciando las condiciones de mayor seguridad para un retorno presencial a las instalaciones.

6. El empleo del Internet del Comportamiento IoB debe promoverse en las investigaciones de las Instituciones de Educación Superior, fortaleciéndolas con la experiencia y conocimiento en el uso del Internet de las Cosas IoT y las Tecnologías de la Información TIC en general.

Referencias

- [1] S. Greengard, The Internet of Things. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2015.
- [2] C. Kidd, "What Is the Internet of Behaviors? IoB Explained". BMC Blogs. [Online]. Available: <https://www.bmc.com/blogs/iob-internet-of-behavior/#>. [Accessed: Ene 26, 2021]
- [3] C.VoltT, "Automatic gel alcohol dispenser with Esp32", Instructables [Online]. Available: <https://www.instructables.com/Automatic-Gel-Alcohol-Dispenser-With-Esp32/> [Accessed: Jan 26, 2021]
- [4] Lam Makerfabs "COVID-19 Mask Detector", Instructables. [Online]. Available: <https://www.instructables.com/Arduino-NFC-Door-Lock/> [Accessed: Jan 26, 2021]
- [5] S. Fernández Rodríguez "Conocimientos básicos del COVID-19 para celadores y auxiliares administrativos", Ocronos - Editorial Científico-Técnica. [En línea]. Disponible: <https://revistamedica.com/conocimientos-basicos-covid-19-celadores-auxiliares-administrativos/> [Accedido: 3-mar- 2021]
- [6] Openest, Technologies stratégiques : tendances 2021-. "COVID-19, Behavior Knowledge and Internet of Behaviors (IoB)". Gote Nyman's (Gotepoem) Blog (blog). [Online]. Available: <https://gotepoem.wordpress.com/2020/04/23/covid-19-behavior-knowledge-and-internet-of-behaviors-iob/>. [Accessed: Abr- 23 de 2021]
- [7] E. M. Martínez Pérez, E. M. Pineda, H. E. González Magaña, y R. E. Hernández Ávila, "Development of a Mobile Application for Orientation of Visitors of ITCA-FEPADE through mapping, 3D rendering and Global Positioning", 2018 IEEE 38th Cent. Am. Panama Conv. CONCAPAN XXXVIII, nov. 2018, <https://doi.org/10.1109/CONCAPAN.2018.8596655>.

DISEÑO DE PLATAFORMA DE TELEINGENIERÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO A DISTANCIA: CONTROL DE PROCESO INDUSTRIAL DE TEMPERATURA

Juan José Guevara Vásquez

Técnico en Ingeniería Electrónica, Docente Investigador de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Correo electrónico: juan.guevara@itca.edu.sv

Juan José Cáceres Chiquillo

Ingeniero en Electrónica, Docente Coinvestigador de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Correo electrónico: jcaceres@itca.edu.sv

Recibido: 25/04/2022 - Aceptado: 1/07/2021

Resumen

Este proyecto de investigación fue ejecutado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de ITCA-FEPADE en 2021 y está enmarcado dentro de la mejora de la educación e innovación, a través de tecnologías electrónicas e informáticas que buscan proveer a estudiantes y docentes de carreras técnicas y de ingeniería, el desarrollo de prácticas de laboratorio a distancia, no simuladas y en tiempo real, en el área de control de procesos industriales de temperatura de fluidos, a través de la plataforma de Teleingeniería desarrollada. Se realizó un proceso de reingeniería a un entrenador de Control de Procesos de Fluidos, FPC, para que éste sea comandado de forma remota en una arquitectura cliente-servidor; de forma paralela, se diseñó una aplicación Web para el control, registro y monitoreo de las prácticas de laboratorio que funciona como cliente del controlador electrónico del entrenador. Entre los resultados se destacan el diseño y arquitectura del FPC y el diseño del protocolo de comunicación entre la máquina y la aplicación. La Plataforma de Teleingeniería utiliza herramientas de software y hardware de libre distribución, reduciendo los costos de implementación y mantenimiento. La Plataforma de Teleingeniería integra diversos sistemas y tecnologías por lo que habrá que realizarle ajustes y adecuaciones que mejoren la experiencia de los estudiantes y expandan los procesos a controlar con la adición de otros entrenadores FPC. Este proyecto establece un nuevo estado de la técnica, ya que en El Salvador no existe una plataforma similar desarrollada en un proyecto de una Institución de Educación Superior.

Palabras clave

Control de procesos, control de temperatura, sensor, microcontroladores, sistemas de control automático.

DESIGN OF A TELEENGINEERING PLATFORM FOR REMOTE LABORATORY PRACTICES: TEMPERATURE INDUSTRIAL PROCESS CONTROL

Abstract

This research project was executed by the Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de ITCA-FEPADE in 2021 and is framed within the improvement of education and innovation, through electronic and computer technologies that seek to provide students and teachers of technical and engineering careers, the development of remote laboratory practices, not simulated and in real time, in the area of industrial process control of fluid temperature, through the Teleengineering platform developed. A Fluid Process Control (FPC) trainer was reengineered to be remotely controlled in a client-server architecture; at the same time, a Web application was designed to control, register and monitor the laboratory practices that works as a client of the trainer's electronic controller. The results include the design and architecture of the FPC and the design of the communication protocol between the machine and the application. The Teleengineering Platform uses freely distributed software and hardware tools, reducing implementation and maintenance costs. The Teleengineering Platform integrates several systems and technologies, so it will be necessary to make adjustments and adaptations to

improve the students' experience and expand the processes to be controlled with the addition of other FPC trainers. This project establishes a new state of the art, since in El Salvador there is no similar platform developed in a Higher Education Institution project.

Keyword

Process control, temperature control, sensor, microcontrollers, automatic control systems.

Introducción

En el control de procesos electrónicos industriales es muy importante que tanto docentes como estudiantes dispongan de equipos de entrenamiento, que bajo un entorno controlado puedan realizar prácticas que permiten aplicar los conceptos estudiados y solidificar las competencias.

ITCA-FEPADE dispone de entrenadores para el control de distintos procesos en cátedras de nivel técnico y de ingeniería, con la limitante de un entrenador para cada proceso industrial específico; se suman los efectos de la pandemia por Covid-19 que ha reducido la presencialidad de los estudiantes y docentes por motivos de bioseguridad, limitando el acceso a los entrenadores.

Por esta razón se realizó un proceso de reingeniería a uno de los entrenadores de Control de Procesos de Fluidos FPC con los que cuenta la Escuela; el objetivo fue controlar el equipo de forma remota a través de una aplicación que se accede por medio de un navegador Web moderno, ya sea desde una computadora de escritorio o dispositivo móvil. Los docentes y estudiantes podrán realizar las prácticas de laboratorio de forma programada y segura sin estar frente al equipo.

El sistema o plataforma como tal, es una combinación de dispositivos electrónicos discretos, de potencia y control, que junto a una aplicación desarrollada utilizando lenguajes de programación orientados a la Web, logra acercar a los usuarios a una experiencia real de trabajo de laboratorio sin importar la distancia.

Desarrollo

I. METODOLOGÍA

A. Análisis del Entrenador de Control de Procesos de Temperatura

Inicialmente se verificó el estado de cada una de las partes electrónicas y electromecánicas que forman parte del entrenador, con el objetivo de determinar si alguna

presentaba fallas que impidieran el correcto funcionamiento de la máquina.

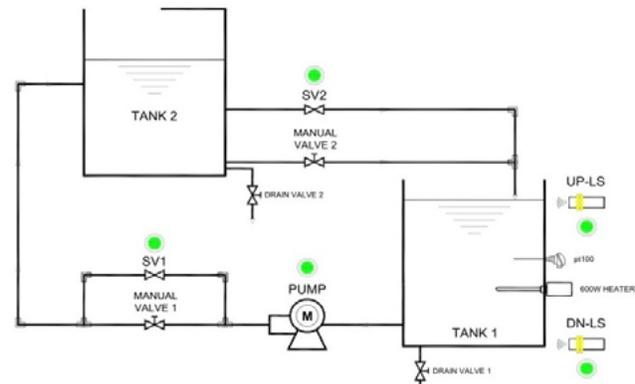


Fig. 1. Diagrama del entrenador de Control de Procesos Industriales de Temperatura.

En la figura 1 se observa el diagrama del proceso y presencia de sensores y actuadores. Se dispone de tres sensores: un sensor RTD PT100 fabricado con platino con una resistencia eléctrica de 100 ohmios a una temperatura de 0 °C que es el tipo más común de sensor RTD [1] que se utiliza en la industria, siendo su función medir constantemente la temperatura del fluido; dos sensores capacitivos de proximidad IP65 con led de estado (UPLS, DNLS), que tienen como función detectar la presencia de fluido por lo que operan como sensores de nivel bajo y alto para el tanque 1; estos sensores están especialmente diseñados para operar en contenedores no metálicos[2]. El entrenador cuenta además con actuadores, dos de ellos son electroválvulas NC (SV1, SV2), cuya función es permitir o bloquear el paso del fluido entre los tanques y una resistencia calentadora de 600W (Heater) que se utiliza para calentar el fluido que se encuentra en el tanque 2 y que recirculará en el sistema por medio de una bomba de agua (PUMP). Las electroválvulas, sensores capacitivos y la bomba operan con niveles de tensión de 24V ampliamente utilizada en sistemas de control industrial.

El control nativo de este entrenador es de tipo local, esto significa que cuenta con un panel de control compuesto por interruptores de START, STOP, RESET con selección de modo

de operación y un monitor de temperatura Autonics T3NI.

El controlador electrónico original del entrenador estaba basado en un sistema de WAGO, compuesto por un controlador Profibus y módulos de expansión para el acople de niveles de voltaje y corrientes de sensores y actuadores.

Tabla 1.
Definición de entradas y salidas del controlador del entrenador de control de procesos de temperatura

| CONTROLADOR FPC WAGO 750-342 | | |
|------------------------------|-----------|-------------|
| ENTRADAS | | |
| NOMBRE | TIPO | DESCRIPCIÓN |
| UP-LS | DIGITAL | Activo en H |
| DN-LS | DIGITAL | Activo en H |
| MODE 1 | DIGITAL | Activo en H |
| MODE 2 | DIGITAL | Activo en H |
| START | DIGITAL | Activo en H |
| STOP | DIGITAL | Activo en H |
| RESET | DIGITAL | Activo en H |
| EMERGENCY | DIGITAL | Activo en L |
| RTD | ANALOGICO | 0V - 5V DC |
| SALIDAS | | |
| NOMBRE | TIPO | DESCRIPCIÓN |
| SOL VALVE 1 | DIGITAL | Activo en H |
| SOL VALVE 2 | DIGITAL | Activo en H |
| PUMP MOTOR | DIGITAL | Activo en H |
| HEATER | PWM | 1V - 5V |

La revisión del entrenador se completó realizando un análisis técnico de las entradas y salidas del controlador WAGO que se pueden apreciar en la tabla I.

B. Premisas Generales de Diseño

El trabajo aquí descrito integra diversas tecnologías y áreas de aplicación, fue necesario crear un equipo multidisciplinario de investigadores y estudiantes que trabajaron de forma paralela para alcanzar los resultados. En general, se consideraron las siguientes premisas de diseño:

1) Bajo costo y mantenimiento

Debido a limitaciones económicas la solución a diseñar debía ser de bajo costo, sin reducir la calidad del producto

y servicios. El mismo criterio aplicó para el diseño de la aplicación Web de gestión de prácticas a distancia. Se consideró que todos los componentes de hardware fuesen adquiridos fácilmente en el mercado local.

2) Utilizar hardware y software libre

Tanto el controlador electrónico como la aplicación Web para la gestión y control de las prácticas de laboratorio a distancia fueron diseñadas desde un inicio utilizando tecnología y herramientas de hardware y software libres.

C. Diseño del Controlador Electrónico

Con la información de la Tabla I, así como con las características eléctricas de actuadores y sensores, se hizo un diseño modular del controlador electrónico que sustituiría al controlador WAGO.

El diseño del nuevo controlador está esencialmente compuesto por dos subsistemas de control.

a) Sistema de control

Este circuito tiene como principal función el correcto establecimiento de la comunicación con la aplicación web de control, motivo por el cual tiene la capacidad de conectarse a una red de datos Ethernet. Además, gestiona el funcionamiento del circuito convertidor del sensor de temperatura PT100 y del microcontrolador gestor de entradas y salidas.

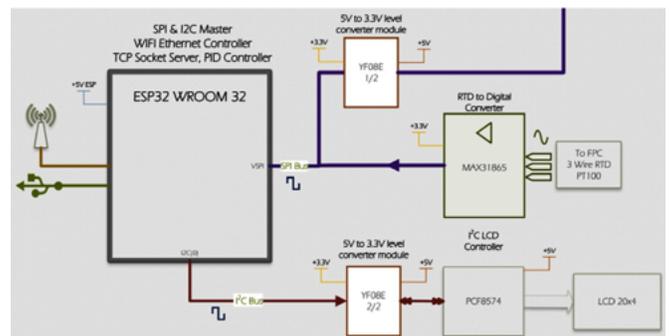


Fig. 2. Diagrama Modular del Sistema de Control.

Como microcontrolador principal se eligió el ESP32 WROOM32 de Expressif, que viene embebido en una placa de desarrollo ESP32 Devkit V1 de 30 terminales. Este dispositivo cumple con todos los requerimientos de diseño.

Al ser un procesador con niveles de tensión de hasta 3.3V se dotó al circuito de un acople de niveles de tensión basado en el circuito YF08E. El diseño modular resultante se muestra en la figura 2.

b) Sistema de control de entradas y salidas

Este es un sistema de control robusto que opera como esclavo SPI del sistema de control principal. El requerimiento de robustez implica un mayor manejo de corrientes de entrada y salida, así como la generación y control de una señal PWM. Se eligió el microcontrolador PIC18F4550 de Microchip que está ampliamente documentado y puede programarse utilizando lenguaje XC8 que es ANSI C.

Considerando que el entrenador posee dispositivos industriales que trabajan con niveles de tensión de 24V, el circuito controlador debe cumplir con un requisito indispensable que es el aislamiento galvánico entre los sensores e interruptores de entrada y el sistema de control de entradas y salidas, esto se logró con optoacopladores PC817. Adicionalmente, el circuito de salida debe amplificar las señales para activar los actuadores correspondientes; para lograrlo se utilizó el circuito integrado ULN2003A que es compatible con señales TTL de entrada y sus salidas pueden manejar niveles de voltaje de 24V. El diagrama modular se muestra en la figura 3.

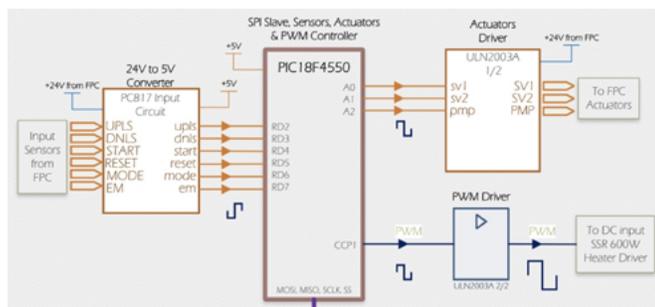


Fig. 3. Diagrama Modular del Sistema de Control de Entradas y Salidas.

D. Diseño de las Condiciones Generales de Funcionamiento de la Aplicación.

Una vez finalizado el diseño general de bloques del controlador electrónico y habiendo seleccionado el dispositivo controlador de comunicación ESP32 WROOM 32, se procedió a crear las condiciones de funcionamiento de la aplicación de software que forma parte de la Plataforma de Teleingeniería.

En esta etapa, el trabajo estuvo orientado a definir dos elementos:

1) Módulo de gestión; control de acceso y pantalla de control del entrenador

- Módulo de Control de acceso seguro para que docentes y alumnos puedan hacer uso de la plataforma

validándose por medio de correo electrónico y contraseña de acceso.

- Módulo de Administración de usuarios mediante la cual el docente puede registrar y realizar modificaciones en los datos de los estudiantes.
- Módulo de Administración de horarios de prácticas a distancia en donde los estudiantes pueden programar y reservar una práctica de laboratorio semanal la cual debe a su vez ser aprobada por el docente.
- Pantalla de Control del entrenador en donde se tendrá acceso a los controles del entrenador, cajas de texto para la introducción y modificación de parámetros, así como gráficas e indicadores que se utilizarán para el monitoreo del estado del proceso que se está ejecutando.

2) Protocolo de comunicación entre la aplicación y el controlador electrónico del entrenador FPC

Una de las etapas más críticas del proyecto consistió en el diseño y mejoramiento del protocolo de comunicación, el cual describe la forma en que la aplicación detecta lo que está haciendo el entrenador en un momento determinado, así como el estado del proceso, también sirve para que la aplicación gire órdenes al entrenador a través del controlador electrónico.

La definición del protocolo de comunicación está directamente relacionada con la estrategia de comunicación a utilizar y la red de datos. Por la naturaleza del proceso a controlar se requiere de un nivel de respuesta y control en tiempo real, por lo que se decidió utilizar el estándar de comunicación Ethernet, ya que los usuarios usarán una computadora y un navegador Web para conectarse y realizar sus prácticas de laboratorio.

Una vez definido el estándar de comunicación se pasó a determinar que protocolo de comunicación compatible con Ethernet sería el más adecuado; se evaluaron varias alternativas desde el uso de MQTT[3] hasta el diseño de una Rest API[4]. Sin embargo, debido a la necesidad de mantener una comunicación y actualización de la información en tiempo real se decidió utilizar Sockets basados en TCP[5] como método de transporte de los comandos y datos entre la aplicación y el controlador electrónico, que a su vez forman parte de un protocolo de comunicación hecho a medida. La figura 4 muestra las capas del modelo de comunicación utilizado.

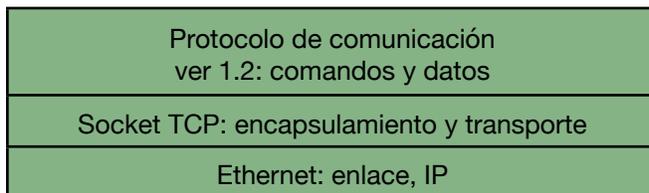


Fig. 4. Capas del Modelo de Comunicación.

E. Diseño del Firmware del Controlador Electrónico.

En el controlador electrónico hay dos microcontroladores: ESP32 y PIC18F4550. Se decidió iniciar el proceso de diseño del firmware del PIC. El lenguaje de programación seleccionado es el nativo del fabricante Microchip XC8 en su versión 2.0, en conjunto con el IDE MPLAB X y programador Pickit 3.

1) Diseño de firmware del controlador de entradas y salidas (PIC18F4550)

Se establecieron las siguientes premisas:

- Todas las acciones de control deben ser sincronizadas por un temporizador interno de 10ms.
- Para detectar el cambio de estado de los sensores de entrada tipo push button se utilizará la estrategia de lectura basada en estados de máquina[6] por medio de interrupciones internas, lo cual constituye la manera más efectiva de efectuar un debouncing por software[7].
- Se debe evitar en todo momento diseñar estructuras de programación con potenciales riesgos de bloqueo del procesador y tiempos muertos que impiden que otras tareas se lleven a cabo.

```
void __interrupt() high_isr(void){
    INTCONbits.GIEH = 0;

    //Check for 10ms timer flag
    if(INTCONbits.TMR0IF) {
        //Check if it's time to read and update SPST sensors
        Sensors_Update_SPST();

        /*Check if it's time to read ADC (every 1 second)
        * Argument(0) means that AN0 is selected.
        */
        ADC_Read(0);

        //Check if a button sensor is pressed
        Sensors_Update_Buttons();

        //Load count value
        Timer_Load_Count(tmr0lValue, tmr0hValue);

        INTCONbits.TMR0IF = 0; //Initialize Timer0 interrupt
    }
}
```

Fig. 5. Segmento de código que muestra parte de las rutinas de interrupción que a su vez son gobernadas por el temporizador de 10ms.

En la figura 5 se muestra un segmento de código que evita el bloqueo de los distintos procesos que el microcontrolador

debe manejar. Dado que todas las funciones se ejecutan a distintos intervalos de tiempo no se interfieren entre ellas produciendo una sensación efectiva de multitarea. Esta metodología de programación es la que se utiliza en los Sistemas Operativos de Tiempo Real (RTOS)[8] que son muy utilizados en sistemas embebidos.

- Para garantizar legibilidad y rápida depuración, cada dispositivo sensor, actuador, señal, etc. que esté sujeto a configuración y/o programación cuenta con su fichero de código correspondiente.
- El método main() del código se limita a invocar funciones de inicialización, implementar el bucle infinito y realizar el llamado de las funciones correspondientes cuando la bandera de interrupción apropiada sea activada.

2) Diseño de firmware del sistema de control

El controlador principal del SYSCON ESP32 fue seleccionado para garantizar la comunicación entre el servidor de aplicaciones en donde se encuentra el software de gestión y el control Web del entrenador FPC. Además, este dispositivo debe comunicarse de forma efectiva con el controlador de entradas y salidas por medio del bus SPI. En síntesis, es el elemento más importante del circuito controlador del entrenador FPC.

Se evaluaron distintos frameworks de programación, buscando principalmente un lenguaje que sea abierto, multiplataforma, de propósito general y que tuviese una versión para microcontroladores como el ESP32 WROOM 32.

El único lenguaje de programación que cumple con estas condiciones es Python, ya que además de ser un lenguaje de prototipado rápido [9], cuenta con MicroPython que es una implementación de Python 3.4 con todas las prestaciones de las versiones más recientes[10] y dispone de un firmware específicamente diseñado para la familia de controladores ESP32. El firmware es cargado en el microcontrolador utilizando la herramienta esptool de Python por medio de comandos específicos de consola sin necesidad de contar con herramientas especiales de programación (Como por ejemplo el programador Pickit 3 para el PIC18F4550) facilitando el proceso de desarrollo y depuración[11].

Todas las tareas asíncronas se definieron con un tiempo de actualización cuyo valor es experimental, esto significa que se pueden ajustar hasta obtener los mejores resultados.

Debe poseer funciones y variables que inicialicen y protejan al entrenador y controlador.

Si bien el entrenador será accedido remotamente, siempre será necesario el monitoreo de un operario o responsable del laboratorio que revise antes del inicio de las prácticas de laboratorio el estado del entrenador y garantice las condiciones de operación mecánicas y eléctricas.

F. Integración de Aplicación Web de la Plataforma y Controlador Electrónico.

Inicialmente, se realizó el montaje de todos los dispositivos de hardware que en su conjunto conforman la Plataforma de Teleingeniería. Para realizar este trabajo se rediseñó el diagrama de control y potencia del entrenador cuyo diseño final se muestra en la figura 6.

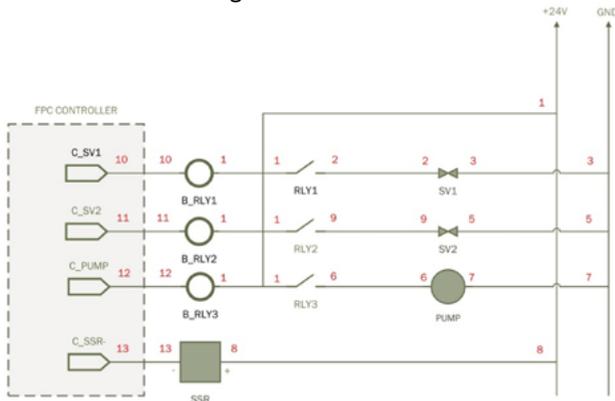


Fig. 6. Diagrama de control y potencia.

A partir de esta disposición se realizaron las conexiones en el tablero de control tal como se muestra en la figura 7.



Fig. 7. Conexiones de control y potencia en el entrenador. En la esquina superior derecha puede observarse el circuito controlador electrónico diseñado.

Como puede apreciarse en la figura 7, el resultado es una instalación minimalista pero funcional para el control del entrenador. El diseño del controlador electrónico, en el que se procuró integrar etapas de entrada-salida con aislamiento galvánico, circuito de acondicionamiento de la RTD PT100 y el driver para los relés de los actuadores basado en ULN2003A, permitió ahorrar espacio y reducir el cableado para disminuir errores y facilitar el mantenimiento.

El hardware del servidor lo constituye una minicomputadora Raspberry Pi 4 de 4GB de memoria RAM y 32GB de almacenamiento en memoria SD, para su montaje se diseñó un case de protección. El entrenador cuenta con dos cámaras instaladas en brazos de soporte ajustables.



Fig. 8. Vista general del montaje final del entrenador FPC.

En la figura 8, se muestra el montaje final del entrenador. Para que los usuarios del módulo de prácticas tuvieran una visión clara de que las órdenes que se proporcionen de forma remota se estén reflejando en el entrenador, una de las cámaras muestra el tablero de control local, donde se observa la activación o desactivación de los componentes, válvulas solenoides de las tuberías y la bomba de agua del entrenador, así como el estado de los sensores capacitivos que detectan el nivel del fluido en el tanque 2. La segunda cámara muestra una vista general de las tuberías y tanques del entrenador en donde se pueda apreciar el flujo del fluido.

Una vez finalizada la instalación de los dispositivos del entrenador FPC se procedió a realizar la configuración de las direcciones IP del controlador electrónico y servidor Raspberry Pi 4, para ambos casos las direcciones son asignadas de forma estática por reserva de IP mediante DHCP.

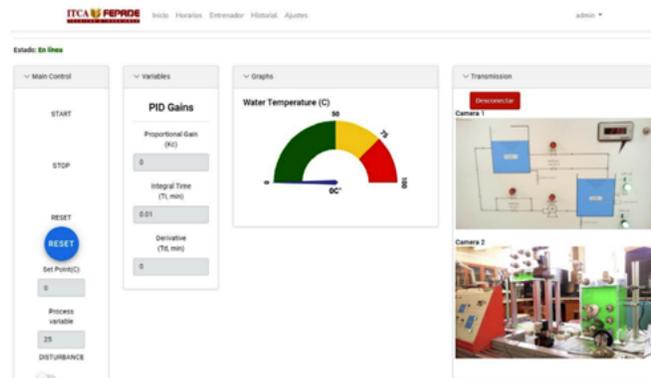


Fig. 9. Módulo de prácticas de la aplicación Web de la plataforma de Teleingeniería.

En la figura 9, se muestra la pantalla del módulo de prácticas de laboratorio de la aplicación Web. La columna de la izquierda Main Control, muestra el estado de máquina del entrenador; la columna a la derecha Variables, permite la asignación y modificación de las variables de control del proceso de forma dinámica; la columna Graphs muestra las gráficas de estado del proceso y finalmente la columna Transmission muestra las cámaras de video.

Para la puesta a punto de la plataforma, se diseñaron dos documentos de referencia: Protocolo de Comunicación y Diagramas de Estado de Máquina y de Flujo-estado, estos sirven para regir la comunicación entre el controlador electrónico del entrenador FPC y la aplicación Web.

En la figura 10 se muestra el Diagrama de Estado de Máquina del entrenador FPC; en este documento que es utilizado en aplicaciones de control industriales, se muestran los tres estados del entrenador que son RESET, START y STOP.

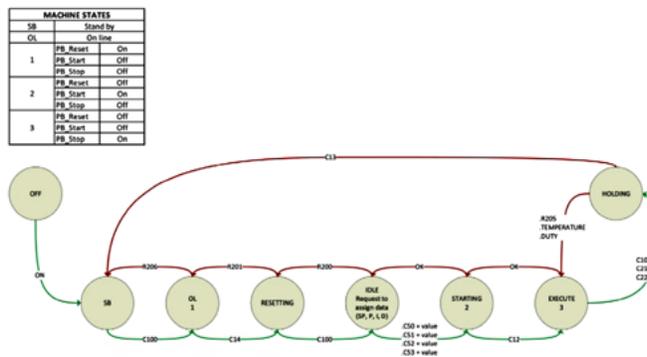


Fig. 10. Diagrama de Estado de Máquina del entrenador FPC.

Finalmente se realizaron pruebas generales de funcionamiento para detectar potenciales errores, sobre todo de comunicación entre la aplicación Web y el controlador electrónico. También tuvo como objetivo mejorar el firmware de los microcontroladores del controlador en un proceso de mejora continua.

Esta comprobación se realizó mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio remotas, ya sea dentro de la red de datos de ITCA-FEPADE, como fuera del campus. Entre otras cosas, este proceso permitió ajustar los tiempos de refresco de lectura de la temperatura de la RTD PT100, actualizar el controlador PID para reducir lecturas erróneas que afecten el control del proceso. Permitieron mejorar las rutinas de protección del entrenador FPC para reducir los potenciales de daños por pérdidas de conexión o comandos no recibidos desde la aplicación.

Resultados

El resultado general de este proyecto lo constituye la Plataforma de Teleingeniería compuesta entre otros por:

- Diagrama Modular del Controlador Electrónico**, que puede y debe servir como referencia para la creación de otros controladores para el control de procesos de tipo industrial.
- Diseño del Controlador Electrónico** que integra etapas de entrada-salida con aislamiento galvánico, circuito de acondicionamiento de la RTD PT100 y el driver para los relés de los actuadores basado en ULN2003A.
- Software con diseño del Protocolo de Comunicación**, que es una referencia de comunicación asíncrona entre dos plataformas, aplicaciones Web y circuitos electrónicos, que utilizan tecnologías diferentes y que con la implementación de la industria 4.0 y las clases a distancia cada vez están más unidas.
- Diagrama Esquemático del Controlador Electrónico** del entrenador FPC que define un estado del arte como punto de partida para el diseño de otros circuitos controladores que manejen procesos industriales similares.
- Diseño de Circuito Impreso** de doble cara del controlador electrónico con software CAD gratuito que demuestra que se puede hacer un diseño profesional incluyendo vistas 3D del resultado final sin incurrir en adquisición de software con licenciamiento elevado.
- Diagramas de Estado de Máquina y de Flujo-estado** para plataformas que servirá como referencia de un modelo de comunicación entre un circuito de control electrónico industrial y una aplicación Web que se ejecuta en un servidor remoto.

Forman parte complementaria de los resultados:

- El código fuente de la aplicación Web para la gestión y desarrollo de prácticas de laboratorio.
- El código fuente del firmware del controlador SYSCON ESP32 y del controlador ES PIC18F4550.
- Manual de servicio de la aplicación Web de la plataforma de Teleingeniería.
- Guías de práctica de laboratorio para nivel básico, intermedio y avanzado.

Conclusiones

- Es posible diseñar un controlador electrónico de bajo costo pero que cumpla con los requerimientos de diseño de una máquina destinada a realizar un control de proceso industrial. Una solución de hardware como la diseñada en este proyecto de investigación puede llegar a tener un costo hasta cinco veces superior al utilizado con la desventaja que por lo general se trabaja con una plataforma cerrada y el agregar más prestaciones a la solución requiere siempre de una mayor inversión.
- Es posible conectar dinámicamente una aplicación que se ejecuta en un servidor remoto de forma eficiente y efectiva con un controlador electrónico siempre que se implemente un enfoque de comunicación y programación asíncrono.
- Los sockets TCP son especialmente útiles cuando se diseña una solución en la cual se debe intercambiar información en tiempo real y la conexión debe mantenerse activa por mucho tiempo.
- Se pueden realizar prácticas de laboratorio a distancia en entrenadores que tradicionalmente se manipulan únicamente de forma presencial. La plataforma de Teleingeniería diseñada es única en el país ya que no es un simulador, sino que todas las acciones de control que realiza el usuario se hacen en el entrenador físico, pero a distancia. Además, la incorporación del video en tiempo real mejora la experiencia del usuario ya que puede observar de forma efectiva que todas sus acciones se ejecutan directamente en el entrenador como si estuviera en una práctica presencial.
- El entrenador será accedido remotamente, pero siempre será necesario el monitoreo de un operario o responsable del laboratorio para que revise antes del inicio de las prácticas el estado del entrenador y garantice las condiciones de operación mecánicas y eléctricas.

Agradecimientos

Para el desarrollo de la aplicación Web de la plataforma se contó con el apoyo de E. Martínez y R. López, ingenieros docentes de la Escuela de Ingeniería en Computación (correos: emmartinez@itca.edu.sv; rina.lopez@itca.edu.sv) así como un equipo de estudiantes de la carrera de ingeniería en desarrollo de software.

Para el montaje de dispositivos de potencia y diseño del diagrama de estados de la máquina se contó con la colaboración de G. Meléndez docente de la Escuela de

Ingeniería Eléctrica y Electrónica (correo: carlos.melendez@itca.edu.sv)

Referencias

- [1] “¿Qué es una Pt100 y cómo funciona? | Termorresistencia pt100”. [En línea]. Disponible en: <https://es.omega.com/prodinfo/pt100.html>. [Accedido: 22-abr-2022]
- [2] “Capacitive Proximity Sensors | AutomationDirect”. [Online]. Available: https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/capacitive_proximity_sensors. [Accessed: 22-Abr- 2022]
- [3] “MQTT - The Standard for IoT Messaging”. [Online]. Available: <https://mqtt.org/> [Accessed: 22-Abr- 2022]
- [4] I. Hübschmann, “A Complete Guide to REST APIs in IoT”, Nabto. [Online]. Available: <https://www.nabto.com/rest-api-iot-guide>. [Accessed: 22-Abr- 2022]
- [5] “Transmission Control Protocol”, Internet Engineering Task Force, Request for Comments RFC 793, sep. 1981. doi: 10.17487/RFC0793.
- [6] T. (Tommy) Gartlan, “Debouncing Push-Buttons Using a State Machine Approach”, EEWeb, el 6 de junio de 2018. [Online]. Available: <https://www.eeweb.com/debouncing-push-buttons-using-a-state-machine-approach/> [Accessed: 24-Feb- 2022]
- [7] B. says, “Ultimate Guide to Switch Debounce (Part 8)”, EEJournal, el 16 de abril de 2020. [Online]. Available <https://www.eejournal.com/article/ultimate-guide-to-switch-debounce-part-8/>[Accessed: 24-Feb- 2022]
- [8] “Why RTOS and What is RTOS?”, FreeRTOS. [Online]. Available: <https://www.freertos.org/about-RTOS.html> [Accessed: 26-Feb- 2022]
- [9] “An Overview of Packaging for Python — Python Packaging User Guide”. [Online]. Available: <https://packaging.python.org/en/latest/overview/> [Accessed: 27-Feb- 2022]
- [10] “MicroPython language and implementation — MicroPython 1.18 documentation”. [Online]. Available: <https://docs.micropython.org/en/latest/reference/index.html> [Accessed: 27-Feb- 2022]
- [11] “1. Getting started with MicroPython on the ESP32 — MicroPython 1.18 documentation”. [Online]. Available <https://docs.micropython.org/en/latest/esp32/tutorial/intro.html#esp32-intro> [Accessed: 27-Feb- 2022]

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE UN SUSTRATO NUTRITIVO HECHO A PARTIR DE CÁSCARAS DE CACAO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS

José Roberto Jacobo Marroquín

Ingeniero en Química. Docente Investigador de la Escuela de Ingeniería Química. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central.
Correo: jose.jacobo@itca.edu.sv

Alma Verónica García Barrera

Máster en Sistemas de Calidad y Productividad. Docente Coinvestigadora de la Escuela de Ingeniería Química. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central. Correo: alma.garcia@itca.edu.sv

Recibido: 21/06/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

En el beneficiado del cacao se producen una gran cantidad de residuos, las mazorcas generalmente son desechadas dentro de los mismos cultivos y genera problemáticas como la proliferación de insectos y microorganismos patógenos. De estos desechos las cáscaras son las de mayor relevancia. La Escuela de Ingeniería Química de ITCA-FEPADE evaluó añadirle valor a este subproducto, incorporando desechos de cáscara de cacao en la formulación de un sustrato para el cultivo de plántulas de hortalizas. El objetivo de esta investigación fue obtener un sustrato orgánico que sirva de soporte material y nutritivo a partir de cáscaras de cacao criollo. La biomasa vegetal se caracterizó teniendo en cuenta parámetros como el porcentaje de humedad, pH, porcentaje de cenizas, contenido de potasio, nitrógeno y fósforo. Se ejecutaron pruebas comparativas de formulación del sustrato, siembra, cultivo y crecimiento de las plántulas de hortalizas de tomate y pepino, obteniendo como resultado la fórmula óptima de un sustrato y abono orgánico y el mejor medio de desarrollo. De los resultados obtenidos se concluye que, a partir de un adecuado procesamiento y aprovechamiento de las cáscaras de cacao, se puede transformar este desecho en un producto biomaterial alternativo que genera una opción de bioprospección agroindustrial. Los valores obtenidos en la caracterización fisicoquímica de las cáscaras de las mazorcas, dependen de condiciones como el tipo de suelo, variables agrometeorológicas, calidad de agua, abono y especie de la planta de cacao. El escenario de siembra condiciona el desarrollo óptimo de las plántulas; los factores como requerimiento de agua, distribución de nutrientes y estabilidad de las plántulas, se ven afectados por la relación del espacio de germinación. Como resultado de la caracterización fisicoquímica se obtuvo un pH de 5.7, cenizas 18.83%, humedad 73.56%, celulosa 21.39%, lignina 39.81%, nitrógeno total 0.02%, fósforo total 0.02% y ausencia de potasio.

Palabras clave

Agroindustrialización, producción de cacao, biomasa, bioprospección, caracterización, plántula, sustrato, cacao, Theobroma.

OBTAINING AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF A NUTRIENT SUBSTRATE MADE FROM COCOA HUSK FOR THE PRODUCTION OF VEGETABLE SEEDLINGS

Abstract

A large amount of waste is produced in cocoa processing; the cocoa pods are generally discarded within the crops themselves and generate problems such as the proliferation of insects and pathogenic microorganisms.

Of this waste, the husks are the most relevant. The Escuela de Ingeniería Química de ITCA-FEPADE evaluated adding value to this by-product, by incorporating cocoa husk waste in the formulation of a substrate for growing vegetable seedlings. The objective of this research was to obtain an organic substrate that serves as a material and nutritional support from criollo cocoa husks. The plant biomass was characterized taking into account parameters such as moisture percentage, pH, ash percentage, potassium, nitrogen and phosphorus content. Comparative tests of substrate formulation, sowing, cultivation and growth of tomato and cucumber vegetable seedlings were carried out, obtaining as

a result the optimum formulation of a substrate and organic fertilizer and the best development medium. From the results obtained, it is concluded that, from an adequate processing and use of cocoa husks, it is possible to transform this waste into an alternative biomaterial product that generates an agroindustrial bioprospecting option. The values obtained in the physicochemical characterization of the cocoa husks depend on conditions such as soil type, agro-meteorological variables, water quality, fertilizer and cocoa plant species. The planting scenario conditions the optimal development of the seedlings; factors such as water requirement, nutrient distribution and seedling stability are affected by the germination space ratio. As a result of the physicochemical characterization, it was obtained a pH of 5.7, ash 18.83%, moisture 73.56%, cellulose 21.39%, lignin 39.81%, total nitrogen 0.02%, total phosphorus 0.02% and absence of potassium.

Keyword

Agroindustrialization, cacao production, biomass, bioprospecting, characterization, seedling, substrate, cacao, Theobroma.

Introducción

En la cosecha del cacao se desecha alrededor del 80% del fruto [1]. Esta cantidad de subproductos son considerados como basura orgánica. Con este proyecto de la Escuela de Ingeniería Química se busca darle valor agregado al desecho de la cáscara de la mazorca, a través de la elaboración de un sustrato que sirva de soporte material y nutritivo para plántulas de hortalizas, siendo las de prueba pepino y tomate.

Por las condiciones climáticas del país se puede producir “cacao fino de aroma”, el cual es muy valorado en Europa. Sin embargo, El Salvador tiene desafíos en el procesamiento del grano y agregar valor a toda la cadena productiva del cacao [2].

Este potencial en los subproductos del cacao ha sido detectado por los expertos del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria CITPA; quienes vislumbran que las hortalizas podrían ser cultivadas “sin suelo”, utilizando otros sustratos que sean altamente ricos en fibra, lo cual proporcionan sostén y nutrientes para la planta [3].

Tomando en cuenta la cantidad de desechos que se producen en la cosecha y beneficiado del cacao, se tuvo como objetivo añadirle valor a estos subproductos, particularmente a la cáscara de cacao, realizando pruebas comparativas de formulación, siembra, cultivo y crecimiento, para la obtención de un material que sirva como sustrato y abono orgánico para plántulas de hortalizas. El proyecto incluyó la caracterización físico química de las cáscaras de cacao criollo.

Desarrollo

I. METODOLOGÍA

El cultivo del cacao produce, desde la etapa de recolección hasta la de procesamiento, una serie de desechos, 10 toneladas de desechos frescos por cada tonelada de semillas secas [4]. Al momento de la cosecha, se separa la cáscara del fruto de las semillas y la placenta o mucílago. Solo el 20 por ciento de la fruta del cacao es utilizada, por lo tanto, el otro 80 por ciento restante corresponde a los residuos, los cuales son desechados [5]. En la Tabla 1 se muestran los principales residuos vegetales generados en la cadena de valor del cacao.

Tabla 1.
Residuos del cacao y cantidades generadas [6].

| Residuos | Cantidad |
|---------------------|-----------------------|
| Podas | 20.24 t/ha |
| Cáscaras | 90% del fruto seco |
| Placenta o mucílago | 1.72% del fruto seco |
| Semillas dañadas | 6 – 8% del fruto seco |

Para incorporar el desecho de cacao, cáscara y mucílago, en la formulación de un sustrato nutritivo, se deben cortar las cáscaras de cacao en láminas y después realizar un troceado para obtener un tamaño de muestra más pequeña para establecer las variables fisicoquímicas de la caracterización de manera más eficiente; para esto se recomienda el análisis proximal del sustrato, donde se determinan los parámetros de pH, humedad, cenizas, grasa, fibra, lignina y celulosa [7].

El sustrato de cáscara de cacao se desinfecta a temperatura ambiente por medio de una inmersión de solución al 0.6% de carbonato de calcio durante 13 días, teniendo en cuenta

lo propuesto por Rodríguez y Jaramillo [8]. Después de esto, se acondiciona la humedad relativa al 70 - 90 %, el pH de 5.0 - 7.0 para procurar el óptimo desarrollo de las plántulas.

Para la inoculación, se realiza la mezcla de las semillas con diferentes formulaciones de cada uno de los sustratos en condiciones óptimas de asepsia, con la finalidad de encontrar la formulación óptima para las plántulas de las hortalizas seleccionadas. Posterior a esto, se realiza la incubación a un rango de temperatura de 24 - 28 °C y un rango de humedad relativa de 70 - 80 % para garantizar las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de la plántula; se llevó un monitoreo de estas variables. Terminada la etapa de incubación, los recipientes se exponen a la luz natural, para inducir la formación de la plántula, monitoreando la cantidad de luz, la humedad relativa y la temperatura [7].

Este proyecto es una investigación de tipo experimental y retrospectiva por tener como objeto de estudio la manipulación de variables experimentales bajo condiciones controladas, además de poseer un carácter exploratorio, pues se realiza con el propósito de obtener datos fieles y seguros para que sirvan de base en estudios futuros.

El desarrollo de las fases de la investigación se describe a continuación:

1. Trabajo de campo:

- 1.1 Recolectar los desechos, cáscaras y mucílago.
- 1.2 Transportar y almacenar desechos.

2. Trabajo experimental:

- 2.1 Preparación de materia prima: separación del mucílago de la cáscara, limpieza, secado y almacenamiento.
- 2.2 Pretratamiento: desinfección de la cáscara de cacao.
- 2.3 Elaboración de sustrato a escala de laboratorio: se realizaron varias formulaciones y comparaciones para encontrar la óptima, se utilizaron materias primas tales como tierra negra, musgo artificial, sustrato comercial.
- 2.4 Caracterización del sustrato: la biomasa vegetal se caracterizó con parámetros como el porcentaje de humedad (gravimetría), pH (potenciométrico), porcentaje de cenizas (incineración en mufla a 550°C), contenido de celulosa (método TAPPI T 212), contenido de lignina (TAPPI T 222), contenido de potasio (espectrofotometría de absorción atómica $\lambda = 766.5$ nm), nitrógeno (espectrofotometría de absorción molecular $\lambda = 460$ nm) y fósforo (espectrofotometría absorción molecular $\lambda = 890$ nm).
- 2.5 Siembra y pruebas comparativas: se utilizaron semillas de tomate y pepino; se comparó el desarrollo y crecimiento de las plántulas en tres medios diferentes o escenarios, bandeja de germinación, almácigo y maceta mediana.

Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las pruebas y análisis de caracterización del desecho de la cáscara de cacao, utilizada para la formulación del sustrato.

Tabla 2.
Resultados de la caracterización de la biomasa de cáscaras de cacao. Fuente: elaboración propia

| PRUEBA | RESULTADO |
|-----------------|-----------|
| pH | 5.7 |
| Cenizas | 18.83% |
| Humedad | 73.56% |
| Celulosa | 21.39% |
| Lignina | 39.81% |
| Potasio | 0 |
| Nitrógeno Total | 0.02% |
| Fósforo Total | 0.02% |

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas de comparación del porcentaje de germinación. Dentro de los diferentes escenarios de cultivo y utilizando los mismos sustratos, se muestra el escenario en el que se observó el mejor desarrollo de las plántulas, siendo el almácigo.

Tabla 3.
Resultados de las pruebas de comparación de sustratos en almácigo. Fuente: elaboración propia

| Base de sustrato | % germinación tomate | % germinación pepino |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| Tierra negra | 75 | 75 |
| Sustrato comercial | 75 | 100 |
| Cáscaras de cacao | 100 | 100 |

Conclusiones

1. La elaboración de un sustrato a partir de un adecuado procesamiento de las cáscaras de cacao es una opción factible de bioprospección agroindustrial, por ser una excelente forma de aprovechar y transformar este desecho en un biomaterial alternativo.
2. La composición físico química de la cáscara de cacao tales como humedad, ceniza, celulosa, lignina, nitrógeno, fósforo y potasio, están directamente relacionadas con el aporte de nutrientes del sustrato hacia las plántulas para potenciar su desarrollo.

3. Los valores obtenidos en la caracterización de las cáscaras de las mazorcas de cacao, dependen de condiciones como el tipo de suelo, variables agrometeorológicas, calidad de agua, abono y especie de la planta.
4. El tamaño de partícula es un factor que influye en la efectividad de la cáscara del cacao en el sustrato como soporte material y nutritivo de las plántulas; un tamaño muy fino dificulta la absorción de los nutrientes y condiciona al sustrato a tener características más secas.
5. El escenario de siembra condiciona el desarrollo óptimo de las plántulas, factores como requerimiento de agua, distribución de nutrientes y estabilidad de la plántula, se ven afectados por la relación del espacio de germinación, área de desarrollo y profundidad de siembra.

Recomendaciones

- a. Se deben tomar en cuenta modificaciones en los métodos para el procesamiento efectivo de las cáscaras de cacao, a fin de obtener una mezcla más uniforme y homogénea tal y como se presentan los abonos comerciales.
- b. Realizar un estudio comparativo de sustratos para plántulas a partir de la cáscara de los tres tipos de cacao que se cultivan en nuestro país.
- c. Otros subproductos obtenidos del beneficiado del cacao podrían ser considerados en la formulación de otros biomateriales, por ejemplo, la cascarilla de la semilla, para buscar más alternativas de valor agregado.

Referencias

[1] S. N. Guanja Molina y W.N. Espinoza Espinoza, "Estudio y aprovechamiento de los residuos del cacao de la compañía Nestlé como estrategia comercial" tesis, Facultad de Ciencias Administrativas, Univ. Guayaquil, 2018 [En línea]. Disponible en : <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29775> [Accedido: 17 may-2022]

[2] P. E. E. Hernández Méndez, "Agroindustrialización del

cacao como estrategia de desarrollo económico local : caso de estudio: municipio de San Pedro Nonualco." Tesis, Fac. Ciencias Económicas, Univ. El Salvador, 2019 [En línea]. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19744/>. [Accedido: 17 may-2022]

[3] N. Parra, M. Henríquez y S. Villanueva, "Utilización de los subproductos del cultivo y procesamiento del cacao" tesis, Fac. Ing., Univ. Central de Venezuela,» [En línea]. Disponible en: <http://www.ing.ucv.ve/jifi2018/documentos/ambiente/AIS003.pdf>. [Accedido: 16 may-2022]

[4] O. Crescente y M. Acosta, «Aprovechamiento de los desechos de cacao (Theobroma cacao L.),» Venezuela, 2016.

[5] S. Loyo, «Exportación de cáscaras, películas y demás residuos de cacao hacia Perú.,» Ecuador, 2015.

[6] D. H. Lock Navarro, «Potencial energético de los residuos de la cadena de valor del cacao (Theobroma cacao) en la región Madre de Dios,» Perú, 2018.

[7] J. E. Ortiz, Y. Mejía, D.E. González, L.S. García-Alzate y X. Sifuentes-Wchima, «Alternativa de biorremediación a partir de residuos de cacao en la obtención de hongos Pleurotus ostreatus con la implementación de un análisis multicriterio,» Revista ION, vol. 33, nº 1, pp. 67-77, 2020. [En línea] Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revion.v33n1-2020007>. [Accedido: 16 may-2022]

[8] N. Rodríguez V. y C. Jaramillo L. «Cultivo de hongos comestibles del género Pleurotus sobre residuos agrícolas de la zona cafetera,» Caldas : CENICAFÉ, 2004 [En línea]. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/582>. [Accedido: 16 may-2022]

DISEÑO DE METODOLOGÍA SISTEMATIZADA PARA EL CONTROL PRESUPUESTARIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN Y SUBTRANSMISIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Luis Humberto Rivas Rodríguez

Ingeniero en Sistemas Informáticos, Máster en Dirección Estratégica de Empresas. Docente Investigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel. Correo electrónico: luis.rivas@itca.edu.sv

Fermín Osorio Gómez

Técnico en Ingeniería Eléctrica. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel. Correo electrónico: fg.osorio@itca.edu.sv

Recibido: 6/05/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

Este artículo contiene resultados de un proyecto multidisciplinario de investigación aplicada, ejecutado por docentes investigadores y estudiantes de las carreras Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos y Técnico en Ingeniería Eléctrica de ITCA-FEPADE San Miguel; se contó con la asesoría y validación del personal administrativo y operativo de la Asociación de Técnicos Electricistas e Industriales de El Salvador ASTECSAL. En la fase inicial se realizó un levantamiento de los requerimientos para cada uno de los procesos a integrar en la solución informática, entre ellos están: clasificación de líneas eléctricas de distribución y sub transmisión en media tensión, fichas técnicas según manual de construcción, gestión de clientes, métodos de presupuestos y rentabilidad de los proyectos de líneas eléctricas. Se diseñó una base de datos relacional, así como las diferentes interfaces de usuarios para el funcionamiento de una App Android que cumpliera con los objetivos de la investigación, siendo estos automatizar los procesos presupuestarios y permitir a los profesionales del área eléctrica tener información oportuna para tomar decisiones. Como resultado, se obtuvo la aplicación denominada “Estructuras Eléctricas App”, publicada en la Google Play Store y es compatible en dispositivos con sistema operativo Android 8.0 o superior. Se creó una metodología validada y tutoriales en YouTube para conocer a detalle el uso de la herramienta. Esta App está disponible para cualquier profesional o institución.

Palabras clave

Aplicaciones móviles, presupuestos, líneas eléctricas, algoritmos, Tecnologías de la Información y Comunicación.

DESIGN OF A SYSTEMATIZED METHODOLOGY FOR BUDGET CONTROL IN THE CONSTRUCTION OF MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION AND SUB-TRANSMISSION ELECTRICAL LINES

Abstract

This article contains the results of a multidisciplinary project of applied research, executed by research professors and students of the Informatics Systems Engineering Technician and Electrical Engineering Technician careers of ITCA-FEPADE San Miguel, with the advice and validation of the administrative and operational personnel of the Asociación de Técnicos Electricistas e Industriales de El Salvador ASTECSAL (Association of Electrical and Industrial Technicians of El Salvador). In the initial phase, the requirements for each of the processes to be integrated into the software solution were gathered, including: classification of medium-voltage distribution and subtransmission electrical lines, technical data sheets according to the construction manual, client management, budgeting methods, and profitability of electrical line projects. A relational database was designed, as well as the different user interfaces for the operation of an Android App that meets the objectives of the research, which are to automate the budgeting processes and allow professionals in the electrical area to have timely information to make decisions. As a result, the application called “Estructuras Eléctricas App” was obtained, published in the Google Play Store and compatible in devices with Android 8.0 operating system or higher. A validated methodology and YouTube tutorials were created to learn in detail the use of the tool. This App is available for any professional or institution.

Keyword

Mobile applications, budgets, power lines, algorithms, Information and Communication Technologies.

Introducción

La transformación digital es el mecanismo para integrar procesos y tecnologías en el quehacer diario de una persona o empresa, con el fin de ser productivos y brindar un servicio de calidad a los usuarios. Uno de los grandes desafíos que tiene El Salvador es la cualificación de la fuerza laboral, para lo cual la educación y el acceso a la tecnología son factores importantes. Considerando lo anterior, se desarrolló junto con ASTECSAL una herramienta tecnológica que satisface las necesidades que tienen los técnicos profesionales para formular presupuestos de líneas eléctricas.

En este artículo se presenta información referente al proceso y a los resultados del proyecto multidisciplinario, relativo a una metodología sistematizada para el control presupuestario en la construcción de líneas eléctricas de distribución y subtransmisión en media tensión. Se detalla el procedimiento que permite diseñar y automatizar los diferentes procesos administrativos y operativos que un especialista en construcción de líneas eléctricas necesita para llevar un mejor control y seguimiento de los proyectos a realizar. Al llevar esta metodología al área de desarrollo de software, se produjo un prototipo funcional de una herramienta para la formulación de presupuestos.

Desarrollo

Las MYPES en El Salvador juegan un papel importante en la economía del país, puesto que hasta abril de 2019 se estimaba alrededor de 360,000 micro y pequeñas empresas (MYPES) las cuales generan entre un 35% al 38% del producto interno bruto (PIB) [1]. Es por esta razón que deben contar con tecnologías y herramientas informáticas para potenciar su desarrollo y servicio al cliente.

Este proyecto multidisciplinario se ejecutó en cuatro fases.

A. FASES DEL PROYECTO

Fase 1. Levantamiento de Requerimientos

Se determinaron los requerimientos mínimos en el área eléctrica y de desarrollo de software que debe tener la aplicación móvil y como orientarla a la mejora continua de los procesos que realiza un profesional de esa área.

El trabajo del equipo multidisciplinario dio como resultado determinar 3 procesos macros:

- Múltiples Clientes.
- Costeo de Estructuras Eléctricas.
- Generación de Presupuestos y Reportes.

Se realizaron sesiones de trabajo híbridas, presenciales y virtuales para avanzar en el progreso del proyecto de investigación.

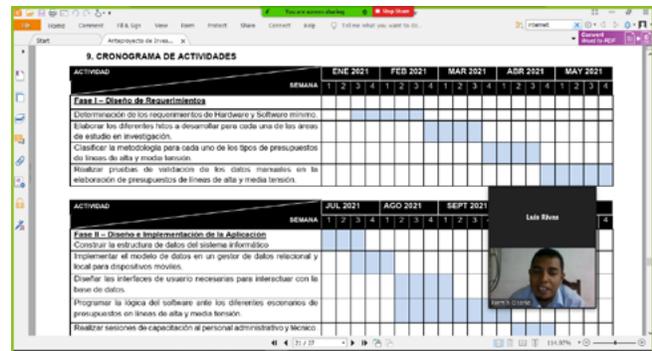


Ilustración 1 - Reunión de trabajo equipo investigador.
Fuente: Docente Investigador.

Se elaboró una lista de requerimientos para las etapas de diseño, desarrollo, pruebas y depuración de la aplicación a desarrollar en Android.

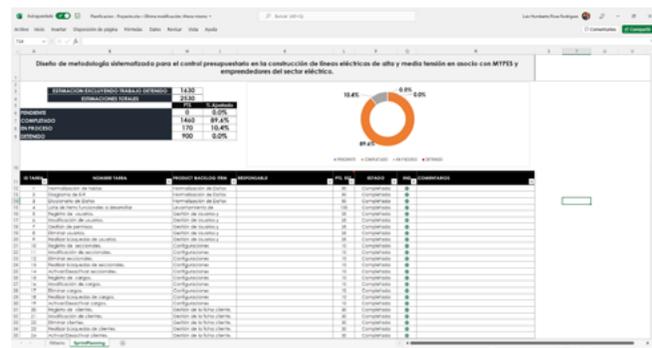


Ilustración 2 - Levantamiento de requerimientos usando la metodología Scrum. Fuente: Docente Investigador.

Fase 2. Diseño Lógico

Se realizaron diferentes procesos, entre ellos la normalización de datos, la cual dio como resultado un diccionario y un diagrama entidad de relación. Estos elementos fueron indispensables para el diseño, desarrollo

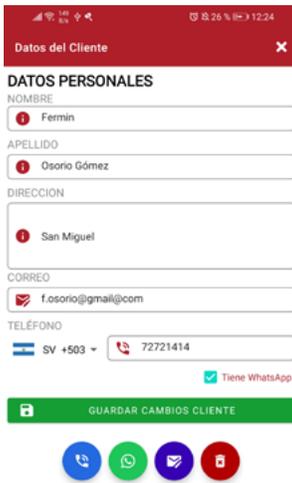


Ilustración 7 - Acciones comunes de la aplicación.
Fuente: Docente Investigador.

✓ **Gestión de Productos o Materiales:** aquí se pueden encontrar todos los necesarios, entre otros herrajes, conductores, aisladores, cortacircuitos, cuchillas, seccionadores, monoplares, transformadores, postes y estimación por operaciones de poda y brecha, los cuales se vinculan a las estructuras que tiene la Aplicación.



Ilustración 8 - Catálogo de items para las estructuras eléctricas
Fuente: Docente Investigador.

✓ **Gestión de Estructuras:** permite escoger entre las 165 estructuras registradas, con sus respectivos códigos según los estándares de construcción de líneas aéreas para sistemas eléctricos de baja y media tensión emitido por la SIGET. Estas estructuras se pueden encontrar por su nombre o por su código, con su respectivo costeo de materiales, cálculo estimado de la mano de obra y costos indirectos.



Ilustración 9 - Ficha técnica de las estructuras eléctricas para presupuestar. Fuente: Docente Investigador.

✓ **Configuración Global:** permite crear un perfil del técnico electricista, usuario con su nombre, correo electrónico y número de celular. Le permite cambiar datos según conveniencia para adaptar un resultado según sea necesario, cambiar valores de costos indirectos, margen de ganancia de utilidad y costo de mano de obra; esto permite generar un archivo PDF en el que se identifique el usuario, el cliente y los detalles exactos del presupuesto.

✓ **Gestión de Presupuestos:** permite gestionar los presupuestos de materiales y mano de obra calculados por el usuario; es posible filtrar los presupuestos terminados, así como los que se tengan en proceso o en borrador.

✓ **Generación de Cotizaciones, Costeos y Presupuestos:** estos documentos oficiales que genera la aplicación le permiten al usuario revisar sus costos, cotizar a proveedores y enviar presupuestos a sus clientes por dispositivos móviles.

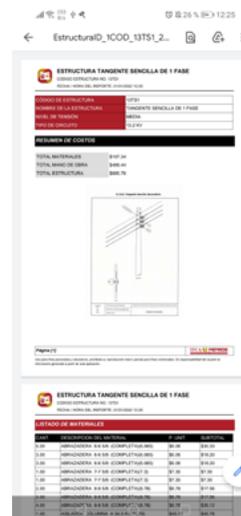


Ilustración 10 - Generación de reportes presupuestarios de líneas eléctricas. Fuente: Docente Investigador.

Fase 4. Testeo de Software y Validación de Resultados

Esta última fase se desarrolló en conjunto con estudiantes e investigadores; se realizaron pruebas de estrés de la Aplicación y a la vez se validaron los resultados con los profesionales de ASTECASAL.



Ilustración 11 - Reunión de trabajo revisión de la aplicación Android y la validación de resultados.
Fuente: Docente Investigador.

Resultados

- ◆ Diseño exitoso de los módulos principales para llevar el control de los clientes, estructuras, materiales, presupuestos e informes.
- ◆ Pruebas exitosas de validación y estrés en cada uno de los procesos, lo que garantiza la calidad de la Aplicación.
- ◆ Implementación de un modelo de base de datos relacional para la aplicación Android con SQLite.
- ◆ Desarrollo de una aplicación Android nativa denominada “Estructuras Eléctricas App”, compatible con diferentes dispositivos móviles, la cual está disponible de forma gratuita en la tienda de aplicaciones de Android.
- ◆ Diseño y elaboraron de Manual de Usuario, así como tutoriales en línea, lo que permite documentar y facilitar el uso de la aplicación.

Conclusiones

1. El desarrollo de una herramienta digital permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, lo que puede volver más oportuno el control de los insumos, la gestión de los gastos y la eficiencia del recurso humano de los emprendedores o profesionales MYPIMES del sector eléctrico.

2. El diseño del modelado de datos relacional del sistema informático permite su adaptación a los cambios, gracias al funcionamiento lógico; podrá utilizarse en nuevas versiones y tecnologías, sin afectar su rendimiento.
3. La capacitación adecuada y la apropiación de la herramienta desarrollada, le permitirá a los usuarios del sector eléctrico aumentar su productividad y mejorar la calidad del servicio brindado a la comunidad o clientes.

Recomendaciones

- a. La App permitirá al emprendedor o profesional del sector eléctrico, medir la productividad y la calidad del servicio que brinda.
- b. La aplicación móvil de manera inicial trabaja como una base de datos de bolsillo en el dispositivo, a futuro podrá trabajar en un escenario híbrido, de manera local y respaldado en la nube.
- c. Los buenos resultados en el uso de la Aplicación dependerán de que el usuario procese la información correctamente y que los datos internos de costos unitarios se actualicen de acuerdo con la variación de los precios de mercado.
- d. Será responsabilidad del usuario de la Aplicación definir y revisar los márgenes de utilidad esperados, de acuerdo con los precios vigentes y la competitividad del mercado.

Referencias

- [1] ASOMI, «¿Cuántas microempresas hay en El Salvador?» Asociación de Organizaciones de Microfinanzas, 23 abril 2019. [En línea]. Disponible: <http://asomi.org/sv/cuantas-microempresas-hay-en-el-salvador/> [Accedido: 27-abr-2022]
- [2] SQLite Consortium, «Sqlite Sitio Oficial,» SQLite Consortium, 10 12 2021. [Online]. Available: <https://www.sqlite.org/index.html> [Accessed: Jun 27, 2022]
- [3] Google Developers, «Android Studio,» Google Developers, 01 01 2022. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio>. [Accessed: Jun 27, 2022]

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN ESTANQUES E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS ACUÍCOLAS EN LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN MARINO EN CAMARONERA EBEN EZER, SAN ALEJO, LA UNIÓN

Angélica Quintanilla Corena

Licenciada en Biología, Docente Investigadora, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional La Unión.

Correo electrónico: aquintanilla@itca.edu.sv

Josué de la Paz Castro Miranda

Técnico Superior en Pesquería, Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional La Unión.

Correo electrónico: josue.paz@itca.edu.sv

Recibido: 11/05/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, MEGATEC La Unión, a través de la carrera Técnico en Manejo Integrado de Recursos Costero Marino con especialidad en Acuicultura y Pesquería, realizó esta investigación en asocio con Camaronera Eben Ezer. El proyecto tuvo como objetivo la caracterización de la calidad física, química y biológica del agua del Golfo de Fonseca y el Estero El Chapernal, previo al desarrollo de dos ciclos de cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*, durante el cultivo y antes de las descargas de agua a los efluentes receptores. La metodología se desarrolló en tres fases, de junio a diciembre de 2021. Fase de campo: toma de parámetros físicos, químicos y biológicos en 8 puntos de muestreos, Estero El Chapernal, Golfo de Fonseca y estanques de producción. Fase de laboratorio: se realizó sembrando muestras de agua en medios de cultivo para aislamiento, crecimiento e identificación de bacterias. Tercera fase: procesamiento de datos y análisis de resultados. Se identificaron tres tipos de bacterias: *Pseudomonas*, *Vibrios* y Heterótrofas. En el primer ciclo de junio a agosto, éstas no reportaron crecimiento, esto pudo deberse a que la transición de la época seca a época lluviosa influyó en los factores físicos y químicos, como la temperatura y el pH. Durante el primer ciclo, la calidad del agua del Estero El Chapernal mantuvo estándares idóneos para el crecimiento del camarón. El segundo ciclo presentó un crecimiento exponencial de las bacterias Heterótrofas y *Pseudomonas* sobrepasando los límites de referencia establecidos en la normativa vigente. Como parte de la proyección social se efectuó transferencia de conocimientos y tecnología durante la producción, se establecieron mejoras para la operatividad y se les dotó de un protocolo de producción acuícola.

Palabras clave

Cultivo de camarones, cultivo en estanques, buenas prácticas agrícolas, control de calidad, *Litopenaeus vannamei*, producción de acuicultura.

STUDY OF WATER QUALITY IN PONDS AND IMPLEMENTATION OF A PROTOCOL OF GOOD AQUACULTURE PRACTICES IN THE PRODUCTION OF MARINE SHRIMP AT THE CAMARONERA EBEN EZER, SAN ALEJO, LA UNIÓN

Abstract

The Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, MEGATEC La Unión, through the career Technician in Integrated Management of Coastal Marine Resources specializing in Aquaculture and Fisheries, carried out this research in association with shrimp farm Eben Ezer. The objective of the project was to characterize the physical, chemical and biological water quality of the Gulf of Fonseca and estuary El Chapernal, prior to the development of two cycles of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* cultivation, during the cultivation and before the discharge of water to the receiving effluents. The methodology was developed in three phases, from June to December 2021. Field phase: physical, chemical and biological parameters were taken at 8 sampling points, estuary El Chapernal, Gulf of Fonseca and production ponds. Laboratory phase: water samples were sown in cultivation media for isolation, growth and identification of bacteria.

Third phase: data processing and analysis of results. Three types of bacteria were identified: Pseudomonas, Vibrios and Heterotrophs. In the first cycle from June to August, these did not report growth, this could be due to the transition from the dry season to the rainy season, which influenced the physical and chemical factors, such as temperature and pH. During the first cycle, the water quality of estuary El Chapernal maintained ideal standards for shrimp growth. The second cycle showed exponential growth of heterotrophic bacteria and Pseudomonas, exceeding the reference limits established in current regulations. As part of the social projection, during production knowledge and technology were transferred, operational improvements were established and an aquaculture production protocol was provided.

Keyword

Shrimp farming, ponds cultivation, good agricultural practices, quality control, Litopenaeus vannamei, aquaculture production.

Introducción

El Golfo de Fonseca es una de las regiones de mayor diversidad de ambientes, gran biodiversidad y desarrollo de actividades productivas como la acuicultura. En nuestro país la producción de camarón marino *Litopenaeus vannamei* en ambientes controlados, “Granjas Camaroneras” o “Unidades Productivas”, puede representar retos significativos en aspectos medioambientales, sociales, comerciales y de salud en las zonas donde estas operan. En vista de lo anterior se desarrolló este proyecto con el objetivo de medir el impacto que las granjas camaroneras tienen sobre los recursos y hábitats marítimos. Las camaroneras iniciaron un proceso de obtención del Permiso Ambiental y Derecho de Concesión correspondiente, siendo esto regulado por la Ley del Medio Ambiente, artículo 19 competencia del Permiso Ambiental y Ley de Áreas Naturales Protegidas, artículo 38. Concesiones en Bosque Salado respectivamente.

En vista de lo anterior se realizó un diagnóstico de la calidad físico, química y biológica del agua proveniente de un sector del Golfo de Fonseca, previo al desarrollo de un cultivo de camarón, durante el cultivo y una vez cosechada la producción, previo a que las unidades productivas retornen las aguas al estero o al bosque salado; esto permitió conocer el estado actual del ecosistema y proponer medidas que contribuyan a implementar acciones de conservación, de acuerdo a los resultados del diagnóstico.

Desarrollo

A. METODOLOGÍA

La metodología implementada se desarrolló en tres fases por un periodo de siete meses; se seleccionaron 8 puntos de muestreo en tres sectores, el Estero El Chapernal, el Golfo de Fonseca y estanques de producción.

Tabla N°1. Código y ubicación georreferenciada de puntos de muestreo en camaronera Eben Ezer.

| Unidad Productiva | Código | Ubicación Georreferenciada | |
|----------------------|--------|----------------------------|----------------|
| | | Latitud Norte | Longitud Oeste |
| Camaronera EBEN EZER | P1 | 13° 25' 54" | 87° 51' 12 " |
| | P2 | 13° 25' 50" | 87° 51' 15 " |
| | P3 | 13° 25' 49" | 87° 51' 19 " |
| | P4 | 13° 25' 45" | 87° 51' 10 " |
| | P5 | 13° 25' 47" | 87° 51' 20 " |
| | P6 | 13° 25' 42" | 87° 51' 12 " |
| | P7 | 13° 25' 43" | 87° 51' 09 " |
| | P8 | 13° 25' 49" | 87° 51' 20 " |

Para la selección de los sitios a muestrear se determinaron 3 criterios de selección:

1. Ubicación de la unidad productiva en el borde costero, debido a la incidencia que pueden tener las actividades antropogénica sobre los ecosistemas costero marinos.
2. Proximidad de compuertas de salidas en estanques de producción que pueden incidir directamente en una posible contaminación del Golfo de Fonseca.
3. Zona de ingreso de agua proveniente del estero El Chapernal para el llenado y recambios de agua de los estanques de producción.



Fig. 1. Puntos de muestreo para el monitoreo de calidad de agua en camaronera Eben Ezer.

B. RESULTADOS

Fase I. Investigación Externa

TRABAJO DE CAMPO. Mediante la utilización de una botella oceanográfica se colectaron las muestras de agua en cada uno de los puntos previamente determinados, dichas muestras, se guardaron en botellas plásticas de un litro, previamente esterilizada en autoclave y rotulada con los datos de punto, número de muestra, fecha y hora de colecta, posteriormente se refrigeraron para conservar la muestra simple; se tomaron in situ los parámetros físicos temperatura y turbidez, a través de la utilización de un instrumento multiparámetros YSI; así mismo se muestrearon los parámetros químicos del agua utilizando el método de análisis de rango colorimétrico; se utilizó un kit de Amonio (NH_4^+); Nitrito (NO_2^-); Nitrato (NO_3^-); Fosfato (PO_4^{3-}); salinidad y PH.

Fase II. Investigación Interna

TRABAJO DE LABORATORIO, se analizaron tres tipos de bacterias pertenecientes a los géneros Vibrio, Pseudomonas y Heterótrofas. Para ello se prepararon medios de cultivo de tres tipos específicos para cada una de ellas, TCBS Agar (Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa) para el aislamiento y cultivo de Vibrio cholerae y otras especies Vibrio, TSA (Trypticase Soya Agar), para la detección de bacterias Heterótrofas, Agar Cetrimide, para el aislamiento selectivo de bacterias Pseudomonas.

Fase III. Resultados de Campo y Laboratorio

ANÁLISIS DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y FÍSICOS QUÍMICOS. La lectura de resultados de bacterias de los géneros Vibrios, Pseudomonas y Heterótrofas dieron como resultado las Unidades Formadoras de Colonias UFC.

Para esta investigación, se tomó de referencia las normas de calidad del agua superficial establecidas específicamente para las bacterias Heterótrofas, Vibrios y Pseudomonas, por Cuéllar-Anjel et al. 2010, los valores sugeridos para actividades humanas como la acuicultura es ≤ 103 UFC/ml. [1]

En el primer ciclo productivo de junio a agosto no reportaron mayor crecimiento bacteriano, existe la posibilidad que la transición de la época seca a la época lluviosa haya contribuido en los factores físicos y químicos como la temperatura y el pH, así como en el tiempo para que éstas pudieran crecer y multiplicarse.

El segundo ciclo productivo arrojó un incremento exponencial en algunas de las bacterias específicamente para las bacterias Heterótrofas y Pseudomonas. Para el mes

de septiembre, en los resultados obtenidos, se detectó la presencia y por encima de los valores de referencia para las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Vibrio alginolyticus en medios de cultivo TCBS, con el método de dilución 1/10, 1/100 y 1/1000 en las que las colonias detectadas eran incontables, logrando únicamente contabilizar 102 UFC en la dilución 1/1000. [2]

Para el caso de los análisis en la siembra en medio de cultivo TSA para la detección de Bacterias Heterótrofas, fueron similares los resultados, ya que las colonias detectadas eran incontables, logrando únicamente contabilizar 96 UFC en la dilución 1/1000.

Con los resultados obtenidos en la siembra en medio de cultivo Cetrimide para la detección de Pseudomonas, en las diluciones 1/10 se detectaron 750 UFC; en la dilución 1/100 se detectaron 82 UFC y en la dilución 1/1000 todavía se detectaron 11 UFC, lo que indica una fuerte presencia de Pseudomonas en el agua en que venía la Post Larva de Camarón. [2]

Bacterias Heterótrofas. Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, el segundo ciclo productivo presentó mayor Unidades Formadoras de Colonias UFC; entre los parámetros que inciden directamente en el crecimiento de este género de bacterias está el Ph; necesitan un pH neutro o alcalino para su crecimiento. Para los referidos meses el resultado de pH fue ligeramente alcalino, ver gráfico N° 1.

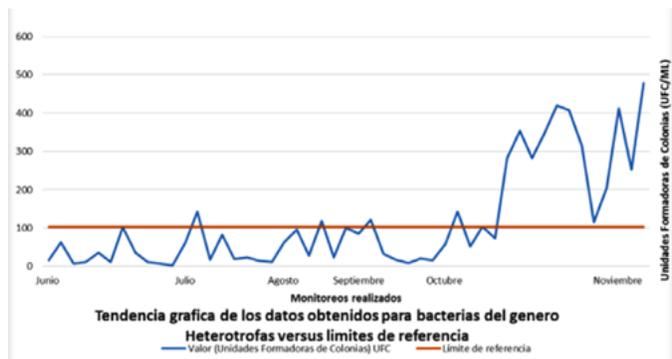


Gráfico 1. Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias Heterótrofas, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

Bacterias Pseudomonas. Los resultados obtenidos no sobrepasaron el límite de referencia, en julio fue le mes en que se reportó el valor más alto de bacterias Pseudomonas; durante los dos periodos de ciclos productivos no hubo crecimiento bacteriano que sobrepasara el límite de referencia de 103 UFC, esto se asocia a los resultados de pH ácido, el cual limita el crecimiento de estas bacterias, aunado a la poca cantidad de materia orgánica durante estos meses, ver gráfico N° 2.

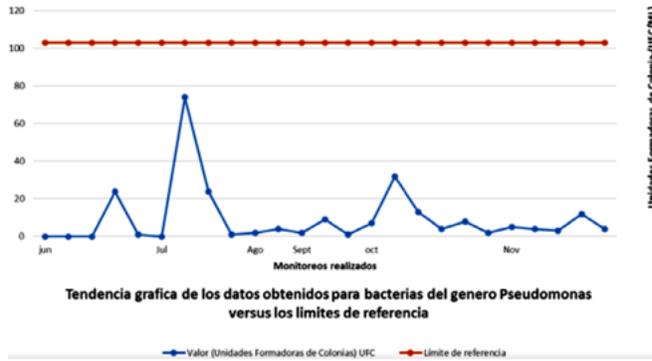


Gráfico 2. Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias *Pseudomonas spp*, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

Bacterias Vibrios. La tendencia del crecimiento bacteriano comparando con el límite de referencia establecido, determina que las unidades formadoras de colonias de bacterias del género *Vibrios* sobrepasan el valor estimado en los meses de junio y julio; esto aplica para los monitoreos siguientes: Estanque 4, punto #4 compuerta de entrada, Estanque 5, punto #3 compuerta de entrada. Los resultados obtenidos en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre están bajo los límites de referencia de crecimiento bacteriano, ver gráfico 3.

Las bacterias del género *Vibrio*, se aíslan con frecuencia de aguas costeras templadas y tropicales, especialmente cuando la temperatura del agua es superior a los 17°C, lo que indica que es un parámetro determinante para su crecimiento. Los resultados de temperatura fueron superiores a los 20°C, factor que favoreció el crecimiento bacteriano en los meses de muestreo. El reservorio de este microorganismo lo constituyen las aguas principalmente saladas y los alimentos de origen marino o contaminados con agua de mar.

Se identificaron 2 especies de bacterias, *Vibrio parahemolyticus* y *Vibrio alginolyticus*, las cuales no representan un riesgo para la salud de los humanos.

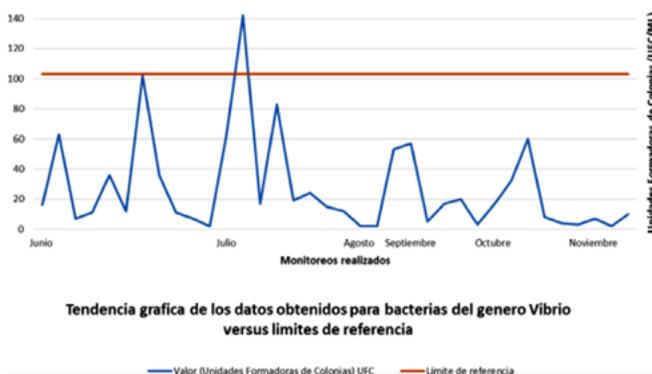


Gráfico 3. Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias *Vibrio*, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

Parámetros Físicos.

Mostraron fluctuaciones poco variantes. La temperatura y la turbidez se midieron in situ, con oxímetro digital y disco Secchi respectivamente.

Los valores más altos de temperatura, 31.4 °C se obtuvieron en época seca o de canícula, julio y septiembre; en época lluviosa fueron levemente inferiores.

La turbidez y transparencia del agua, son indicadores de la cantidad de sedimentos suspendidos en la columna de agua. De acuerdo a los sitios estudiados se encontró para los meses de junio, julio y octubre mayor grado de turbidez, lo que está relacionado con factores que inciden como la presencia de fitoplancton, o crecimiento de las algas; presencia de sedimentos procedentes de la alimentación y sedimentos suspendidos del fondo, frecuentemente revueltos por los camarones que se alimentan.

Parámetros Químicos.

- ✦ **Amonio Total.** Para el análisis de los resultados se tomó de referencia los parámetros de calidad del agua. Interpretación y normas EPA, Estados Unidos. 2001, la cual establece 1.0 mg/l. [2]
Todos los resultados obtenidos se encuentran debajo de los límites de referencia, en general el amonio proviene de excreciones de animales marinos, en este caso los camarones que se desarrollan en los estanques.
- ✦ **Nitrato.** Todos los resultados obtenidos durante los doce meses dieron resultados por debajo de lo establecido en la norma de Parámetros de Calidad de Agua de EPA, Estados Unidos, 0.75 mg/l.
- ✦ **Nitrato.** Los niveles más altos fueron reportados para los meses de junio, julio y septiembre, pero en ninguno de ellos sobrepasando 0.75 mg/l establecido por la normativa. [2]
- ✦ **Fosfato.** De acuerdo a los datos obtenidos en los meses de estudio, se evidencia que los niveles de fosfato se mantuvieron durante los 6 meses; esto indica que la calidad química del agua es muy estable, en ninguno de los casos sobrepasó la referencia establecidos en los Parámetros de Calidad de Agua de EPA, Estados Unidos 0.50 mg/l. Marzo y diciembre los límites están debajo de la norma. [2]
- ✦ **Concentración de Iones de Hidrógeno pH.** Los resultados de pH, presentaron una fluctuación poco variable, los microorganismos no pueden tolerar valores extremos

de pH. En condiciones muy alcalinas o ácidas, se hidrolizan algunos componentes microbianos o se desnaturalizan algunas enzimas. Sin embargo, hay algunas bacterias acidófilas y alcalófilas que toleran, o incluso necesitan, condiciones extremas de pH para su crecimiento.

- ♦ *Salinidad.* A lo largo del monitoreo los resultados obtenidos están dentro de los límites permitidos, relativamente pocos microorganismos pueden crecer en aguas muy saladas.

Con esta investigación se determinó que los cambios de temperatura y turbidez en el agua están asociadas a la transición que se da de la estación seca a la estación lluviosa; gran parte de estos cambios se debe a la mezcla de agua dulce provenientes de la parte continental y que se junta con el cuerpo salado de las costas, sumado a ello, la carga de sedimento que conlleva a tener variaciones significativas en la turbidez del agua.

En lo que respecta a la química de agua en estas transiciones, de estación seca a lluviosa, se generan alteraciones en las concentraciones de sal, lo que vuelve más costoso el desarrollo de cultivos acuícolas, debido a que es un factor determinante a controlar, sobre todo en aquellos cultivos que son susceptibles a cambios bruscos en la salinidad. Además, el pH en el suelo y en el agua se ven alterados cuando los factores antes mencionados se vuelven inestables y cuando dependen de alteraciones de manera natural en los cuerpos de agua salinos.

En relación a los parámetros biológicos, se detectó que durante el proceso de colecta de muestras de agua y en el análisis de laboratorio, la presencia en abundancia de fitoplancton y zooplancton, lo que genera confianza, pues la presencia de esto en los cultivos, son bioindicadores de que la calidad del agua genera las condiciones para la producción natural de pasto para los organismos en cultivo.

Existen diversas investigaciones científicas en las cuales se han estudiado la calidad microbiológica del agua, entre los cuales está el estudio realizado en el año 2015 por parte de Guevara Surio C. A. [3], en el cual se determinó que los parámetros físicos y químicos, como la temperatura y la salinidad, inciden en la dispersión de las bacterias, ya que estos microorganismos se encuentran dentro del grupo de los mesófilos, los cuales al verse expuestos a elevadas concentraciones de sal se deshidratan.

La salinidad y la temperatura aumentaron y la carga bacteriana disminuyó estableciendo una relación inversamente proporcional.

Conclusiones

1. De acuerdo con los resultados de la investigación, la calidad del agua de este sector del Golfo de Fonseca y el Estero El Chapernal, presentaron carga bacteriana que sobrepasa los límites de referencia establecidos en la normativa vigente, sin embargo, es necesario aclarar que estos valores no fueron constantes en el tiempo, debido a la variabilidad de temperatura, turbidez y salinidad.
2. Se realizó la caracterización de la calidad física, química y biológica del agua proveniente del Estero del Golfo de Fonseca y el Estero El Chapernal, previo al desarrollo de un cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*, durante el cultivo y antes de las descargas del agua a los efluentes receptores. Dentro de los parámetros que sobresalieron en la caracterización, están la temperatura, turbidez y salinidad; en cuanto a la caracterización del componente biológico, se detectaron bacterias en los estanques de cultivo, evidenciando la presencia de alto número de especies de Fitoplancton y Zooplancton, indicando que las condiciones, a pesar de la existencia de bacterias, propiciaban el buen desarrollo de alimento vivo para los camarones y el crecimiento en los primeros estadios de las post larvas.
3. En los resultados obtenidos del análisis del agua, se detectó la presencia y por encima de los valores de referencia para las Unidades Formadoras de Colonias UFC de *Vibrio alginolyticus* en medios de cultivo TCBS.
4. El “Protocolo para una Producción Acuícola Amigable con el Medio Ambiente” fue validado técnicamente por la camaronera Eben-Ezer; quienes implementarán las mejoras en los procesos de transporte, siembra y aclimatación de la larva, así como las mejoras en los procesos de engorde de camarón, manejo del alimento y tratamiento de enfermedades.
5. En el año 2022 el “Protocolo” será robustecido con actividades complementarias que se realizan actualmente en las unidades productivas, además de incorporar ilustraciones que faciliten la comprensión por parte de los productores. El protocolo será socializado con algunas camaroneras del departamento de La Unión y Usulután, en el marco de la Proyección Social, involucrando en este proceso docentes y estudiantes de carreras de ITCA-FEPADE La Unión.
6. Es importante mantener óptimas condiciones en los sistemas de producción, en la calidad del agua y en la salud de los camarones, considerando estrategias para evitar procesos de estrés y enfermedades; se recomienda

- no introducir larvas que no cuenten con certificado sanitario y mantener un plan de monitoreo continuo.
- Se debe mantener estables los parámetros físico-químicos y biológicos del agua de cultivo, haciendo constantes recambios de agua y ajustando los monitoreos.
 - Es necesario realizar análisis en fresco y en medios de cultivo de la post larva de camarón para detectar o descartar la presencia de patógenos, y mantener estos análisis durante el tiempo que dure el cultivo.
 - Se recomienda el uso y empleo de bio reguladores o probióticos para complementar el crecimiento del camarón.

Agradecimientos

Agradecimientos especiales a miembros de la Sociedad La Montosa S.A de C.V, propietarios de camaronera Eben Ezer por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- J. Cuéllar-Anjel, C. Lara, V. Morales, A. de García y O.García Suárez, "Manual de Buenas Practicas de manejo para el cultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei*" [En línea]. Disponible en: <https://www.calameo.com/read/004090457b86d545c96ba> [Accedido: 15-abr-2022]
- EPA Ireland, «Parameters of Water Quality: Interpretation and Standards. Environmental Protection Agency», Wexford, USA, 2001.
- C. A. Guevara Surio, "Determinación de la calidad microbiológica del agua de 2 playas: El Tunco y El Sunzal, ubicadas en el departamento de La Libertad, El Salvador", tesis, Universidad de El Salvador, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9932/>. [Accedido: 15-abr-2022]

Bibliografía

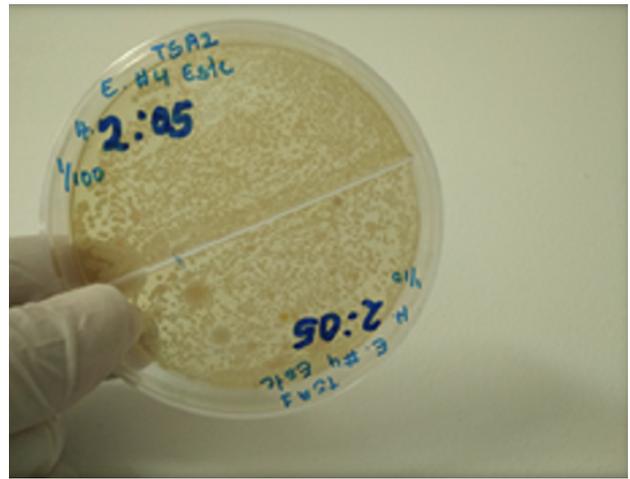
- M.Aurazo de Zumacta, M. «Manual para el análisis de calidad de agua» 2da Ed., Perú, 2004.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, "Política Nacional de Pesca y Acuicultura del El Salvador 2015-2030". El Salvador: MAG, 2015.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos". El Salvador: MAG, 2007.
- Ministerio del Ambiente de Perú, "Estándares nacionales de calidad ambiental para agua". Perú: MINAM, 2008
- Official Methods of Analisis of AOAC» 18 ed. USA, 2005
- U.S Environmental Protection Agency (EPA), "Water Quality Standars". USA: EPA, 2018.
- U.S. Florida Department of Environmental Protections. "Surface Water Quality Standards". USA: Florida Department of Environmental Protections, 2016.
- U.S. Hawaii Department of Health. "Water Quality Standards". USA: Hawaii Department of Health, 2018.
- G.L. Amaya Orellana y F.H. Flores Salmerón, "Incidencias en los Recursos Costero- Marinos por la Construcción Del Puerto en La Bahía de La Unión", tesis, El Salvador: UES, 2006.



Fotografía 1. Colecta de muestras de agua en camaronera Eben Ezer.



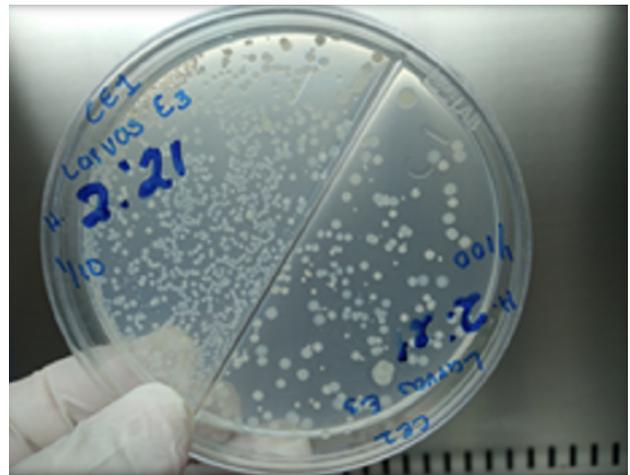
Fotografía 2. Toma de físicos en las muestras de agua.



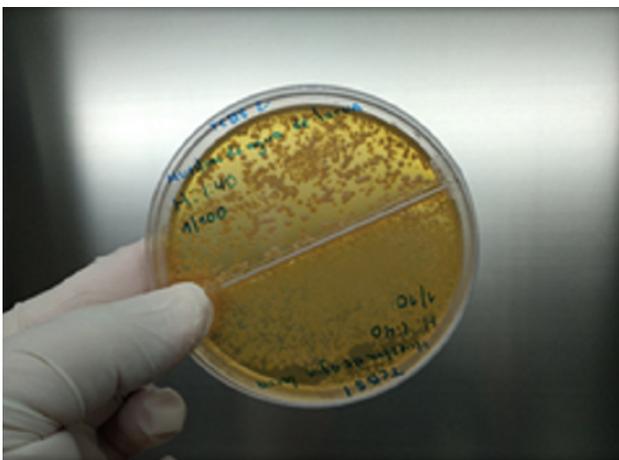
Fotografía 5. Crecimiento de bacterias heterótrofas en medio de cultivo TSA



Fotografía 3. Preparación de medios de cultivo en laboratorio de Microbiología ITCA-FEPADE MEGATEC La Unión.



Fotografía 6. Crecimiento de bacterias Pseudomonas en medio de cultivo CETRIMIDE



Fotografía 4. Crecimiento bacteriano del genero Vibrio en medio de cultivo TCBS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA ESCALAR EL ACCESO A LA INFORMACIÓN DE SIGNOS VITALES INTEGRANDO HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS HETEROGÉNEAS E IOT, APLICADO A UN SISTEMA CENTRAL DE MONITOREO, CMS

Manuel de Jesús Gámez López

Ingeniero en Electrónica. Docente Investigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.
Correo electrónico: manuel.gomez@itca.edu.sv

Oscar Armando Sánchez Santos

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.
Correo electrónico: oscar.sanchez@itca.edu.sv

Recibido: 22/04/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

El presente estudio de factibilidad técnica realizado por docentes investigadores del Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca se centró en desarrollar una investigación descriptiva y aplicada para escalar la comunicación de un Sistema Central de Monitoreo de Pacientes a dispositivos móviles. El objetivo principal del proyecto fue brindar alternativas para escalar y optimizar el acceso a la información de los signos vitales de pacientes, a través de la integración y desarrollo de herramientas informáticas y aplicaciones de terceros, con el software del sistema y componentes informáticos del Sistema Central de Monitoreo. El proyecto integró herramientas, conocimientos, habilidades, experiencias, métodos y procedimientos requeridos para el desarrollo e implementación de un sistema de comunicación interoperable entre aplicaciones heterogéneas. Se utilizaron protocolos y estándares para intercambiar información entre aplicaciones de salud HL7 y FHIR. [1] [2]

Palabras clave

Dispositivos de almacenamiento, equipo médico, automatización, aparatos e instrumentos, Internet de las Cosas IoT.

TECHNICAL FEASIBILITY STUDY TO SCALE THE ACCESS TO VITAL SIGNS INFORMATION, INTEGRATING HETEROGENEOUS INFORMATICS TOOLS AND IOT, APPLIED IN A CENTRAL MONITORING SYSTEM, CMS

Abstract

The present technical feasibility study conducted by research professors of the Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca focused on developing a descriptive and applied research to scale the communication of a Central Patient Monitoring System to mobile devices. The main objective of the project was to provide alternatives to scale and optimize access to patient vital signs information through the integration and development of computer tools and third party applications with the system software and IT components of the Central Monitoring System. The project integrated tools, knowledge, skills, experiences, methods and procedures required for the development and implementation of an interoperable communication system between heterogeneous applications. Protocols and standards were used to exchange information between HL7 and FHIR healthcare applications.

Keyword

Storage devices, medical equipment, automation, apparatus and instruments, Internet of Things IoT.

Introducción

El Sistema Central de Monitoreo CMS dispone de un potente sistema de software y de componentes informáticos de alto rendimiento. Construye una red de monitorización conectando los monitores y los transmisores telemétricos o sensores. Al recopilar, procesar, analizar y emitir información proveniente de estos monitores y transmisores telemétricos, el CMS puede realizar el monitoreo centralizado de varios pacientes, de manera que aumente la eficiencia y calidad [3].

El CMS está diseñado para realizar el monitoreo centralizado de signos vitales desde varios monitores o transmisores telemétricos en hospitales o instituciones médicas. No está destinado al uso doméstico. Actualmente solamente estando donde se encuentra el paciente y el CMS es posible supervisar los signos vitales de los pacientes.

En el estudio realizado se determinó que existen alrededor de 3 alternativas para poder optimizar y escalar el acceso a dicha información de total relevancia por medio del uso de dispositivos inteligentes con acceso a Internet. A continuación, se detalla cada una de las alternativas identificadas.

- ✓ *Opción 1.* Esta consistió en realizar un estudio de posibles herramientas informáticas de terceros que cumplan con la función de acceso y control remoto del servidor. En tal sentido, se instalaron, configuraron y probaron herramientas en el servidor de la CMS y en los dispositivos inteligentes para lograr el acceso al Dashboard de signos vitales desde cualquier geolocalización. Herramientas utilizadas: TeamViewer, AnyDesk, conexión a Escritorio Remoto de Windows y VPN Redes Privadas Virtuales: Hamachi y Radmin.
Con esta opción se logró al 100% escalar y optimizar el acceso a la información de los pacientes.
- ✓ *Opción 2.* Esta consistió en realizar un estudio más a fondo de las herramientas informáticas de la CMS, entre las cuales se pueden mencionar: software de Base de Datos MySQL Community Server, Software Mindray Healthcare Within Reach / Salud al Alcance, y la Base de Datos del sistema. Se desarrolló una base de la App, plataforma Web, sistema de comunicación, diseño de la base de dato, estudio de protocolos de comunicación HL7/FHIR [4][5][6], entre otros, obteniendo algunos avances significativos.
- ✓ *Opción 3.* La CMS ya posee una aplicación App que cumple con la función de escalar y optimizar el acceso a la información de los pacientes. Sin embargo, esta opción es de alto costo y no fue posible probarla.

Desarrollo

I. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto utilizó Agile, metodología de gestión de proyectos ampliamente usada en el sector IT y en organizaciones empresariales. Esta metodología se basa en dividir el proyecto en fases o sprints; estas fases fueron las siguientes:

A. Sprint Desarrollados.

- ❖ *Estudio aplicado sobre la CMS.* Comprende desde el acceso, funcionamiento, reconocimiento y características de los equipos que conforman la Central de Monitoreo CMS, sistema operativo del servidor, sensores, simuladores y periféricos, entre otros.
- ❖ *Sistema de comunicación API/Web Service.* Componente lógico que cumple con la funcionalidad de la interoperabilidad entre las herramientas informáticas heterogéneas, software CMS, software de terceros y software desarrollado.
- ❖ *Plataforma Web.* Es un sistema informático para ejecutar en ambiente Web, el cual está conformado por un conjunto de ficheros electrónicos que muestran el contenido o información que se desea publicar. Esta herramienta podrá ser accedida desde cualquier dispositivo inteligente con acceso a Internet por medio de un navegador Web. Herramienta para monitoreo local y a distancia.
- ❖ *App.* Programa o conjunto de programas informáticos que realizan un trabajo específico, diseñado para el beneficio del usuario final. Esta aplicación ha sido creada para ejecutarse en dispositivos con sistema operativo Android, Smartphone y Tablet. Herramienta para monitoreo local y a distancia.
- ❖ *Dashboard.* Es una representación gráfica o interfaz de usuario para presentar la información que maneja un sistema. Para este caso la representación gráfica de signos vitales.

B. Descripción de Componentes Físicos del Sistema

- *Monitores de pacientes.* Son equipos electrónicos que miden, recogen y muestran información sobre los signos vitales de un paciente sometido a una vigilancia continua.

- **Switch.** Es un dispositivo que permite la conexión de computadoras y periféricos a la red para que puedan comunicarse entre sí y con otras redes.
- **Router o AP o Enrutador.** Es un dispositivo que permite interconectar diferentes tipos de equipos que funcionan en el marco de una red ya sea por cable o inalámbricamente, utilizando como lenguaje de comunicación las direcciones IP. Es un dispositivo de hardware que permite la interconexión de ordenadores en red.
- **Servidor CMS.** Es un aparato informático que almacena, distribuye y suministra información. Los servidores funcionan basándose en el modelo “cliente-servidor”. El cliente puede ser tanto un ordenador como una aplicación que requiere información del servidor para funcionar.
- **Red LAN CMS.** Es una red de comunicación entre ordenadores situados en el mismo edificio o en edificios cercanos, de forma que permite a sus usuarios y/o equipos el intercambio de datos y la compartición de recursos. Para este proyecto se ha implementado una arquitectura de red cliente servidor, siendo los clientes los monitores de pacientes y el servidor el ordenador que alberga la aplicación y la base de datos donde se almacena la información de los pacientes. A través del Dashboard se puede visualizar la información de los signos vitales de los pacientes, entre otros.

C. Topología de Red

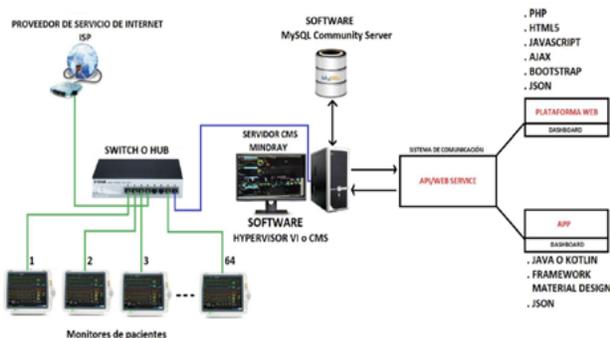


Fig. 1. Esquema de Red.

En la Fig. 1, se puede apreciar el montaje y la interconexión de todos los componentes físicos y lógicos integrados para efectuar un monitoreo local y a distancia de la data que se maneja en la CMS. La Central de Monitoreo permite además que la red pueda configurarse por medios guiados y no

guiados, alámbrica e inalámbricamente respectivamente; al realizar el montaje de la red por medio de un AP o Router es posible unir a la red dispositivos que solo manejan red WiFi, tales como Smartphone y Tablet.

D. Softwares Utilizados.

- **Software de CMS.** Los softwares con los que opera la Central de Monitoreo de pacientes son principalmente dos: Healthcare Within Reach y MySQL Community Server para la base de datos. Por un lado, el software Healthcare Within Reach muestra el Dashboard con la información que brindan los monitores de pacientes y, por otro lado, MySQL Community Server es el que permite administrar las bases de datos.
- **Sistema de comunicación API o Web Service.**

API. Es una interfaz de programación de aplicaciones es un conjunto de definiciones y protocolos que se usa para diseñar e integrar el software de las aplicaciones.

Web Service. Es una vía de intercomunicación e interoperabilidad entre máquinas conectadas en Red. En el mundo de Internet se han popularizado enormemente, ya se trate de web services públicos o privados.

- **XAMPP.** Es un paquete de instalación independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl.
- **MySQL.** Es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual y de código abierto.
- **PHP.** Es un lenguaje de programación que permite el desarrollo web o aplicaciones web dinámicas, el cual es apto para incrustar con HTML.
- **MySQL Community Edition.** Es una versión de descarga gratuita de la base de datos de código abierto.
- **Radmin VPN.** Es un producto gratuito y fácil de utilizar para crear una Red Privada Virtual VPN, por sus siglas en inglés. El programa permite a los usuarios establecer una conexión segura entre ordenadores a través de Internet como si estuvieran conectados por LAN.

- Hamachi. Es un sistema VPN de administración centralizada que consiste en un clúster servidor administrado por el vendedor del sistema y el software cliente. Hamachi es un software de virtualización de redes que permite emular una red local LAN a los dispositivos conectados por WAN. Hamachi se puede generar una red local, aunque los dispositivos se encuentren en distintos lugares repartidos por el mundo.
- Teamviewer. Es una solución “todo en uno” de acceso remoto rápido y seguro a ordenadores y redes, que ofrece toda una serie de potentes funciones facilitan el control a distancia, permiten celebrar reuniones y proveer un servicio de asistencia técnica en la nube.
- AnyDesk. Este software de alto rendimiento, permite compartir el escritorio remoto sin latencia, un control a distancia estable y una transmisión de datos rápida y segura entre dispositivos.
- RDP Remote Desktop Protocol. Software utilizado para habilitar múltiples sesiones de escritorio remoto RDP concurrentes en Windows 7.

2. Instalación y configuración de las herramientas informáticas para acceder a la información, que se muestra en el monitor del servidor (Dashboard CMS), a través de otros dispositivos inteligentes, Smartphone, Tablet, iPad, iPhone y Notebook.
3. Réplica de contenido e información de signos vitales en pantallas de dispositivos móviles, logrando como resultado escalar y visualizar el acceso a la información de los pacientes contenida en el servidor CMS.

En las figuras 2 y 3 se muestran resultados alcanzados en este proyecto.



Fig. 2. Acceso al Dashboard CMS desde el servidor y otros dispositivos inteligentes.

E. Parámetros Fisiológicos.

Cada monitor de paciente cumple con la medición de ciertos parámetros clínicos, a través de los distintos transmisores telemétricos o sensores. En la tabla 1 se puede apreciar la información que se maneja de los pacientes por monitor.

Tabla 1.
Información de paciente por monitor.

| Parámetros | Umbral estable | Umbral bajo (Inestable) | Umbral alto (Inestable) |
|-----------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
| Temperatura corporal. | 35 a 37 °C | 32.0°C | >=39.0°C |
| SPO2 | 98% | 90% | 100% |
| RESP | 16-20 RPM | 8 RPM | 39 RPM |
| PNI/PANI | 120/80 mmHg | 60 mmHg | 140 mmHg |
| Frec. Cardíaca. | 70 LPM | 60 LPM | 140 LPM |

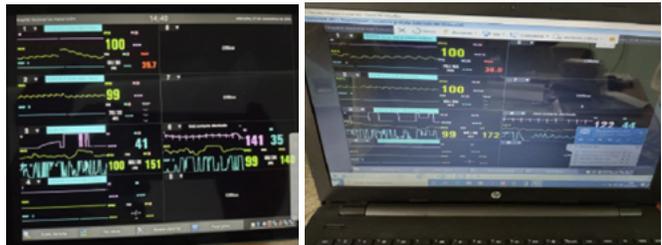


Fig. 3. Monitoreo a distancia, Dashboard CMS en iPad y Notebook o Laptop

Conclusiones

- Utilizando herramientas de software de terceros se logró hacer una réplica de pantalla de un monitor de signos vitales para observarla desde dispositivos móviles. Esta opción fue posible, sin obtener un acceso directo a la base de datos de la Central de Monitoreo.
- Se ha utilizado el estándar HL7, destacando la mensajería HL7 V2 que se puede encontrar en sistemas de información de salud. A futuro será necesario evaluar el estándar FHIR para la interoperabilidad en salud.
- Actualmente existen distintos sistemas para la medición de signos vitales de manera remota en

Resultados

Dentro de los resultados se pueden mencionar:

1. Habilitación de acceso a Internet al servidor de la CMS, el cual permitió obtener un acceso local y a distancia o remoto, de la información de los pacientes en el servidor, haciendo uso de herramientas informáticas y dispositivos inteligentes con acceso a Internet.

diferentes países, pero en algunos centros hospitalarios públicos no los hay. Por tanto, con esta investigación se busca contribuir con un sistema automatizado y eficiente para escalar los procesos de monitoreo y de supervisión remota de signos vitales en pacientes.

- Es necesario desarrollar, probar, implementar y validar el sistema de comunicación propuesto técnicamente para el monitoreo remoto de signos vitales en un centro hospitalario a nivel nacional.
- Los avances y adopción de la tecnología en la sociedad permitirán que diversidad de sectores sean transformados, pasando de la forma cotidiana de realizar procedimientos a convertirlos en espacios sofisticados y modernos para realizar sus actividades con la transformación digital.

Referencias

- [1] “Los 5 estándares HL7 fundamentales”. Caduceus Connecting eHealth (blog). [En línea]. Disponible en: <https://www.caduceus.es/estandares-hl7-fundamentales/> [Accedido: 10-may-2021]
- [2] J. R. Pascual, “HL7 un estándar de interoperabilidad en Salud”. Disrupción Tecnológica (blog). [En línea]. Disponible en: <https://www.disrupciontecnologica.com/hl7/>. [Accedido: 10-jun-2021]
- [3] Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co. Ltd., «Service Manual (HYPERVISOR VI, Central Monitoring System).», Shanghai International Holding Corp. GmbH (Europa), 2005.
- [4] “License - FHIR v4.3.0”. [Online]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/license.html>. [Accessed: 10 Jun 2021]
- [5] “Http - FHIR v4.3.0”. [Online]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/http.html>. [Accessed: 10 Jun 2021]
- [6] HL7 ORG, “Developer Introduction, FHIR”. [Online]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/overview-dev.html> [Accessed: 10 Jun 2021]



◆ **Carreras técnicas e ingenierías.**

◆ **Becas.**

◆ **Prácticas en empresas reales.**

◆ **Intercambios en el extranjero.**

◆ **Apoyo para obtener tu primer empleo.**

.....

www.itca.edu.sv



DISEÑO INNOVADOR DE HERRAMIENTA INFORMÁTICA MULTIPLATAFORMA PARA AUDITORIA 5S+1 EN RESTAURANTES DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Joaquín Mauricio García

Ingeniero Industrial. Docente Investigador. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.
Correo electrónico: joaquin.garcia@itca.edu.sv

Oscar Armando Sánchez Santos

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.
Correo electrónico: oscar.sanchez@itca.edu.sv

Recibido: 22/04/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

Este proyecto se ejecutó en asocio con la Fundación para el Autodesarrollo de la Micro y Pequeña Empresa FADEMYPE-CDMYPE departamento de La Paz y estuvo orientado a desarrollar un “Sistema Informático Multiplataforma de Auditoría 5S+1” para el sector de restaurantes, a fin de controlar las áreas de almacén, producción, despacho, formación de platos y atención al cliente, así como tomar decisiones y acciones que corrijan anomalías. 5S+1 proviene de los términos japoneses de los cinco elementos básicos del sistema, Seiri – Seleccionar; Seiton – Ordenar; Seiso – Limpiar; Seiketsu – Estandarizar y Shitsuke – Autodisciplina. El término +1 incorpora la seguridad industrial. Se diseñaron los procedimientos para realizar auditorías de la técnica 5S+1 y establecer la vigilancia en el cumplimiento de los estándares, permitiendo a la empresa avanzar en la mejora continua. La auditoría es una herramienta que ayuda para avanzar en la estandarización y la mejora de los procesos, garantizando así la sostenibilidad en el tiempo. Se utilizó la metodología Lean para establecer una disciplina permanente de orden y limpieza en el lugar de trabajo, además de la escala de Likert para la medición psicométrica. El software desarrollado para la aplicación Web de auditoría, contiene una interfaz gráfica de usuario desarrollada con HTML5, CSS y JavaScript; la aplicación utiliza PHP 7.4 como lenguaje de programación y el almacenamiento de datos se hace con MariaDB 10.4.11.

Palabras clave

Mejora de procesos, servicio al cliente, competitividad, productividad, restaurantes, software de computadoras.

INNOVATIVE DESIGN OF A MULTI-PLATFORM INFORMATICS TOOL FOR 5S+1 RESTAURANTS AUDITING FROM LA PAZ DEPARTMENT

Abstract

This project was executed in association with the Fundación para el Desarrollo de la Micro y Pequeña Empresa (Foundation for the Development of Micro and Small Enterprises) FADEMYPE-CDMYPE La Paz, and its objective was to develop a “Multiplatform Informatics System for 5S+1 Auditing” for the restaurant sector, in order to control the areas of warehouse, production, dispatch, plate formation and customer service, as well as to make decisions and take actions to correct anomalies. 5S+1 comes from the Japanese terms for the five basic elements of the system, Seiri – Select; Seiton – Order; Seiso – Clean; Seiketsu - Standardize and Shitsuke - Self-discipline. The term +1 incorporates industrial safety. Procedures were designed to carry out audits of the 5S+1 technique and establish surveillance of compliance with the standards, allowing the company to advance in continuous improvement. The audit is a tool that helps to advance in the standardization and improvement of processes, thus ensuring sustainability over time. A Lean methodology was used to establish a permanent discipline of order and cleanliness in the workplace, in addition to a Likert scale for psychometric measurement. The software developed for the audit Web application, contains a graphical user interface developed with HTML5, CSS and JavaScript; the application uses PHP 7.4 as programming language and data storage is done with MariaDB 10.4.11.

Keyword

Process improvement, customer service, competitiveness, productivity, restaurants, computer software.

Introducción

El proyecto está orientado para ayudar en la productividad y competitividad de las Micro y Pequeñas empresas MYPES del sector restaurantes; está dirigido para aquellas que hayan decidido adoptar la filosofía de la mejora continua, iniciando con la implementación de la herramienta 5S+1. Dicha implementación ayuda a las empresas en la dinámica de ordenar, clasificar y estandarizar las actividades en los centros de trabajos.

Con la alianza de FADEMYPE -CDMYPE regional la Paz, el proyecto busca apoyar a restaurantes que implementen y sostengan la técnica de 5s+1 en el tiempo para avanzar en La Filosofía de la Mejora Continua. Se auditarán 5 áreas en los restaurantes y la herramienta informática permitirá hacer un seguimiento de la auditoría 5s+1 para tomar decisiones, proponer alternativas y evaluar la solución.

Una auditoría 5s+1 es una metodología Lean que ayuda a las organizaciones a establecer una disciplina permanente de orden y limpieza en el lugar de trabajo, con la participación de todo el recurso humano. El instrumento de medición más utilizado en este tipo de auditoría 5s+1 es la Escala Likert, la cual es una escala psicométrica utilizada en cuestionarios, en donde especifica el grado de acuerdo y desacuerdo señalado.

En las empresas de restaurantes existen diferentes tipos de auditorías orientadas al Proceso, Sistemas y Producto.

La implementación de la auditoría de 5s+1 requiere el uso de dispositivos móviles, acceso a internet, capacitación y organización en la empresa.

La aplicación Web se compartirá en alianza con FADEMYPE -CDMYPE, en el año 2022 con restaurantes del departamento de La Paz, lo cual se ejecutará en el marco de la Proyección Social del Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca.

Desarrollo

1. METODOLOGÍA

1. Primera Etapa

Identificación de problemas, oportunidades y objetivos

Esta fase se trabajó en conjunto con el personal técnico de FADEMYPE-CDMYPE, quienes describieron el sector de restaurante que atienden, la asistencia técnica que les brindan, y el comportamiento de los empresarios durante y después de la asistencia técnica. Con la experiencia de FADEMYPE-CDMYPE, se identificó el perfil de las empresas,

las áreas clave de trabajo y su importancia en el proceso del servicio. Las áreas claves identificadas para realizar la auditoría de 5s+1 fueron: almacén, producción, despacho y formación de platos y servicio al cliente.

2. Segunda Etapa

Diseño de una auditoría para la Técnica de 5s+1

El diseño está sustentado por una investigación bibliográfica, de la metodología o técnica 5s+1; se analizó cómo implementarla en el sector restaurantes, considerando además las normativas vigentes en el país y la pertinencia para este sector. La metodología para desarrollar auditorías de 5s+1 contribuirá al cumplimiento de la técnica.

Los resultados obtenidos fueron:

- Diseño de la escala de medición: realizada sobre la base de la escala de Likert; la escala para la auditoría de 5s+1, asigna una ponderación a cada una de las áreas, en función de la importancia de éstas en el sector de restaurante; esta ponderación se distribuye en las 5S+1, de acuerdo al impacto de cada S en el sector de restaurante.

Tabla1.
Escala de medición para la auditoría de 5S+1

| ÁREA | P | 1S | 2S | 3S | 4S | 5S | +1 |
|---------------------|-----|----|----|----|------|------|----|
| Almacén | 20 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| Producción | 35 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 2 |
| Despacho | 10 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | 1 |
| Servicio al cliente | 35 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 2 |
| TOTAL | 100 | 20 | 20 | 20 | 16.5 | 16.5 | 7 |

- Desarrollo de los instrumentos de auditoría por áreas: de acuerdo a las áreas que se establecieron para realizar la auditoría en el sector de restaurante, se diseñó un formato para auditar cada una de las 5s+1; en cada formato se proporcionan las recomendaciones por cada situación no cumplida; los formatos de auditoría diseñados fueron: área de almacén, área de producción, área de despacho y área de servicio al cliente.

3. Tercera Etapa

Diseño de una herramienta informática de auditoría

En esta etapa se automatizó el proceso de auditoría de 5s+1 diseñado para las empresas del sector de restaurante. Se desarrolló una aplicación web que podrá utilizarse en

cualquier computadora o dispositivo móvil que posea un navegador y acceso a Internet. En la aplicación Web, las empresas podrán registrarse a través de un formulario, realizar las auditorías por áreas y ver un historial de las auditorías realizadas.

4. Cuarta Etapa Registro y análisis de los resultados

El objetivo de esta etapa fue ordenar toda la información generada y el análisis de los resultados de la investigación, que se muestran a continuación.

2. RESULTADOS DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA MULTIPLATAFORMA PARA AUDITORÍA 5S+1

• Diseño de la Aplicación Web

Para el diseño de la aplicación Web se utilizó el patrón Modelo, Vista, Controlador MVC.

- ✦ La interfaz gráfica de usuario está desarrollada con HTML5, CSS y JavaScript.
- ✦ La aplicación utiliza PHP 7.4 como lenguaje de programación.
- ✦ El almacenamiento de datos se hace con MariaDB 10.4.11.

Diseño de la Base de Datos

Diagrama Entidad Relación del proyecto:

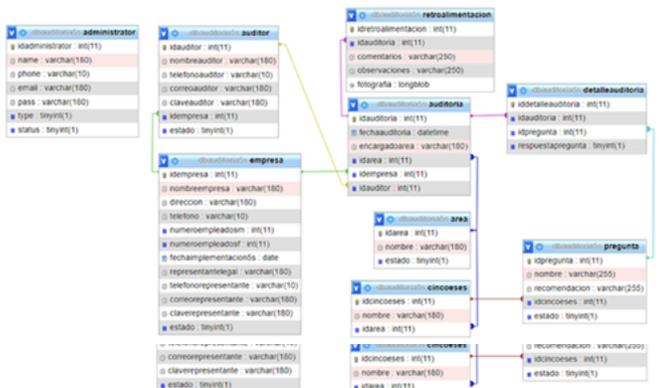


Fig. 1. Diagrama Entidad Relación del proyecto.

• Descripción de la Aplicación

- ✦ **Inicio de sesión:** la aplicación permite iniciar sesión en la pantalla principal a diferentes tipos de usuario, tales como: administradores, administradores FADEMYPE, empresas, y auditores que registre cada empresa



Fig. 2. Inicio de Sesión.

- ✦ **Formulario de registro de la empresa:** se llena el formulario y presiona el botón GUARDAR para iniciar sesión e iniciar el proceso de auditorías.



Fig. 3. Formulario para el registro de la empresa.

- ✦ **Auditorías 5S+1 en la aplicación:** todos los niveles de usuario pueden realizar auditorías de diferentes áreas dentro de la empresa para evaluar el cumplimiento de las 5s+1. Pueden agregar observaciones, comentarios y fotografías del área que se auditó, también pueden tener un historial de los resultados por área, tabulación de datos y gráficos, así como, ver detalles e imprimirlos.

- ✦ **Auditorías registradas:** solamente debe dar clic en la opción del menú Auditorías. Puede ver todas las auditorías registradas en las empresas o las que realiza un auditor en particular, según su nivel de usuario.

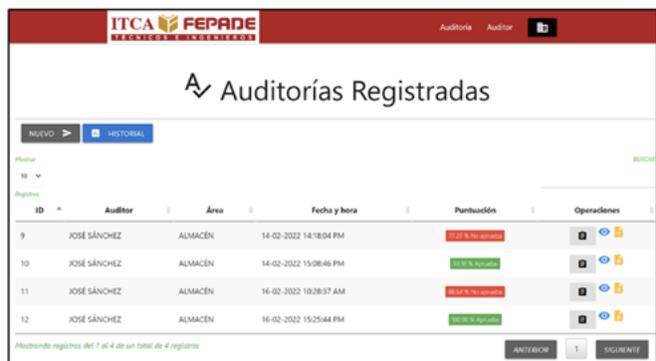


Fig. 4. Auditorías registradas.

- ✦ **Nueva auditoría:** clic en el botón NUEVO para ver el formulario donde puede colocar datos generales y seleccionar el área que desea auditar. Clic en SIGUIENTE

Fig. 5. Nueva auditoría.

- ✦ **Historial:** permite ver todas las auditorías realizadas al seleccionar el área y el rango de fechas que desea establecer para el historial. Clic en SIGUIENTE.

Fig.6. Historial de auditoria.

- ✦ **Historial del área:** muestra los detalles de todas las auditorías realizadas en forma de tabla de datos y en una gráfica para el análisis de su historial; también puede ver los detalles de cada auditoría por separado e imprimir el historial.



Fig. 7. Historial del área.

Conclusiones

» Para que la auditoría tenga éxito y permanezca en el tiempo, todo el personal administrativo y operativo involucrado en la implementación de la auditoría 5s+1 deberá ser capacitado previamente

» El diseño de la herramienta informática para realizar la auditoría 5s+1, se ha desarrollado con el fin de apoyar a los restaurantes que CDMYPE atiende y ya han implementado la técnica de las 5S. La aplicación multiplataforma le dará más agilidad, veracidad y continuidad a la sostenibilidad de la técnica de las 5s+1 en el restaurante. La herramienta informática desarrollada, podrá ser utilizada por cualquier restaurante que lo solicite, esté o no en el portafolio de CDMYPE.

» La validación, difusión y transferencia de tecnología a través de la aplicación Web, se realizará en el marco de la Proyección Social del Centro Regional MEGACTEC Zacatecoluca, en alianza con CDMYPE, en el 2022

Bibliografía

- [1] E.A. Piñero, F. Esperanza Vivas y L.K. Flores de Valga, "Programa 5s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. Ingeniería Industrial. Actualidad y nuevas tendencias, 6(20), 99-110. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003009> [Accedido: 22-mar-2022]
- [2] Reglamento técnico centroamericano : industria de alimentos y bebidas procesados. buenas prácticas de manufactura. principios generales. [En línea]. Disponible en: http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca_67_01_3306_bebidas_procesadas_buenas_practicas.pdf [Accedido: 22-mar-2022]
- [3] M. Guil Bozal. "Escala mixta likert-thurstone". Revista Andaluza de Ciencias Sociales, 5, 81-95. [En línea]. Disponible en: <https://revistascientificas.us.es/index.php/anduli/article/view/3728>. [Accedido: 22-mar-2022]

EL SALVADOR Y LA NECESIDAD DE POTENCIAR LA EDUCACIÓN VIRTUAL PARA LA FORMACIÓN TÉCNICA PROFESIONAL

Angélica Quintanilla Corena

Licenciada en Biología, Docente Investigadora, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional La Unión.
Correo electrónico: aquintanilla@itca.edu.sv

Mario Ernesto Argueta Quintanilla

Ingeniero Industrial, Coordinador de Investigación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional La Unión.
Correo electrónico: margueta@itca.edu.sv

Recibido: 22/04/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

En el presente artículo se sintetiza lo necesario que resulta la formación de profesionales técnicos, analizando opciones como la educación virtual, incluyendo una conceptualización de la misma, su exponencial crecimiento, así como también qué impacto tiene en nuestro mundo actual, haciendo un contraste en la experiencia suscitada a raíz de la pandemia COVID-19. Este fenómeno igualmente nos muestra como una necesidad real, el romper ciertos paradigmas sobre la educación a distancia en niveles de Educación Técnica Superior, mostrando que es urgente potenciar la alternativa virtual, ya que podemos evidenciar que existen razones y condiciones suficientes para desarrollarla en el escenario educativo antes descrito.

Palabras clave

Educación virtual, formación técnica profesional, Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC.

EL SALVADOR AND THE NEED TO PROMOTE VIRTUAL EDUCATION FOR PROFESSIONAL TECHNICAL TRAINING

Abstract

This article synthesizes the need for the training of technical professionals, analyzing options such as virtual education, including a conceptualization of it, its exponential growth, as well as its impact in today's world, contrasting it with the experience of the COVID-19 pandemic. This phenomenon also shows us that there is a real need to break certain paradigms about distance education in Higher Technical Education levels, showing that it is urgent to promote the virtual alternative, since we can prove that there are sufficient reasons and conditions to develop it in the educational scenery described above.

Keyword

Virtual education, professional technical training, Information and Communication Technologies, ICT.

Introducción

La educación como parte del desarrollo en las sociedades, es la piedra angular donde los países más desarrollados actualmente cimentaron las bases sobre las cuales ahora se erigen exitosamente sus poderes económicos, productivos, socioculturales y de salud; estos países apostaron en su momento por reforzar la educación, tomando como eje medular la educación técnica superior. Algunos aspectos

importantes que incidieron en llevar a la educación como herramienta de desarrollo, es que esos países adoptaron políticas de educación más allá de la presencial en centros de educación superior o universidades, brindando opciones a los jóvenes de formarse integralmente en modalidades a distancia, eventualmente de manera virtual, sin trastocar la calidad educacional, sus desarrollos de conocimientos técnicos y aptitudinales.

Desarrollo

La educación es un tema importante y fundamental para llegar a desarrollar sociedades mediante la formación de las personas, quienes a su vez optan a un futuro mejor dentro de ellas, aportando los conocimientos y ejecutando a través de sus profesiones los roles económicos y socioculturales que enriquecen el desarrollo de un país.

En nuestro país, El Salvador, desde el dos mil doce se brindaron alternativas para las Instituciones de Educación Superior (IES), sancionando el "REGLAMENTO ESPECIAL DE LA EDUCACIÓN NO PRESENCIAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR" como parte de la Ley de Educación Superior, los cuales incentivan y regulan la educación a distancia como una opción para muchos jóvenes, los cuales en su mayoría, después de culminar sus estudios de Educación Media (Bachillerato) se ven forzados por diferentes causas, a insertarse en el ámbito laboral de nuestro país. Una vez laborando, éstos buscan la posibilidad de estudiar una carrera profesional, en la cual según Cobar Menjivar Margarita Esperanza, dentro de esas alternativas buscan; horarios flexibles, modalidades semi presencial, no presencial y calidad en la enseñanza.

Definición y Teoría de Educación Superior a Distancia.

Webopedia (2007) define aprendizaje a distancia como un tipo de educación, generalmente a nivel universitario, donde los estudiantes trabajan por si mismos en sus casas y oficinas y se comunican con los maestros y otros estudiantes vía correo electrónico, páginas web, foros electrónicos, video conferencias, chat rooms, y otras formas de comunicación basadas en medios electrónicos. La mayoría de programas de aprendizaje a distancia incluyen el uso de computadoras, herramientas y sistemas de comunicación para producir salones de clase virtuales. Los términos aprendizaje a distancia y educación a distancia han sido aplicados como sinónimos por muchos investigadores a muchos programas, proveedores, audiencias y medios.

Wikipedia (2007), por su parte, define la educación virtual como el proceso de aprendizaje donde el docente y el estudiante están separados por tiempo y/o espacio, y el maestro proporciona el contenido del curso a través de aplicaciones tecnológicas como recursos multimedia, Internet, videoconferencias, etc. Los estudiantes reciben el contenido y se comunican con el maestro por los mismos medios tecnológicos. El término virtual se usa para destacar el hecho que el curso no se desarrolla cara a cara, sino a través de una forma sustituta que puede ser asociada con un ambiente de salón de clases. Igualmente considera que el término educación virtual es sinónimo de educación en línea, en tanto que ambos son mediados a través de Internet.

En nuestro país la educación a distancia no es algo nuevo, no hemos estado ajenos a dicha experiencia ya que en su momento el Ministerio de Educación (MINED) para los terceros ciclos y bachilleratos ejecutó programas de televisión educativa en la década de los setentas, donde dotó de televisores y guías educativas a las instituciones públicas para desarrollar asignaturas básicas a través de TELE CLASES. Posteriormente inició el programa piloto de Radio Interactiva, según Martínez Nelson, un aproximado de 300,000 estudiantes de 2,292 centros escolares, participaron de dicho programa.

A nivel universitario, la Universidad Don Bosco, puede considerarse como pionera de la educación a distancia; ya que desde 2002 cuando implementaron la formación de jóvenes a través de diversos cursos, todos sus programas de formación estuvieron basados en una plataforma ejecutada mediante Internet.

Moodle Sites (Moodle 2008) indica que en El Salvador existen 32 sitios usando Moodle como plataforma educativa virtual. De éstos, 10 no están disponibles o permanecen suspendidos, por lo tanto nos deja 22 sitios activos. De éstos, 9 sitios pertenecen a Instituciones de Educación Superior IES (UEES, UES, ITCA, UJDM, UTEC, UDB y UGB). Otros 4 pertenecen a instituciones privadas de educación o capacitación, 3 son personales-particulares y 5 de organizaciones o asociaciones. Para el caso de las IES, éstas usan la educación virtual para apoyar cátedras presenciales, únicamente 3 de esos sitios son para cursos o diplomados que no están relacionados con las cátedras. Según Moodle Sites, estos 22 sitios de El Salvador representan un 0.05% de sitios a nivel mundial (198 países) y el 9.7% a nivel de Centro América, como dato interesante Costa Rica tiene el 40.7%.

¿Qué aportan los Entornos Virtuales a la Educación?

Los entornos virtuales de aprendizaje aportan y mejoran muchos aspectos educativos, además de facilitar el cambio pedagógico, en el caso del profesor, este se convierte en un guía y en un orientador que dirige y propone recursos más que transmitir conocimientos de como venía siendo habitual. En el caso del alumno, se fomenta su propia responsabilidad, la implicación, la colaboración y la interacción en un entorno constructivista que facilita el aprendizaje activo y colaborativo y que, además, permiten crear redes de conocimiento y aprendizaje, pero sobre todo el trabajo en equipo.

Tanto como refuerzo de modalidades presenciales, como en entornos totalmente virtuales, permiten trabajar y vincular nuestras actividades con competencias tecnológicas que nos permitan, por ejemplo, generar, compartir o tratar la información. Además, dado este vínculo con las Tecnologías

de la Información y la Comunicación TIC, podemos trabajar competencias que formen parte del entorno virtual.

Uno de los mayores atributos de los modelos de la educación virtual es que rompen las barreras geográficas, cada estudiante desde su lugar de residencia, sin necesidad de desplazarse, puede asumir su propia capacitación, satisfacer sus necesidades formativas y mejorar su calidad de vida a través de un programa de educación virtual. Esto lleva a plantear la necesidad de que las Instituciones de Educación Superior garanticen procesos de formación desde cualquier lugar del país con acceso a Internet, generando estrategias pedagógicas y tecnológicas que faciliten la comunicación alumno-maestro; procesos de evaluación, el seguimiento académico y los materiales de apoyo al aprendizaje, como los textos y guías digitales y una serie de actividades pedagógicas.

Retos y Desafíos de la Educación y Formación Virtual

Uno de los grandes retos de la educación virtual es lograr que el estudiante, con acompañamiento del docente, desarrolle habilidades para el autoaprendizaje, que asuma la responsabilidad de su proceso educativo y que tenga la capacidad de apoyarse en la experiencia profesional y pedagógica del docente para lograr el cumplimiento exitoso de sus compromisos académicos, así como el desarrollo de competencias que servirán a futuro para ser competitivos en el campo laboral.

El desafío más grande que se tiene en el país es romper el paradigma o mito que existe sobre la creencia que el modelo de Educación Virtual es sinónimo de “Mediocridad y Baja Calidad”. Lo cual es completamente falso si se tiene en cuenta que los avances tecnológicos, las herramientas y plataformas que se han desarrollado para la Educación Virtual, y las metodologías de enseñanza-aprendizaje, han permitido que los procesos de formación se den de una manera autónoma, emprender por parte de los estudiantes el proceso de aprendizaje, desarrollar competencias para entender diferentes grados de complejidad y sobrellevar su proceso académico con la misma o mayor rigurosidad de los programas presenciales y de educación tradicional.

El potenciar la educación virtual en nuestras Instituciones de Educación Superior, es una necesidad que ha sido evidenciada por el fenómeno y consecuencias del COVID-19; esta necesidad urgente de implementar, generar ambientes, condiciones propicias de cara a la población estudiantil, así como también al docente, se antoja que la educación virtual no sea el acompañante de las cátedras ya impartidas por nuestras instituciones, sino más bien, alternativas que estén de manera permanente para aquellos estudiantes que ya insertados en la fuerza productiva de nuestro país, buscan

y necesitan prepararse en una carrera técnica superior. La complejidad que existe de cerrar brechas tecnológicas, ambientes propicios que estén al alcance de estos, únicamente serán subsanados de una manera integral en las que el sistema educativo jugará un papel preponderante y sentará las bases para de una renovación y avance de nuestra educación de cara al futuro.

Conclusiones

1. Una de las modalidades estratégicas para la educación es la virtual, la cual ha venido perfeccionándose a medida se convirtió en una oportunidad para el desarrollo de la educación, sin embargo, es importante contar con recursos tecnológicos que permitan el buen desarrollo del mismo, tanto para docentes como para estudiantes.
2. Es importante la creación de un programa de capacitaciones para el personal docente, en el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación, ya que existe una necesidad de fortalecer las capacidades pedagógicas de concebir y orientar la interactividad recíproca entre docentes y estudiantes.
3. Los espacios virtuales son utilizados para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, promover el desarrollo de habilidades interpersonales, complementar la educación presencial y facilitar el seguimiento del aprendizaje. Entre sus beneficios se encuentran la calidad educativa del aprendizaje y la motivación.
4. La educación virtual en la formación técnica profesional, quizás no responda a solucionar los problemas de nuestro sistema educativo a distancia actual, pero sí promete alternativas y oportunidades reales para aquellos salvadoreños que debido a circunstancias diversas no pueden acceder a una educación superior de manera presencial.

Bibliografía

1. Ministerio de Educación, MINED, eds. “Resultados de la calificación de instituciones de educación superior 2004”. San Salvador: Mined, 2005.
2. Ministerio de Educación. “Reglamento de educación no presencial 2012”. [En línea]. Disponible en: <http://pruebasportal.mined.gob.sv/mined2020/download/reglamento-de-educacion-no-presencial-2012/>. [Accedido: 15-mar-2021]
3. Webopedia, “Definición de Distance learning” [Online]. Available: http://www.webopedia.com/TERM/d/distance_learning.html [Accessed: Jun 3, 2021]
4. Wikipedia, “Definición de Virtual learning” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_technology [Accessed: Jun 3, 2021]

EL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE WORLDSKILLS AMERICAS, UN REFERENTE DE EXCELENCIA

Eduardo Antonio Amaya García

Máster en Big Data y Bussines Intelligence. Docente Investigador de la Escuela de Educación Dual, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central. Correo electrónico: eaamaya@itca.edu.sv

Recibido: 10/09/2021 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

WorldSkills Americas desarrolla la pasión por las habilidades y la búsqueda de la excelencia con el desarrollo de estándares globales de capacitación e implementación de sistemas de evaluación comparativa, a través de la cooperación y la mejora del compromiso de la industria. El sistema de evaluación de las competencias se basa en los proyectos prueba, los que buscan verificar las competencias de los competidores y utilizar una valoración de opción de puntaje. Los criterios de evaluación son las destrezas principales para tener en cuenta en la valoración del desarrollo del proyecto prueba de cada competidor, de acuerdo con el Descriptivo Técnico. Los criterios de evaluación se subdividen en subcriterios y estos a su vez se dividen en aspectos que son los puntos específicos que se evalúan individualmente y cuya sumatoria da como resultado la puntuación total del criterio de evaluación. EL sistema de evaluación promueve la calidad, estimula el desarrollo profesional e impulsa las mejoras en la formación técnica. Cada aspecto debe ser redactado con suficiente claridad, incluir la información necesaria y hacer referencia a estándares o normativa técnica vigente del área de conocimiento.

Palabras clave

Competencia, calidad de la educación, habilidades blandas, criterios de evaluación, educación.

WORLDSKILLS AMERICAS EVALUATION SYSTEM, A BENCHMARK OF EXCELLENCE

Abstract

WorldSkills Americas develops a passion for skills and the pursuit of excellence by developing global training standards and implementing comparative evaluation systems, through cooperation and improved industry engagement. The competency evaluation system is based on test projects, which seek to verify the competencies of competitors and use a scoring option evaluation. The evaluation criteria are the main skills to be taken into account in the evaluation of each competitor's test project development, according to the Technical Description. The evaluation criteria are subdivided into sub-criteria and these in turn are divided into aspects which are the specific points that are evaluated individually and whose sum results in the total score of the evaluation criteria. The evaluation system promotes quality, stimulates professional development and encourages improvements in technical training. Each aspect must be written with sufficient clarity, include the necessary information and make reference to current standards or technical regulations in the area of knowledge.

Keyword

Competence, quality of education, soft skills, evaluation criteria, education.

Introducción

WorldSkills Americas es un espacio para demostrar las habilidades y competencias adquiridas de los estudiantes a nivel nacional e internacional. Busca conectar a los representantes del sector productivo y así aportar como país desde el sector educativo, busca excelencia de nuevas habilidades y competencias.

La competencia de habilidades se desarrolla en los pilares de justicia, transparencia y equidad. Garantiza que todos los participantes o competidores, cuenten en términos de equipos, máquinas, espacio, iluminación y materiales para el desarrollo de competencias en igualdad de condiciones.

Generalmente a través de la competencia en el área específica se garantiza a cada competidor el acompañamiento de un experto, el cual se encarga de orientarlo en el desarrollo de la competencia.

Desarrollo

La competencia busca impactar positivamente en el proceso de formación integral en todos sus aspectos, pero por otro lado la competencia no busca perjudicar en ninguna medida en los aspectos humano, psicológico en el proceso formativo. El sistema de evaluación de las competencias se basa en los proyectos prueba, los que buscan verificar las competencias de los competidores y utilizan una valoración u opción de puntaje entre 0 y 100, los cuales están basados en criterios de evaluación, de un máximo de 500 puntos.

El proyecto prueba se conoce con anticipación, utiliza diversas herramientas para su implementación, foros de discusión y al momento de realizar la competencia los expertos se reúnen y cambian en un porcentaje mínimo las condiciones de evaluación de la prueba.

Es importante indicar que la opción del cambio del 30% del proyecto prueba no es válido en los días previos a la competencia ya que puede impedir el hecho de afectar la aplicabilidad de ésta.

La prueba persigue una visión desafiante en un mundo donde los estudiantes (competidores) puedan lograr habilidades para el trabajo y la vida para prosperar y lograr satisfacción personal.

El sistema de evaluación es un referente debido a que:

- Los criterios de evaluación son las destrezas principales a tener en cuenta la valoración del desarrollo del proyecto prueba de cada competidor,

de acuerdo con el Descriptivo Técnico. Los criterios de evaluación se subdividen en subcriterios y esto a su vez se dividen en aspectos que son los puntos específicos que se evalúan individualmente, cuya sumatoria da como resultado la puntuación total del criterio de evaluación.

- Promueve la calidad y estimula el desarrollo profesional e impulsa las mejoras en la formación técnica.
- Cada aspecto debe ser redactado con suficiente claridad, incluye la información necesaria y hace referencia a estándares o normativa técnica vigente del área.
- Cada aspecto se define por escrito, lo cual debe ser lo suficientemente claro para evitar ambigüedades o diferencias de interpretación. Generalmente se redacta un documento de memoria denominado *Acuerdos de Evaluación*.

El Sistema de Información de resultados de Competencias facilita la gestión; ya que es una prueba que se basa en una escala estándar de 100 puntos, la cual permite identificar el nivel de cumplimiento de tareas establecidas en el proyecto prueba por parte de cada uno de los competidores, hace evidente las fortalezas y debilidades sobre los criterios de evaluación establecidos.

La evaluación global del competidor está basada en 500 puntos donde parametriza el resultado promedio de cada competidor. Generalmente las pruebas cuentan con un tiempo asignado, el cual garantiza su óptimo desarrollo. Esta escala es eficiente e identifica las fortalezas y debilidades.

EL mayor puntaje implica el desempeño más sobresaliente en la prueba en relación con los otros competidores de la habilidad.

El sistema de evaluación de WorldSkills Americas es una estrategia en las áreas de formación tecnológica de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, la cual busca elevar la calidad de la formación técnica, alcanzando estándares internacionales, a través del desarrollo y participación en competencias de habilidades en sectores como: Mecatrónica, Ingeniería CAD, Soldadura, Torno CNC, Fresa CNC, Tecnología Automotriz, Robótica Móvil, Administración de Sistemas de Redes y Cocina entre otras. Potenciar el desarrollo de competencias y habilidades en cada uno de los sectores es el mayor reto de ITCA-FEPADE, en vinculación con la misión de la Institución: **“Formar profesionales integrales**

y competentes que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios”.

Conclusiones

- a. El sistema evaluativo de WorldSkills Americas busca promover justicia, transparencia y equidad.
- b. Los criterios de evaluación son las destrezas principales para tener en cuenta la valoración del desarrollo del proyecto prueba de cada competidor, de acuerdo con el Descriptivo Técnico. Los criterios de evaluación se subdividen en subcriterios y esto a su vez se dividen en aspectos que son los puntos específicos que se evalúan individualmente y cuya sumatoria da como resultado la puntuación total del criterio de evaluación.
- c. EL resultado de la evaluación tiene el aspecto estándar de “Cumple” o “No cumple”, en ningún caso puede darse un resultado de “Cumple parcialmente”. No puede asignar en la evaluación una parte de los puntos correspondientes al criterio a evaluar.

- d. El sistema de evaluación contribuye a formar estudiantes integrales, capaces de tomar decisiones, resolver problemas, manejar emociones y manejar estrés. Cito textualmente las palabras de presidente de WorldSkills Americas, Roberto Spada: “Si eres determinado los límites dejan de existir”, Capacitación de expertos en Mecatrónica Sao Pablo, Brasil 2016.

Bibliografía

1. M.C. Cardona Maltó, Diversidad y educación inclusiva: enfoques metodológicos y estrategias para una enseñanza colaborativa”, España: Pearson Educación, 2006.
2. J.S. Martínez García, La equidad y la educación. Madrid: Catarata, 2017.
3. WorldSkills Sena Colombia, [En línea]. Disponible en: <http://worldskills.sena.edu.co/#!/index> [Accedido: 22-abr-2021]

ITCA FEPADE
Formación Profesional

DESARROLLA NUEVAS COMPETENCIAS

ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN

- Idiomas.
- Tecnología Informática.
- Redes y Sistemas Informáticos.
- Hostelería y Turismo.
- Mecánica Automotriz.
- Electrónica y Electricidad.
- Mecatrónica y Automatización de Procesos.
- Control Numérico Computarizado /Impresión 3D.
- Administrativa – Financiera.

CONTÁCTANOS

WhatsApp 7852-2379

Teléfono 2132-7416

Correo electrónico formacion@itca.edu.sv

LA NECESIDAD DE DESARROLLAR HABILIDADES BLANDAS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL

Sandra Beatriz Justiniano de Pérez

Ingeniera en Sistemas y Computación. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central.
Correo electrónico: sandra.justiniano@itca.edu.sv

Recibido: 10/09/2021 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

La demanda actual de conocimiento ha obligado a enfocar los esfuerzos educativos al desarrollo de habilidades técnicas muchas veces relegando a segundo plano el desempeño social, sin reforzar valores, potenciar aptitudes y actitudes, moldear carácter y la inteligencia emocional para la resolución de problemas y conflictos, dando como resultado, a mediano plazo, un deficiente desempeño laboral en los nuevos profesionales. Constantemente los perfiles de puestos expresan la necesidad de personal con experiencia en el área técnica específica, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, poco se enfatiza que los aspirantes deben tener habilidades como la proactividad, el enfoque a cumplimiento de metas, la capacidad de resolución de conflictos, pensamiento crítico, trabajo en equipo, liderazgo, entre otros. Por lo anterior, este artículo expone las principales habilidades blandas que deben ser incluidas para garantizar el desarrollo durante la formación profesional.

Palabras clave

Formación profesional, formación por competencias, habilidades blandas, formación complementaria.

THE NEED TO DEVELOP SOFT SKILLS IN VOCATIONAL TRAINING

Abstract

The current demand for knowledge has forced to focus educational efforts on the development of technical skills, often relegating social performance to the background, without reinforcing values, strengthening aptitudes and attitudes, molding character and emotional intelligence for the resolution of problems and conflicts, resulting, in the medium term, in poor job performance in new professionals. Job profiles constantly express the need for personnel with experience in a specific technical area; however, in most cases, little emphasis is placed on the fact that applicants must have skills such as proactivity, a focus on meeting goals, the ability to resolve conflicts, critical thinking, teamwork, leadership, among others. Therefore, this article presents the main soft skills that should be included to guarantee their development during professional training.

Keyword

Vocational training, skills training, soft skills, complementary training.

Introducción

Uno de los mayores retos de las empresas en la actualidad, es encontrar el personal idóneo para los puestos de trabajo requeridos; los perfiles de puesto representan una pauta para la elección del personal, sin embargo, muchas veces, si se toma como referencia su preparación técnico-profesional, el personal seleccionado no es el más idóneo, reflejándose esto muchas veces en los mandos medios cuando ellos no poseen la capacidad para proporcionar indicaciones y ejecutar tareas de control en el desempeño de sus

colaboradores, dando como resultado un bajo desempeño que repercute en todas las actividades de la organización.

Las habilidades que son más valoradas en ese momento son denominadas: habilidades blandas, siendo estas el resultado de un conjunto de aptitudes sociales, de comunicación, de forma de ser, carácter emocional, entre otras. Comúnmente se piensa que los valores son estas habilidades, sin embargo, el tema es mucho más profundo que ello, dado que se refiere

precisamente a la capacidad de moverse en el entorno sociolaboral, en donde no siempre las mayores exigencias de desempeño son lo apropiado para la organización.

Dado el contexto, el desarrollo de las habilidades blandas, muchas veces se ha visto omitido porque el tiempo para formarlas es largo y requiere mucha disciplina, sin el acceso a la información de lo que las empresas realmente necesitan en este plano, y con la currícula académica limitada es difícil moldear el carácter de los estudiantes y enfocarlo a un desempeño eficiente.

Desarrollo

La formación profesional por lo general se enfoca únicamente al desarrollo del conocimiento técnico, fundamentos teóricos y habilidades prácticas representan el todo de los planes de estudio, si bien es cierto, se incluyen materias o módulos denominados como ética, psicología, filosofía, entre otros, pero estos no son suficientes para formar habilidades sociales, incluyendo el pensamiento crítico y autodominio, dado que estos módulos buscan conocer el origen etimológico de los conceptos y proporcionar criterios generales respecto a una conducta moral, no representando en ningún momento una guía de comportamiento ni tampoco un método para desarrollar estas habilidades.

Las habilidades sociales tienen diferentes matices, sin embargo, el enfoque más importante es el actualmente denominado como habilidades blandas, aquellas que son significativas en el ámbito laboral. De múltiples fuentes se puede obtener conceptos relacionados al comportamiento laboral, pero muchas veces se deja de lado el factor emocional de cada colaborador en una organización.

Las principales habilidades blandas son:

- ✓ **Comunicación:** saber expresar ideas y recibir la de los compañeros, siendo esto fundamental para la ejecución de tareas.
- ✓ **Gestión del tiempo:** la planificación de tareas y organización del tiempo ayuda a que el equipo cumpla con sus objetivos.
- ✓ **Negociación:** capacidad para llegar a acuerdos entre dos o más partes, considerando los beneficios mutuos.
- ✓ **Orientación a resultados:** dirigir los esfuerzos al cumplimiento de metas y objetivos organizacionales, permitiendo la toma de decisiones de forma fluida.
- ✓ **Gestión de conflictos:** busca la solución a situaciones que

pueden resultar estresantes y afectar el cumplimiento de las metas organizacionales, influyen aspectos como culturales, tecnológicos, personales e incluso emocionales.

- ✓ **Manejo del estrés:** habilidad que es fundamental para la resolución de conflictos, procurando mantener la salud física y mental de todos los colaboradores en un equipo.
- ✓ **Flexibilidad:** capacidad de adaptarse a los cambios culturales y tecnológicos en una organización.
- ✓ **Empatía:** comprender las debilidades y fortalezas de los miembros del equipo de trabajo, aspectos personales como sus fuentes de inspiración, anhelos, preocupaciones, necesidades y compromisos.
- ✓ **Trabajo en equipo:** habilidad para coordinar tareas en un conjunto, respetar opiniones y procurar el cumplimiento de metas y objetivos, sin violentar las necesidades de los colaboradores.
- ✓ **Pensamiento crítico:** capacidad de percibir y discernir sobre los problemas relacionados a un modo de actuar, identificar las implicaciones, causas, consecuencias, y las opciones como rutas de acción.
- ✓ **Control de emociones:** dominio propio, autocontrol y manejo saludable de las situaciones de estrés, y saber exponer las necesidades para la ejecución eficiente de sus tareas.

Existen muchas más habilidades que deben ser desarrolladas, la mayoría de ellas van enfocándose poco a poco al factor emocional.

Una de las dificultades para el desarrollo de las habilidades blandas, es que se teme entrar en el terreno de las emociones, las personas evaden admitir un juicio sobre algo que les afecta, el mostrar algún signo de debilidad, dolor o tristeza, una alegría desmesurada o ansiedad sobre un tema que les provoque tales reacciones, eliminando casi por completo el factor humano. Por su parte, en la formación académica, los planes de estudio, como se mencionó anteriormente, incluyen la preparación teórica en áreas de psicología, ética, filosofía, formación en valores y más, pero se relega el factor humano, se proporcionan pautas de comportamiento, forzando a aceptar algo como bueno o malo, o como apropiado o inapropiado.

Las emociones son parte fundamental en la toma de decisiones, la forma de reaccionar ante una determinada situación estará influenciada por diversos factores, la

formación familiar, aspectos culturales, intereses y emociones propias, por tanto, no se puede enmarcar a una persona en un perfil laboral.

Para desarrollar efectivamente las habilidades blandas, deberán tomarse nuevas estrategias educativas, como la inclusión de metodologías que vuelvan a los estudiantes partícipes de la toma de decisiones dentro del aula, proporcionar soluciones ante las problemáticas que se les presenten sin temor a equivocarse, orientarles a encontrar a un líder en el equipo, aprender a delegar actividades, y permitirles expresar sus inquietudes dentro del marco de las buenas costumbres.

En muchas empresas, se limita el desarrollo profesional de sus trabajadores, al no proporcionarles las vías de capacitación, o extralimitar las exigencias corporativas minimizando las necesidades de sus empleados; sin considerar el factor humano (emocional) no se da espacio a las habilidades blandas que son fundamentales para el alcance de metas.

Para que un empleado rinda y se identifique con los objetivos organizacionales deberá sentirse cómodo en la toma de decisiones, en la expresión de sus criterios, en exponer sus necesidades y que, por tanto, la organización empatices con las mismas; de esta forma se potenciará el cumplimiento de metas dado que los equipos de trabajo ejecutarán actividades orientadas a un mismo fin, se logrará la colaboración y el delegar tareas permitirá un sano liderazgo de los mandos medios.

Conclusiones

1. Las habilidades blandas están estrechamente vinculadas al factor emocional, cada individuo en una sociedad reaccionará diferente ante una misma situación, dado que estará influenciado por un conjunto de factores.
2. La preparación académica no es suficiente para el cumplimiento de metas organizacionales, una persona con excelencia académica puede no saber expresarse apropiadamente, dificultando así la comunicación en los equipos de trabajo.
3. Encontrar al personal idóneo para un perfil de puesto no solo está vinculado a su nivel académico, sino también a su experiencia en el campo, en donde se solicitan recomendaciones, es usual que en estas se reciban expresiones como: “es responsable, es puntal, es respetuoso, guarda la calma ante situaciones de estrés, etc.”, reflejando esto que el desempeño más relevante es el social a través de las habilidades blandas.

Recomendaciones

- a. En cada plan de estudio, para cada materia, deben considerarse actividades que permitan la libertad de pensamiento en el contexto académico a cada uno de los estudiantes, y se les faculte para expresar y tomar decisiones sin temor a equivocarse.
- b. Desarrollar actividades académicas que permitan la asignación de roles en perfiles como líderes, comunicadores, operativos y documentadores, por ejemplo.
- c. No penalizar una respuesta emocional no adecuada ante un determinado escenario, sin conocer el origen de ésta, deberá profundizarse el autoconocimiento para obtener el mayor beneficio y orientar a una buena comunicación de sus propias inquietudes ante los demás.
- d. Se debe estimular el debate y el diálogo que permitan construir soluciones ante una problemática, a través de la reflexión colaborativa, abordando y respetando diferentes puntos de vista.
- e. Proporcionar técnicas de resolución de conflictos y casos de empresas reales ante situaciones que generen un debate técnico en un tema específico, repercutiendo incluso en el ámbito moral; preferentemente esto deberá ser incluido en cada material del plan académico, como actividades formativas y no sumativas.

Bibliografía

1. Realinfluencers”, “6 habilidades blandas que los estudiantes necesitan y cómo enseñarlas “ [En línea]. Disponible en: <https://www.realinfluencers.es/2020/09/> [Accedido: 12 may- 2021]
2. Psicologiaymente.com, “¿Qué es la Inteligencia Emocional?” [En línea]. Disponible en: <https://psicologiaymente.com/inteligencia/inteligencia-emocional/> [Accedido: 12- May- 2021].
3. VirtualPro.co, “Desarrollo de habilidades blandas en las aulas” [En línea]. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/noticias/desarrollo-de-habilidades-blandas-en-las-aulas/> [Accedido: 12- may- 2021]
4. EvolMind, “Habilidades blandas, cómo desarrollarlas gracias al e-Learning” [En línea]. Disponible en: <https://www.evolmind.com/blog/habilidades-blandas-en-la-formacion-online/> [Accedido: 12- may- 2021]
5. M. Monjarás, “Competencias y habilidades blandas: ¿por qué son importantes?” [En línea]. Disponible en: <http://www.icorp.com.mx/blog/competencias-habilidades-blandas/> [Accedido: 12-may- 2021]
6. H. Fernández, “20 habilidades blandas que todo líder necesita para tener éxito” [En línea]. Disponible en: <https://economiatc.com/habilidades-blandas/> [Accedido: 12- may-2021]
7. D. Goleman, La inteligencia emocional. Buenos Aires: Zeta, 2010.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

NORMAS DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

La Revista Tecnológica es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, de periodicidad anual. Publica artículos científicos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, computación y acuicultura.

La revista ha sido concebida para la comunidad académica y el sector productivo, como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del país.

Los artículos que se presenten, deben cumplir con los criterios de originalidad, pertinencia, novedad y los lineamientos de redacción que se detallan a continuación.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Cada artículo debe contener:

Título, subtítulo, autores, resumen, palabras clave, introducción, desarrollo o metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, agradecimientos (opcional) y referencias de fuentes confiables impresas o electrónicas.

TÍTULO Y SUBTÍTULO

Debe contener la información esencial del contenido del trabajo y ser lo suficientemente atractivo para invitar a su lectura.

En el caso de tener subtítulo, éste irá separado por dos puntos.

El título y subtítulo deben ser claros y concisos; se recomienda un máximo de 15 palabras que reflejen el contenido del artículo, letra Century Gotic número 14. Si agrega subtítulo, máximo 10 palabras con letra número 12. No utilizar siglas ni abreviaturas. Adjuntar versión en inglés.

AUTORES

Se indica el nombre y apellidos del autor o autores y su filiación institucional, indicando una dirección electrónica de contacto.

Ejemplo: Juan Antonio Pérez. Ingeniero Mecánico, Maestría en Educación, Docente Investigador, Coordinador Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Santa Tecla. Email japerez@itca.edu.sv

Los autores son las personas que han hecho sustanciales contribuciones intelectuales en un trabajo de investigación a publicar. Si hay varios autores, el orden de quién encabeza la lista lo deciden entre ellos.

RESUMEN /ABSTRACT

El resumen se debe redactar en un solo párrafo; se recomienda no exceder de 250 palabras. Debe contener los objetivos del trabajo, breve descripción del desarrollo de la metodología empleada, los resultados más destacados del estudio y las principales conclusiones y recomendaciones.

Comunica en forma rápida y precisa el contenido básico del artículo sin tener que recurrir al resto de la información. Adjuntar versión en idioma Inglés.

Esta es la única parte del artículo que será publicada por algunas bases de datos y es la que leen los investigadores o los interesados en las revisiones bibliográficas para decidir si es conveniente o no acceder al texto completo.

No debe contener abreviaturas, términos poco corrientes, referencia a gráficos o cuadros que figuren en el artículo, ni citas particulares.

PALABRAS CLAVE

Son palabras del lenguaje natural o técnico, suficientemente significativas, extraídas del título o del contenido del documento.

El autor agregará como máximo cinco palabras clave para describir el contenido de su artículo. Adjuntar versión en idioma Inglés.

INTRODUCCIÓN

La introducción contiene el problema y la justificación del trabajo. Presenta antecedentes que fundamentan la importancia del estudio. Recoge la información sobre el propósito del artículo presentado y el conocimiento actual del tema.

Da a conocer los rasgos generales del estudio.

De utilizarse siglas en el texto del artículo deberá indicarse su significado.

DESARROLLO O METODOLOGÍA

Debe estar armonizado en su contenido para mantener la fluidez de la lectura.

Contiene la descripción de la metodología y procedimientos empleados. Para su organización se sugiere subdividirlo en diferentes secciones.

Se presentan las demostraciones, indagaciones y todo lo que el autor considere importante detallar y compartir. Se construye con párrafos de tipo expositivo, cada uno de los cuales expresa solo una idea.

Los métodos estadísticos deben describirse en detalle para su verificación.

En este apartado se describe el contenido medular del artículo y se brindan las explicaciones necesarias para hacer comprensible lo que queremos compartir.

RESULTADOS

Es el apartado que se emplea para comunicar los hallazgos o resultados originales.

Los resultados deben dar respuesta a los objetivos específicos en una investigación.

Se describen las tendencias más sobresalientes del trabajo realizado; se respaldan con el análisis de los datos, procedimientos, diseños experimentales, técnicas y estrategias metodológicas.

Se debe incluir evidencia de la información estadística cuando aplica; incluir tablas, cálculos, gráficas e ilustraciones para una mejor visualización.

En una investigación es importante señalar todos los hallazgos para evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesarios.

FIGURAS Y TABLAS

Deben ubicarse en el artículo con numeración consecutiva precedidas de la abreviatura Fig. o Tab. Las figuras pueden ser gráficos, dibujos o fotografías.

El texto de las tablas debe estar al inicio de cada una, el texto de la figura o ilustración debe estar al pie de cada una y estar redactada de forma clara para no recurrir al texto para su interpretación. Se debe indicar la fuente de cada objeto utilizado; todas las figuras, imágenes y fotografías deben adjuntarse en formato JPG; asegurar la calidad con al menos 5 megapíxeles.

CONCLUSIONES

Las conclusiones son los juicios emitidos por el autor sobre la base de los resultados obtenidos.

En un artículo científico se hace una síntesis de los principales hallazgos, que a la vez, dan respuesta al problema de investigación o temática del artículo; también se comparan estos hallazgos con los resultados obtenidos por otros autores en temas similares. Se deben relacionar las conclusiones con los objetivos específicos del estudio. Las conclusiones deben estar respaldadas por datos disponibles.

RECOMENDACIONES / REFLEXIONES

Deben redactarse de tal forma que faciliten la toma de decisiones respecto al problema planteado, temática del artículo, los resultados alcanzados o futuras investigaciones. Se deben proponer alternativas de solución a un problema detectado en la temática o en la investigación.

Las recomendaciones deben ser claras y enfocarse en la búsqueda para incrementar el conocimiento, nuevas aplicaciones e innovaciones y brindar sugerencias sobre acciones futuras.

AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)

Recoge los nombres de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves del trabajo de investigación del artículo.

Se recomienda incluir a las personas que colaboraron y que no cumplen con los lineamientos de autoría.

REFERENCIAS DE FUENTES CONFIABLES CONSULTADAS: IMPRESAS Y ELECTRÓNICAS

En este apartado se hará referencia a todas las fuentes y documentos impresos, digitales y en línea consultados para soportar el artículo.

Las referencias bibliográficas preferiblemente se redactarán de acuerdo a las Normas IEEE.

Mayor información sobre normas IEEE disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/317388407_Guia_para_citar_y_referenciar_Estilo_IEEE

Las referencias de sitios web deben ser de fuentes confiables y seguras; deben proceder de autores o instituciones de prestigio.

Las fuentes se citarán y redactarán de acuerdo con los ejemplos de referencias mostrados a continuación.

EJEMPLOS DE REFERENCIAS

Libros

[1] Iniciales y Apellido, Título del libro en letra cursiva, Edición abreviado. Lugar de publicación: Editorial, Año de publicación, capítulo, páginas (abreviadas pp.)

Artículo de una revista

[1] J. K. Autor, "Título del artículo," Título abreviado de la revista en letra cursiva, volumen (abreviado, vol.), número abreviado no.), páginas (abreviado pp.), Mes, Año.

Informe Técnico

[1] Iniciales y apellidos del autor, "Título del informe entre comillas," Nombre de la empresa, Sede de la empresa, Tipo de informe abreviado, Número de informe, Fecha de publicación

Recursos de Internet

Los recursos disponibles en Internet pueden presentar una tipología variada: libros, revistas, portales, bases de datos, entre otros. Se citan igual que los documentos impresos, añadiéndoles la indicación [en línea] u [online], dependiendo del idioma en que se redacta la referencia. Concluye con la URL del sitio y fecha de consulta.

NOTA:

Al citar referencias bibliográficas en el texto del artículo, deberán indicarse en forma numérica entre corchetes y en orden correlativo.

FORMATO PARA LA REDACCIÓN DE ARTÍCULOS

Usar la plantilla con el formato de artículos IEEE, disponible en:

<https://ieeuniversidadecci.files.wordpress.com/2016/08/formato-presentacion-documentos-ieee-es.doc>

Esta plantilla es un archivo de texto "Microsoft Word". Este documento contiene las instrucciones para el formato del artículo y además sirve de ejemplo. El archivo viene listo para utilizar, para redactar su artículo solo deberá reemplazar los títulos, los subtítulos, el contenido, las imágenes y las referencias.

Cada artículo deberá tener como mínimo 4 páginas y no exceder de 8 páginas.

Entregar en un archivo digital y con alta resolución los objetos, las fotografías e imágenes utilizadas en el artículo. No deberán utilizarse imágenes copiadas y pegadas de Internet.

CONVOCATORIA

ITCA-Editores invita a directores, docentes, docentes investigadores de ITCA-FEPADE y profesionales externos, a escribir y compartir sus aportes intelectuales a través de la Revista Tecnológica. Enviar los artículos en un archivo digital adjunto a la siguiente dirección: revistatecnologica@itca.edu.sv

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión.
Tel.: (503) 2668-4700