

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

Volumen 1 · Número 2 · Noviembre 2019 · Publicación Semestral



INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN

ISSN 2600-5565

Volumen 1

Número 2

Noviembre 2019

Publicación Semestral

Dirección:

ISTCT, Av. Isaac Albéniz E4-15 y El Morlán, Sector el Inca, Quito - Ecuador

Contactos:

www.istct.edu.ec

www.investigacionistct.ec

email: revistacientificaistct@gmail.com

Telf.: 099 924 1151

Dirección General

MBA. José Luis Flores, ISTCT, Quito, Ecuador.

Editor General

MSc. Katalina Sarmiento, Vicerrectora
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico,
Quito, Ecuador.

MSc. Luis Daniel Andagoya Alba, Instituto Superior
Tecnológico Central Técnico, Quito, Ecuador.

Gestor de La Revista

MSc. Daniel Isaías Barzallo Núñez, Instituto
Superior Tecnológico Central Técnico, Quito,
Ecuador.

Comité Editorial Externo

PhD Diego Fernando Riofrío Luzcando,
Universidad Internacional SEK, Quito-Ecuador.

PhD Antonio Gómez García, Coordinador de
investigación de la Universidad Internacional SEK,
Quito-Ecuador.

MSc. Humberto Ramos Sánchez, Universidad
Autónoma de México, México- México.

MSc. Gissele Estefanía Mosquera Campaña
Universidad de Manchester, Manchester-UK

MSc. Rina Iliana Rosa Sanabria. ENERCOM
(Energía y Comunicaciones S. de RL), San Pedros
de Sula-Honduras

MSc. Flavio Anibal Corella Guerra. Instituto de
Capacitación Profesional del Valle "ICAPVAL",
Quito-Ecuador

Editores De Sección

MSc. Joyce Shirley Narvaez Sarango, Instituto
Superior Tecnológico Central Técnico, Quito,
Ecuador.

MSc. Lenin Daniel Valdivieso Simba, Instituto
Superior Tecnológico Central Técnico, Quito,
Ecuador.

Maquetación

Ing. Hilda Jacqueline Montesdeoca Orozco,
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico,
Quito, Ecuador.

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO



La aventura de descubrir



Noviembre- 2019



Prólogo

El mundo actual caracterizado por su dinámica en constante aceleración plantea múltiples y complejos desafíos dados en el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, motivando a sus actores principales: estudiantes y docentes a desplazarse al ritmo del avance científico y tecnológico, esta es una constante que abarca a todos los campos del conocimiento y que en el área de la tecnología alcanza dimensiones superlativas, dada su importancia para el bienestar humano.

El objetivo de esta segunda edición de la revista tecnológica "Investigación IST Central Técnico" y continuando con las líneas de investigación en Electrónica, Electricidad, Mecánica Industrial y Mecánica Automotriz, es generar contenidos a la sociedad en forma perspectiva en el conocimiento científico para continuar con la excelencia a nivel de la educación superior.

En este afán, la comisión de investigación del IST Central Técnico con el apoyo de sus autoridades, destaca la publicación periódica de los trabajos científicos desarrollados fuera y dentro de la institución.

Ing. José Luis Flores Flores, MBA

Rector ISTCT

Revista Investigación Tecnológica ISTCT

Nota Editorial

Los nuevos desafíos que enfrenta la educación superior han permitido que el componente de investigación sea una de las principales actividades dentro del que hacer académico, en este sentido, el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, dando continuidad a las actividades investigativas pone a consideración de la comunidad académica, así como del público en general, el segundo número de su revista de divulgación científica "Investigación Tecnológica IST Central Técnico".

En este segundo número se presenta trabajos realizados por profesionales vinculados con la investigación cuyos campos de trabajo se alinean a los planteados por la presente revista, estas áreas comprenden los campos de Electrónica, Electricidad, Mecánica automotriz y Mecánica industrial.

El presente número presenta trabajos de análisis en temáticas como Industria 4.0; Nuevas configuraciones de electrodos para sistemas de puesta a tierra; Autos híbridos; Nuevos materiales compuesto de resina poliéster y fibra de coco; Autos eléctricos y sus perspectivas futuras en la educación superior; Sistemas de seguridad industrial y Sistemas de planificación, gestión y control de la producción industrial.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos quienes conforman la comunidad del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico encabezado por autoridades Ing. José Flores Flores, MBA, Rector del instituto y Lcda. Katalina Sarmiento, Mgs, Vicerrectora del instituto, por el apoyo incondicional que han depositado en la comisión de investigación y su apertura para lograr la continuidad de la presente revista

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Comisión de Investigación, Ing. José Beltrán, Ing. Paulina Manjarrés, al Comité Editorial, revisores y autores que colaboraron en el presente número de la revista, así como a las empresas auspiciantes, por la confianza depositada en el trabajo de la comisión de investigación para la consecución de este proyecto.

Gracias por colaborar con nosotros.

MSc. Luis Daniel Andagoya Alba,
Editor General
Revista Investigación Tecnológica ISTCT

ÍNDICE

Análisis de la innovación tecnológica avícola ecuatoriano en el contexto de industria 4.0.....	7
Influencia de la forma del electrodo en la resistencia final de un sistema de puesta a tierra.....	16
Comparación del consumo de combustible del sistema híbrido estándar y enchufable en un toyota prius.....	26
Análisis de corrosión en un material compuesto de resina poliéster y fibra de coco.....	36
Aspectos que debe tomar en cuenta la educación superior tecnológica con el cambio del motor de combustión a eléctrico en esmeraldas.	46
Acciones para el correcto desarrollo de la formación dual en el Instituto "Luis Tello"	55
Sistema de seguridad para vaciado de aluminio fundido en horno de crisol.....	64
Diseño, análisis e implementación de un sistema de planificación, gestión y control de la producción utilizando un master resource planning rp para la empresa prosergraf.....	74

ANÁLISIS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AVÍCOLA ECUATORIANO EN EL CONTEXTO DE INDUSTRIA 4.0

ANALYSIS OF THE ECUADORIAN POULTRY TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0

D. Barzallo Núñez¹

D. Basantes Montero²

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

⁽¹⁾ e-mail: dibarzallon@gmail.com

⁽²⁾ e-mail: dtbasantesm@gmail.com

Resumen

Ecuador tiene empresas dedicadas a la avicultura las cuales se dividen en aves de campo, planteles avícolas y producción de huevos de gallina. El objetivo de este estudio es analizar la innovación tecnológica en el sector avícola ecuatoriano con el fin de determinar el grado de desarrollo tecnológico en el contexto de la Industria 4.0. Se utilizó una investigación de carácter descriptivo bibliográfico y de acuerdo con los estudios realizados se determinó que nuestro país carece de innovación tecnológica en este sector, ya que las grandes y medianas empresas tienen procesos automatizados y semi automatizados, en cambio las empresas pequeñas y granjas de campo realizan trabajos manuales en su producción y comercialización. Los resultados muestran la falta de conocimiento en las nuevas tecnologías que permiten digitalizar una industria en todos sus departamentos, por lo que existe resistencia en la innovación y capacitación de personal.

Palabras clave — Avicultura, planteles avícolas, industria 4.0, automatización.

Abstract

Ecuador has companies dedicated to poultry farming which are divided into field birds, poultry farms and chicken egg production. The objective of this study is to analyze technological innovation in the Ecuadorian poultry sector in order to determine the degree of technological development in the context of Industry 4.0. An investigation of a bibliographic descriptive nature was used and according to the studies carried out, it was determined that our country lacks technological innovation in this sector, since large and medium-sized companies have automated and semi-automated processes, on the other hand, small companies and farms field perform manual work in their production and marketing. The results show the lack of knowledge in the new technologies that allow digitizing an industry in all its departments, so there is resistance in innovation and training of personnel.

Keywords — Key words: poultry farming, poultry farms, industry 4.0, automation.

INTRODUCCIÓN

La cuarta revolución industrial es una propuesta del gobierno alemán que combina una serie de tecnologías inteligentes como la robótica, la inteligencia artificial, Big Data, el Internet of Things (IoT), entre otras, y que tienen la finalidad de digitalizar todos los procesos industriales o de servicio, optimizando los recursos y utilizando efectivas metodologías para tener negocios inteligentes mejorando toda la cadena de valor.

En el contexto de la industria 4.0 se trata de observar en el Ecuador el avance de las tecnologías y la innovación que tiene cada uno de los sectores industriales en el país. Por lo que se eligió un sector alimenticio de alto consumo como es el sector

avícola, para determinar cómo se está avanzando en la digitalización y su transformación tecnológica de este sector en particular. Con estos resultados se trata de entender cuáles son los mayores obstáculos y tener una visión general de cuál es el estado de la industria avícola en el Ecuador.

Las industrias deben comenzar a cambiar la manera de hacer negocio, por lo que es necesario incluir en sus actividades tanto administrativas como de producción, tecnologías que le permitan obtener datos, procesarlos y transmitirlos de manera que todos los actores de este sector tengan la posibilidad de comprender qué es lo que está pasando en la cadena de valor.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se seleccionó una técnica exploratoria y analítica para recolección de información sistemática de fuentes principales como la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE) y el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). También se realizó una encuesta en el contexto de la industria 4.0 para recolectar información acerca de utilización de nuevas tecnologías en el sector avícola.

2.1. Situación actual de la producción avícola.

La Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), agrupa aproximadamente al 80% de productores del país, liderando acciones de orden sanitario, ambiental y de promoción de consumo de proteína animal.

Según la CONAVE, la participación del mercado de esta industria está repartida de la siguiente manera:

Aproximadamente el 60% del mercado es manejado por PRONACA y el resto se distribuye entre las siguientes empresas: Grupo Oro, Grupo Anhlazer, POFASA, Avícola Pradera, Andina, entre otras. El 45% de la producción de materia prima registra la intervención de PRONACA, a través de los programas de fomento agrícola que esta empresa entrega a los medianos productores de maíz y soya. (CONAVE, 2016).



Figura 1: Participación de mercado avícola. (CONAVE, 2016).

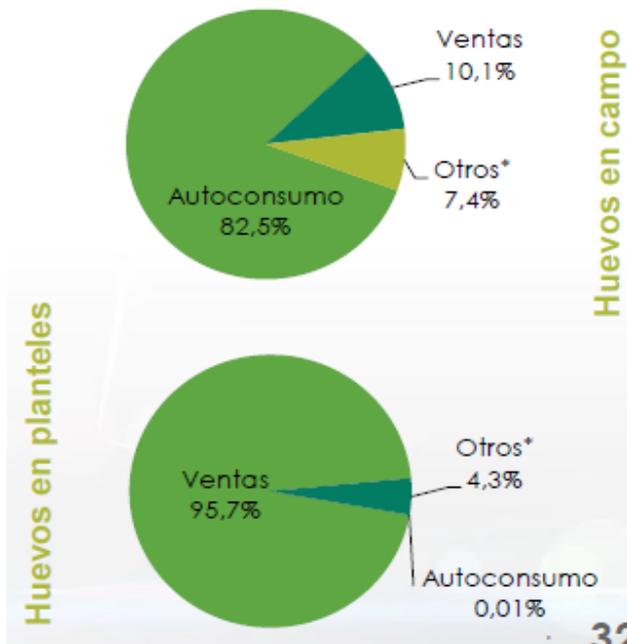


Figura 5: Producción de huevos por campo y planteles avícolas. (INEC, 2019).

Los datos recogidos son tomados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2018, publicada por el INEC en abril del 2019.

2.2. Tecnologías para el desarrollo de planteles avícolas.

2.2.1. Granjas Artesanales o Familiares.

Las granjas artesanales tienen como característica procesos manuales de producción, generalmente estas granjas las componen grupos familiares y la mayoría de su producción va dirigido al auto consumo.

La alimentación de las aves, la crianza y el faenamiento continúa siendo procesos sin ningún control de procesos en este tipo de granjas en el Ecuador.

2.2.2. Granjas semi - tecnificadas.

Las granjas semi tecnificadas son aquellos galpones que dentro de sus procesos cuentan

con módulos automatizados y otros de carácter manual, como por ejemplo el proceso del desprese de las aves. En el Ecuador las medianas y grandes granjas que tienen una gran participación en el mercado están dentro de esta categoría.

2.2.3. Granjas 100% tecnificadas.

Este tipo de granjas pose una automatización completa entre sus procesos y comunicación en cada uno de ellos, la mejora de los procesos de producción es reflejados en su cantidad y calidad, los recursos humanos claramente tienen otra función más especializada ya que sus actividades no intervienen directamente en el producto, si no en la calibración y mantenimiento de las tecnologías que se ocupan en estos espacios.

2.2.4. Innovación tecnológica.

Para que una empresa pueda transformarse digitalmente, primero debe analizar el nivel de madurez respecto a la innovación y la transformación digital, después realizar un análisis DAFO, plantearse por qué es importante la innovación y transformación digital, analizar cuáles son los problemas más importantes de innovación dentro de sus procesos y analizar cuáles objetivos estratégicos estarán asociados a la estrategia de innovación. Existen muchas empresas que dicen ser innovadoras, pero realmente no lo son, porque no tienen una estrategia clara de sus innovaciones que debería estar asociada con los objetivos estratégicos de su empresa. La innovación debería ser rentable, o no tendrá sentido. (Sánchez, 2017)

2.2.5. Elementos clave para la transformación digital en Industria 4.0

Los elementos claves que se tienen que trabajar en las industrias avícolas son:

Primer nivel es la madurez en habilitadores digitales, en este primer elemento clave, la empresa deberá analizar si está preparada para implantar estas tecnologías. Para ello, debe utilizar

herramientas y métodos de evaluación del nivel de madurez. De hecho, del informe resultante dependerá todo lo demás: el punto de partida, los esfuerzos que realizar, las prioridades, las necesidades, los recursos, la preparación necesaria, etc. Dependiendo del nivel de madurez que tenga la empresa, el camino a recorrer será más largo o corto, y las acciones a realizar, más complejas o sencillas.

El informe que obtengamos de la herramienta de evaluación del nivel de madurez servirá de base para diseñar una propuesta de estrategia de +transformación digital, que debería estar perfectamente alineada con la estrategia de innovación.

El segundo elemento es la visión y liderazgo de la alta dirección, el borrador de estrategia será estudiado y, con toda seguridad, modificado tras las preguntas y peticiones expresadas por la alta dirección de la empresa. La importancia de la alta dirección es evidente. Los primeros que deben estar convencidos de las ventajas de la transformación digital y la Industria 4.0 son sus directivos, que son los únicos que tienen potestad para cambiar la empresa. Su apoyo e participación es el mejor y más claro mensaje que se puede enviar a los empleados

El tercer elemento es el tiempo y recursos suficientes. Las empresas que realizan procesos de transformación digital e innovación deben poner a disposición de los empleados los medios necesarios. Aunque esta afirmación es casi una obviedad, una de las principales quejas de los empleados cuando participan en estos procesos es que no disponen de tiempo, ni formación, ni recursos materiales para poder hacer lo que se les pide.

El cuarto elemento es la actitud abierta y filosofía "Open Innovation", otro componente adecuado es que la empresa permita cuestionar la forma de hacer las cosas.

El quinto elemento es el talento 4.0, hay que tomar en cuenta que las empresas no innovan sino las personas, por esta razón se debe enfatizar en el protagonismo de las personas en la industria 4.0. por esta razón hay que fomentar una cultura de cambio y para lograrlo, la industria avícola debe implementar buenas prácticas tales como definir políticas de fomento de cultura digital e innovación, definir políticas de reconocimientos e incentivos ante logros digitales, contratación de talento 4.0, fomentar proyectos según el perfil del personal, celebrar las victorias y aprender de los fracasos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Para realizar el análisis de la innovación tecnológica en el contexto de la industria 4.0, hay que realizar una visión general de la madurez digital de las empresas avícolas del Ecuador. Los parámetros que se van a utilizar para dar una evaluación son los siguientes:

- Conocimiento de la cuarta revolución.
- Estrategia de transformación e innovación tecnológica.
- Inversión en habilitadores digitales.
- Cultura y buena gestión de la innovación.
- Utilización de habilitadores digitales en el contexto de la industria 4.0

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el porcentaje de empresarios que conoce qué es la Cuarta Revolución Industrial es del 16,7%. Es importante destacar que este porcentaje es muy significativo y nos da una idea general del nivel de innovación que se genera en la industria avícola.

¿CONOCE QUÉ ES LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?

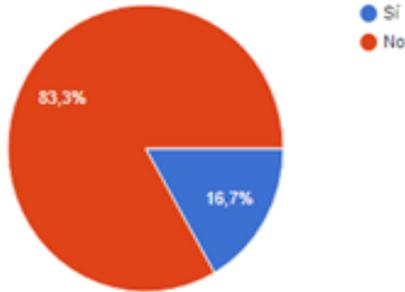


Figura 6: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

Estrategia de transformación digital

Las empresas avícolas ecuatorianas no tienen un incentivo que les permita adoptar una estrategia para migrar sus negocios de un modelo tradicional a fundamentalmente digitales. Para el total de la encuesta, el 33.3% de los empresarios manifestaron que están adoptando una estrategia de transformación digital.

¿LA EMPRESA TIENE UNA ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL?

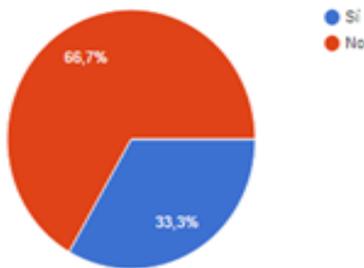


Figura 7: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

En la misma dirección, el porcentaje de empresarios que consideran que su negocio será digital en más de un 50% en un futuro cercano, en la industria Avícola es de un 50%

¿LA EMPRESA PLANEA SER UN NEGOCIO DIGITAL EN MAS DE UN 50% EN UN FUTURO?

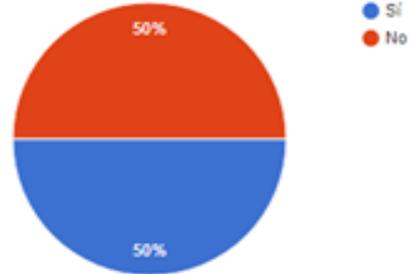


Figura 8: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

Tecnologías digitales utilizadas en la industria avícola según la encuesta realizada es Cloud Computing, IoT, Mercado Digital

¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZA EN LA INDUSTRIA AVICOLA?

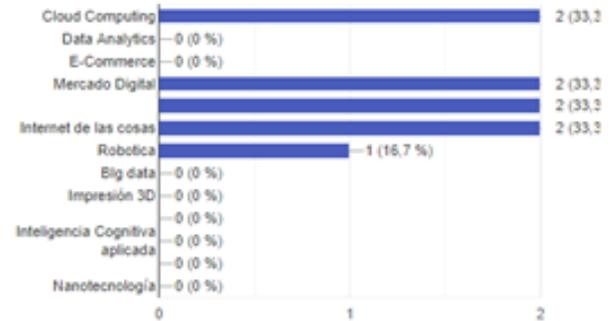


Figura 9: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

Las tecnologías que la industria avícola ha logrado implementar en sus procesos son: Cloud Computing, IoT, E-Commerce y BI.

¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES TECNOLOGÍAS DIGITALES ESTA IMPLEMENTANDO EN LOS SERVICIOS O PROCESOS DE PRODUCCIÓN?

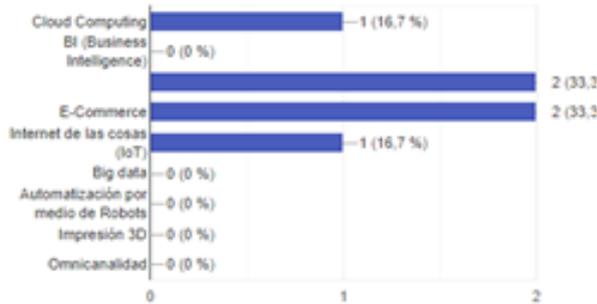


Figura 10: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

Este resultado demuestra que la industria ecuatoriana ha invertido en nuevas tecnologías en un 66.7%.

¿HA INVERTIDO LA EMPRESA EN TECNOLOGÍA O TRANSFORMACIÓN DIGITAL EL AÑO ACTUAL?

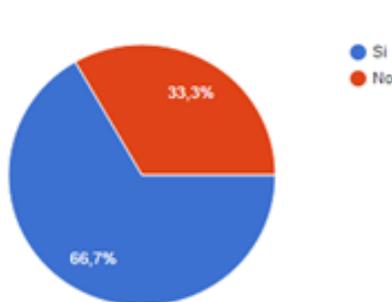


Figura 11: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

La industria avícola es consciente de la necesidad de invertir en nuevos habilitadores tecnológicos, por lo que en su mayoría existe dentro de su planificación presupuestaria, recursos para innovación y transformación tecnológica y en otras existe la intención de incluir recursos, con la finalidad de mejorar sus procesos productivos.

¿TIENE PREVISTO LA EMPRESA INVERTIR EN TECNOLOGÍA O TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL SIGUIENTE AÑO ?



Figura 12: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

Hoy en día las empresas tratan de manejar una plataforma digital para agilizar algunos procesos en la industria avícola el, 3.3% tiene una plataforma digital en algún proceso de su negocio.

¿UTILIZA ALGUNA PLATAFORMA DIGITAL PARA SU NEGOCIO?

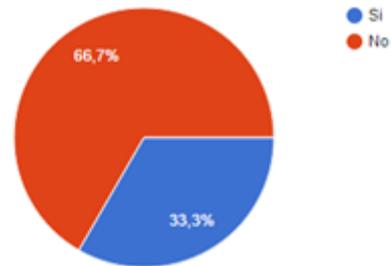


Figura 13: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

Los principales desafíos y barreras que tiene la mayoría de las industrias ecuatorianas según la encuesta planteada, es la falta de conocimiento de habilitadores digitales dentro de su talento humano. Fomentar una cultura de innovación en todos los niveles de la industria es necesario para poder crear cambios significativos en la cadena de valor y de esta manera tener un visión abierta para futuras inversiones.

¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES BARRERAS Y DESAFÍOS PARA LOGRAR UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EXITOSA?

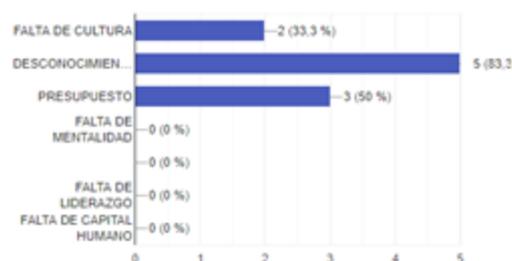


Figura 14: Encuesta de transformación digital en el contexto de la industria 4.0 (Fuente: Propia).

CONCLUSIONES

El fenómeno del uso de mejores tecnologías está en camino en nuestro país y se va insertando en esta nueva cultura de producción.

El tan anunciado cambio de matriz productiva que se viene promulgando en Ecuador y que hoy tiene a la generación de energía limpia como su gran logro, genera expectativas, sin embargo, se tiene claro que para llegar a tener industrias 4.0 se requiere de una política integrada que facilite una cantidad sustancial de recursos económicos, tecnológicos y de conocimiento. Sólo si se podrá completar el proceso y poder hacer frente a la industria internacional

En cuanto a la innovación tecnológica dentro de la industria avícola, que existe presupuesto para invertir en tecnología a futuro, pero no existe

el suficiente conocimiento para encamarlo en el contexto de la industria 4,0

La industria avícola ecuatoriana carece de departamentos especializados en innovación y transformación digital en el marco de la industria 4,0

Uno de los mayores retos es promover una cultura de transformación digital dentro de la industria.

Las universidades y academias deben estar fuertemente ligados promover la transformación digital en base a las necesidades de las industrias

No existe innovación tecnológica en el contexto de la industria 4.0 dentro de la industria avícola ecuatoriana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrieta, E. (2018). Cómo integrar al cliente en el proceso de innovación. *Expansión*. Recuperado de <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2018/01/08/5a538bee22601d45738b45f0.html>

Bhattacharya, R. (noviembre, 2015). Por qué el emprendedurismo interno es la clave para la innovación del negocio. Recuperado de <http://latamdigital.softtek.co/por-qu%C3%A9-el-emprendedurismo-interno-es-la-clave-para-la-innovaci%C3%B3n-del-negocio>

Bratislava Declaration (2016). The Digital Skills Making the Difference. Recuperado de <https://www.lpi-italia.org/wp-content/uploads/2016/10/The-Bratislava-Declaration-on-Digital-Skills-Final.pdf>

Castillo, J. M. (junio, 2016). El estudio de viabilidad [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=FFtwcrpci3c>

Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School.

Dorr, B. (2017). Analysis of Industry 4.0 Revolution by Gartner Analysts. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/analysis-industry-40-revolution-gartner-analysts-brittney-dorr/>

Everac99 (abril, 2016). Cómo hacer Pruebas de Concepto (POC): un enfoque formal. Recuperado de <https://everac99.wordpress.com/2016/04/29/como-hacer-pruebas-de-concepto-poc-un-enfoque-formal/>

Francia, J. (septiembre, 2017). ¿Qué es Scrum? Recuperado de <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2018). Manual del encuestador y supervisor "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC" 2018. Quito.

Project Management Institute (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)* (6.a ed.). Atlanta: PMI Publications.

Ranz, R. (2016a). La Industria 4.0 necesita Talento 4.0: seis retos y un ejemplo. Recuperado de: <https://robertoranz.com/2016/05/27/la-industria-4-0-necesita-talento-4-0-seis-retos-y-un-ejemplo/>

Sánchez, M. A. (2017). Innovación. Todos presumen de ella, pero ¿qué es? Recuperado de <http://www.mobente.com/innovacion-que-es/>

Saavedra, M. (2018). El Design Thinking en la Industria 4.0. *Innovación, Design Thinking, Transformación digital*. Recuperado de: <https://designthinking.gal/el-design-thinking-en-la-industria-4-0-i/>

Velasco, E. M., Zamanillo, I. e Intxaurburu, M. G. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. En Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (Ed.), *Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa: Vol. 2. XX Congreso anual de AEDEM*. Palma de Mallorca, España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2499438.pdf>

INFLUENCIA DE LA FORMA DEL ELECTRODO EN LA RESISTENCIA FINAL DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

INFLUENCE OF THE ELECTRODE FORM IN THE FINAL EARTH GROUNDING SYSTEM RESISTANCE.

Wagner Durán

Gestión Energética y Tecnologías Aplicadas GENTEC S.A.
e-mail: wagfus@hotmail.com

Daniel Andagoya Alba

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico
E-mail: andagoyalba@gmail.com

Resumen

El presente trabajo analiza la influencia de la forma del electrodo en la resistencia final de un sistema de puesta a tierra. Para el análisis se ha realizado un estudio analítico en el cual se determina la formulación matemática que permite calcular la resistencia final de un sistema de puesta a tierra con diferentes formas de electrodo, adicionalmente se han realizado pruebas de campo que permiten contrastar las conclusiones teóricas determinadas por el estudio analítico. Las pruebas de campo, así como el estudio analítico se las realizó en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico y se utilizaron inicialmente tres formas de electrodo, varilla, cilindro y en forma de cubo. Se procuró que cada uno de estos modelos tenga la misma área de contacto con la tierra, así como el mismo medio para poder evaluar la influencia de cada uno en la resistencia final del sistema. Los resultados muestran que la variación del modelo de electrodo si influye en la resistencia final del sistema de puesta a tierra siendo el más favorable el modelo de tipo varilla antes que los otros modelos analizados.

Palabras clave— Campo eléctrico, Electrodo de puesta a tierra, Resistencia de Puesta a tierra, Resistividad, Sistema de Puesta a tierra.

Abstract

This paper analyzes the influence of the electrode forms on the final grounding system resistance. For the analysis an analytical study has been carried out in which the mathematical formulation is determined that allows to calculate the final resistance of a grounding system with different electrode forms, additionally field tests have been carried out in the Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, which allowed to contrast the theoretical data determined by the analytical study. It was tried that each one of the models used has the same area of contact with the earth to be able to evaluate the influence of each one in the final resistance of the system. The results show that the variation of the electrode model has influence on the final resistance of the system, the rod type model being more favorable than the other models analyzed.

Keywords — Electric Field, Grounding Electrode, Grounding Resistance, Resistivity, Grounding System.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad cualquier sistema eléctrico debe necesariamente tener una conexión a tierra, esta conexión resulta necesaria sobre todo en circuitos altamente sensibles a los sobrevoltajes y sobrecorrientes. El sistema de puesta a tierra debe permitir cumplir parámetros de seguridad y confiabilidad tanto en un estado de funcionamiento normal como en un estado de funcionamiento en falla, para lo cual la llamada resistencia de puesta a tierra es el factor principal que define el diseño de este tipo de sistemas, ya sea residencial, comercial o industrial (*Salam & Rahman, 2016*).

La resistencia de una puesta tierra tiene directa influencia en la seguridad que presenta un sistema eléctrico ante una falla, esto debido a que una resistencia a tierra muy elevada no permitiría la dispersión de una corriente de falla hacia la tierra lo que provocaría niveles de corrientes altas en las redes del sistema y errores en los sistemas de medición (*Ingeman-Nielsen, Tomaškovičová, & Dahlin, 2016; Tomaškovičová et al., 2016*).

Un sistema de puesta tierra generalmente está constituido por electrodos de acero recubiertos de una película delgada de cobre interconectados entre sí, a esta estructura se le conoce como la malla de puesta a tierra, sin embargo un sistema de puesta a tierra sencilla podría estar constituida únicamente con un electrodo, estos electrodos son varillas que pueden ser enterradas de forma horizontal o vertical. El diseño de este sistema dependerá de la instalación y sobre todo del va-

lor de resistencia de puesta a tierra final deseado. Para tener valores bajos de resistencia de puesta a tierra estudios previos han demostrado que se necesita aumentar el número de electrodos enterrados o a su vez aumentar la longitud o el radio de los mismos, esto permite tener una mayor área de contacto con la tierra y dispersar de mejor manera la corriente que se desea enviar hacia la misma, sin embargo ha surgido la inquietud de saber cuál será la reacción del sistema de puesta a tierra cambiando la forma del electrodo ya que hasta ahora solamente se han utilizado electrodos en forma de varilla, y adicionalmente, si alguno de estos modelos es técnicamente más eficiente (*Nahman & Djordjevic, 1996*).

En el presente artículo se presenta un estudio técnico analítico de utilizar diferentes formas de electrodo en un sistema de puesta a tierra. Para esto se ha realizado el desarrollo matemático que permitió calcular teóricamente los valores de resistencia de puesta tierra con cuatro modelos de electrodo distinto (varilla, cubo, cilindro y en forma de plancha circular). Adicionalmente se realizaron las pruebas de campo que permitieron corroborar de forma real los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos permitieron observar la variación de la resistencia de puesta a tierra con cada tipo de electrodo y sobre todo observar que modelo es técnicamente el más adecuado para conseguir una resistencia de puesta a tierra baja.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se estudió la teoría necesaria para determinar la resistencia final de un sistema de puesta a tierra con diferentes modelos de electrodo, este análisis se basa en la determinación del campo eléctrico creado por el electrodo en contacto con la superficie de la tierra. Cada modelo presenta un análisis matemático distinto en función de su forma y superficie de contacto con la tierra. Adicionalmente se construyeron modelos de electrodos que fueron enterrados a 0.6m de la superficie y se tomaron medidas de la resistencia final de cada modelo para una comparación con los resultados teóricos. La metodología de análisis está basada en estudios previos realizados por diversos autores (Ingeman-Nielsen et al., 2016; Salam & Rahman, 2016; Tomaškovičová et al., 2016).

2.1. Resistividad del suelo.

La resistividad de un material se define como la resistencia que presenta el mismo al paso de la corriente por cada unidad de superficie. Este valor tiene su importancia puesto que determina la resistencia final de algún material en función de su composición, longitud y área («IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System», 2012; Salam & Rahman, 2016).

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1)$$

Dónde:

- ρ = Resistividad del elemento. [Ω -m]
- R = Resistencia. [Ω]
- l =longitud. [m]
- A = Área. [m²]

En la práctica es importante determinar la resistividad de cualquier suelo que permiten determi-

nar las discontinuidades en las propiedades eléctricas que presenta el mismo.

Actualmente existen algunas metodologías que permiten determinar mediante pruebas de campo la resistividad del suelo.

2.1.1. Método de variación de profundidad o método de tres puntos.

En este método se realizan varias mediciones de la resistencia de una puesta a tierra a diferentes profundidades de un electrodo en forma de varilla, estas mediciones se la puede realizar a través de un teluometro de tres puntos (Aydiner, 2009; «IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System», 2012).

El valor de resistencia medido reflejara implícitamente la resistividad aparente para cada profundidad de la varilla.

La resistividad del terreno en este método se calcula mediante la expresión:

$$\rho = \frac{R2\pi l}{\ln\left(\frac{4l}{r}\right) - 1} \quad (2)$$

Dónde:

- ρ = Resistividad del terreno. [Ω -m]
- R = Resistencia medida. [Ω]
- l = longitud del electrodo bajo la superficie del suelo. [m]
- r =radio del electrodo utilizado.

La determinación de la resistividad final del suelo se la puede determinar de forma visual (cuando ya se tenga un valor constante), sin embargo, también se puede utilizar modelos estadísticos que permiten determinar un valor de re-

sistividad con un porcentaje determinado de ser el valor real. Algunos métodos son simples como determinar el modelo del suelo a través de un promedio pero también existen otras metodologías como el método estadístico de BoxCox en la que se determina un valor de resistividad del suelo con una probabilidad del 70% de ser el real (Datta, Taylor, & Ledwich, 2015; Fundamentos e ingeniería de las puestas a tierra, 2007; Ramírez Castaño & Cano Plata, 2010).

Esta metodología estadística parte de los valores de resistividad medidos a través de cualquier metodología que se considere la adecuada. Con estos insumos se puede seguir los siguientes pasos para determinar un valor de resistividad del suelo a través del método de Box Cox (Fundamentos e ingeniería de las puestas a tierra, 2007; «IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding», 2015; RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD_V3.pdf, s. f.).

a. Tabular los datos de resistividad aparente medida ρ_i .

b. Calcular los logaritmos naturales de cada una de las medidas de resistividad

$$X_i = \ln(\rho_i) \quad (3)$$

c. Se calcula la resistividad promedio del suelo x como:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n} \quad (4)$$

d. Se calcula

$$(X_i - x)^2 \quad (5)$$

e. Se calcula la desviación estándar S como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - x)^2}{n}} \quad (6)$$

f. Se toma el valor de 0.524411 que corresponde al valor mostrado en la función de distribución normal para un valor de Z de 70%.

g. El valor final de la resistividad del suelo (con probabilidad del 70% de no ser superada) viene determinada por:

$$\rho = \ln^{-1}(S * Z + x) \quad (7)$$

2.2. Determinación de resistencia final de puesta a tierra con diferentes modelos de electrodo.

2.2.1. Potencial eléctrico (Salam & Rahman, 2016).

La resistencia de puesta a tierra está directamente relacionada con el potencial eléctrico. Si se considera que existe una carga de prueba q que se encuentra en el punto A y que debe moverse hasta un punto B .

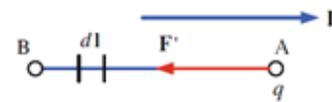


Figura 1: Carga de prueba separada por una distancia (Salam & Rahman, 2016).

La diferencia de potencial dV entre el punto A y B se define mediante la siguiente ecuación:

$$V_A - V_B = V_{AB} = \int_A^B E \cdot dl \quad (8)$$

Dónde:

- V_{AB} : es el voltaje del punto A con referencia al punto B.
- E : Intensidad de campo eléctrico.
- dl : diferencial de distancia.

2.2.2. Resistencia de puesta a tierra con un electrodo de forma de cilindro (Salam & Rahman, 2016).

Un electrodo en forma de cilindro de radio r y longitud l se inserta en el suelo.

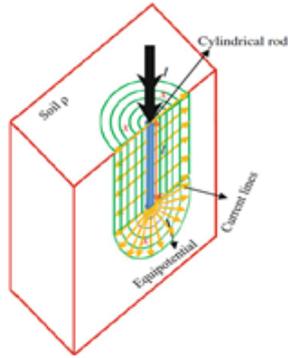


Figura 2: Electrodo en forma de cilindro enterrado en el suelo (Salam & Rahman, 2016).

En este caso en particular, el área superficial del electrodo a cualquier distancia radial x desde el eje longitudinal del cilindro puede escribirse como.

$$A = \pi x^2 + \pi x^2 + 2\pi x l \quad (9)$$

A cualquier distancia radial x , el campo eléctrico se puede escribir como,

$$E(x) = \rho J(x) = \rho \frac{I}{A} \quad (10)$$

Remplazando la expresión del área tenemos:

$$E(x) = \rho \frac{I}{2\pi x^2 + 2\pi x l} \quad (11)$$

El voltaje desde la distancia r hasta el infinito según la ecuación (8) se puede determinar mediante:

$$V = \frac{\rho I}{2\pi} \int_r^\infty \frac{1}{x(l+x)} dx \quad (12)$$

Realizando el desarrollo matemático tenemos:

$$V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\ln \frac{r+l}{r} \right] \quad (13)$$

Sabiendo que:

$$Rg = \frac{V}{I} \quad (14)$$

Entonces la Resistencia de puesta a tierra de un electrodo en forma de cilindro es:

$$Rg = \frac{\rho}{2\pi} \ln \frac{r+l}{r} \quad (15)$$

2.2.3. Resistencia de puesta a tierra con un electrodo de placa circular (Salam & Rahman, 2016).

Una placa circular tiene un radio r insertado horizontalmente en el suelo. En la figura 3 se muestra una sección transversal del suelo con un electrodo de placa circular enterrado. Las líneas de corriente que salen de la placa circular tienen dos direcciones diferentes.

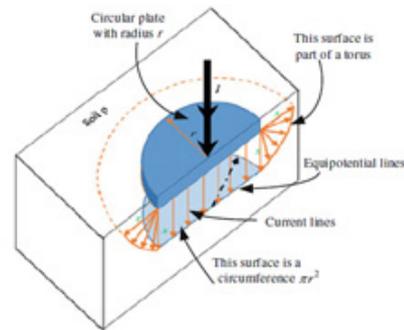


Figura 3: Sección transversal de Placa circular enterrada en el suelo (Salam & Rahman, 2016).

Las líneas de corriente que salen de los bordes son radiales y crean una superficie similar a un cuarto de toro, mientras que las líneas de corriente que salen de la parte inferior de la placa circular son verticales y forman una circunferencia de radio r . El radio interno de dicho toro es r y el radio externo es x como se muestra en la figura 3. En la figura 4 se muestra una representación bidimensional de una placa circular insertada en el suelo. En este caso, necesitamos encontrar el área de una parte del toro usando el primer teorema de Pappus (Salam & Rahman, 2016), que determina el área de superficie del toro de revolución como:

$$A = p \times d = p \times 2\pi x_c \quad (16)$$

Dónde:

- A : es el área del cuarto de toro de revolución.
- p : Perímetro del arco de cuarto de círculo.
- d : diámetro que dibuja el toro en la superficie horizontal
- x_c : Centroide del arco de cuarto de círculo.

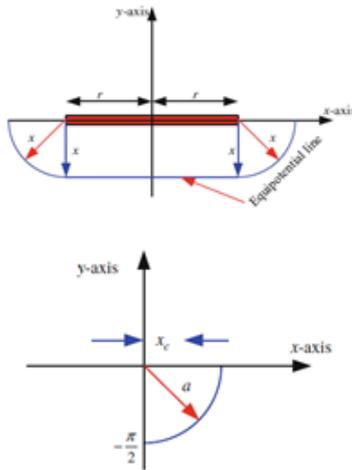


Figura 4: Placa circular enterrada en el suelo en dos dimensiones (Salam & Rahman, 2016).

El radio del arco se considera como a . El centroide del arco de cuarto de círculo se puede determinar cómo,

$$X_c = \frac{1}{\frac{\pi a}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} y a d\theta \quad (17)$$

$$X_c = \frac{2}{\pi a} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (a \sin \theta) a d\theta \quad (18)$$

Como el arco de un cuarto de círculo se desplaza del eje externo por una distancia r , el valor del centroide es, (Salam & Rahman, 2016)

$$X_c = \frac{2x}{\pi} + r \quad (19)$$

El perímetro del arco es,

$$p = \frac{x\pi}{2} \quad (20)$$

Sustituyendo las ecuaciones. (19) y (20) en la ecuación. (16), el área en revolución es,

$$A = \frac{2x}{\pi} \left[2\pi \left(\frac{2x}{\pi} + r \right) \right] = 2\pi x^2 + \pi^2 r x \quad (21)$$

Finalmente, el área completa en revolución es la suma del área de parte del toro y el área de la circunferencia del radio r , que es,

$$A(x) = 2\pi x^2 + \pi^2 r x + \pi r^2 \quad (22)$$

Sustituyendo la ecuación. (22) en la ecuación. (10) tenemos,

$$E(x) = \frac{\rho l}{2\pi x^2 + \pi^2 r x + \pi r^2} \quad (23)$$

Sustituyendo la ecuación. (23) en la ecuación. (8) rendimientos,

$$V_{\infty} = \int_0^{\infty} \frac{\rho l}{2\pi x^2 + \pi^2 r x + \pi r^2} dx \quad (24)$$

Desarrollando la expresión anterior y sustituyendo en la Ecuación (14). La expresión de la resistencia del terreno se puede escribir como,

$$R_g = \frac{\rho}{4.5r} \quad (25)$$

2.2.4. Resistencia de puesta a tierra con un electrodo en forma de cubo.

El cubo consta de 6 placas rectangulares, cada una puede ser analizada de la misma forma que en la placa circular, es decir una superficie rectangular plana y una superficie de un cuarto de toro en los vértices del cubo.

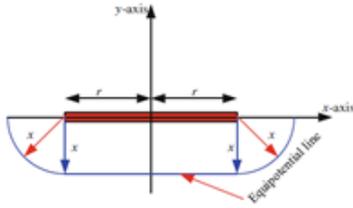


Figura 5: Sección transversal de placa rectangular enterrada en el suelo en dos dimensiones (Salam & Rahman, 2016).

El área del toro de revolución que se forma en cada límite de la placa es:

$$A = p \times d = p \times 2\pi x_c \quad (26)$$

El valor del centroide en este caso según la ecuación (17) y (18) es:

$$X_c = \frac{2x}{\pi} + \frac{1}{2} \quad (27)$$

El perímetro del arco es,

$$p = \frac{x\pi}{2} \quad (28)$$

Sustituyendo las ecuaciones. (27) y (28) en la ecuación. (26), el área en revolución es,

$$A_r = 2x^2\pi + \frac{xl\pi^2}{2} \quad (29)$$

Finalmente, el área completa en revolución es la suma del área de parte del toro y el área del rectángulo de lado l .

$$A_{(x)} = 12 \left[2x^2\pi + \frac{xl\pi^2}{2} \right] + 5l^2 \quad (30)$$

Sustituyendo la ecuación. (30) en la ecuación. (10) tenemos,

$$E_{(x)} = \frac{\rho l}{12 \left[2x^2\pi + \frac{xl\pi^2}{2} \right] + 5l^2} \quad (31)$$

Sustituyendo la ecuación. (31) en la ecuación. (8) rendimientos,

$$V_{\infty} = \int_0^{\infty} \frac{\rho l}{12 \left[2x^2\pi + \frac{xl\pi^2}{2} \right] + 5l^2} dx \quad (32)$$

La expresión de la resistencia del terreno se puede escribir como,

$$R_g = \frac{0.097\rho}{l} \quad (33)$$

RESULTADOS OBTENIDOS

La primera parte del estudio consiste en determinar la resistividad del terreno en el que se desarrollaron las pruebas de campo y que se utilizó como dato para los análisis teóricos. Posteriormente y con el dato de resistividad del suelo determinada se procede a presentar los datos de la resistencia de puesta a tierra con tres modelos de electrodos desarrollados en la parte práctica (Cubo, Cilindro y varilla). Se procuró que el área de contacto de cada electrodo con el suelo sea el mismo, esto con el objetivo de determinar la influencia de la forma de cada electrodo sin la in-

fluencia de otros parámetros que podrían intervenir en la resistencia final de la puesta a tierra.

3.1. Resistividad del suelo.

Se realizaron mediciones de la resistencia de puesta a tierra través de un electrodo en forma de varilla enterrado a diferentes profundidades de forma vertical.

Los resultados obtenidos y el cálculo de la resistividad del suelo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Determinación de resistividad de suelo

	Profundidad de la Varilla. [m]	Resistencia medida. [Ω]	Resistividad Aparente. [ρ _s]	$x_i = \ln \rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$
TRAYECTORIA A	0.3	no det	no det		
	0.6	600	469.58	6.15	0.02
	0.9	560	606.37	6.41	0.01
	1.2	450	615.76	6.42	0.01
	1.5	320	526.04	6.27	0.00
	1.8	240	458.84	6.13	0.03
TRAYECTORIA B	0.3	no det	no det		
	0.6	620	485.23	6.18	0.02
	0.9	550	595.54	6.39	0.01
	1.2	380	519.98	6.25	0.00
	1.5	330	542.48	6.30	0.00
	1.8	290	554.44	6.32	0.00
TRAYECTORIA C	0.3	no det	no det		
	0.6	610	477.40	6.17	0.02
	0.9	580	628.02	6.44	0.02
	1.2	550	752.60	6.62	0.10
	1.5	330	542.48	6.30	0.00
	1.8	280	535.32	6.28	0.00
TRAYECTORIA D	0.3	no det	no det		
	0.6	600	6.41	6.12	0.04
	0.9	560	6.36	6.39	0.01
	1.2	450	6.31	6.49	0.03
	1.5	320	5.80	6.33	0.00
	1.8	240	5.63	6.21	0.01
	SUMA		11072.34	126.16	0.33
	PROM		553.62	6.31	0.02
	DESV STA				0.13
	ρ		587.21		

Fuente: Propia.

3.2. Resistencia de puesta a tierra con electrodo en forma de cubo.

Las siguientes tablas presentan los resultados obtenidos tanto teóricos como prácticos de la resistencia final de un sistema de puesta a tierra con un electrodo en forma de cubo.

El lado del electrodo es de 0.25m y el área de contacto es 0.375m².

Tabla 2: Medidas de resistencia de puesta a tierra con un electrodo en forma de cubo.

Número de medida	Resistencia de puesta a tierra. [Ω]
1	200
2	200
3	190
4	190
5	190
PROMEDIO	194

Fuente: Propia.

Tabla 3: Comparación de Resistencia de tierra medida y calculada con un electrodo en forma de cubo.

	Cubo
Lado	0.25
Área de contacto	0.375
Resistencia calculada	227.84
Resistencia medida	194

Fuente: Propia.

3.3. Resistencia puesta a tierra con electrodo en forma de varilla.

La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos tanto teóricos como prácticos de la resistencia final de un sistema de puesta a tierra con un electrodo en forma de varilla. El diámetro del electrodo es de 9/16" (radio = 7.14mm), con una longitud de 8.22m.

Tabla 4: Medidas de resistencia de puesta a tierra con un electrodo en forma de varilla.

Numero de medida	Resistencia de puesta a tierra. [Ω]
1	90
2	95
3	90
4	80
5	80
PROMEDIO	87

Fuente: Propia.

Tabla 5: Comparación de Resistencia de tierra medida y calculada con un electrodo en forma de varilla.

	Varilla
longitud	8.22
Radio	0.00714
Área de contacto	0.369
Resistencia calculada	80.13
Resistencia medida	88

Fuente: Propia.

3.4. Resistencia puesta a tierra con electrodo en forma de cilindro.

La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos tanto teóricos como prácticos de la resistencia final de un sistema de puesta a tierra con un electrodo en forma de cilindro. El diámetro del electrodo es de 2" (radio = 25.4mm), con una longitud de 2.32m.

Tabla 6: Medidas de resistencia de puesta a tierra con un electrodo en forma de cilindro.

Número de medida	Resistencia de puesta a tierra. [Ω]
1	190
2	180
3	180
4	180
5	180
PROMEDIO	182

Fuente: Propia.

Tabla 7: Comparación de Resistencia de tierra medida y calculada con un electrodo en forma de varilla.

	Cilindro de 2"
Longitud	2.32
radio	0.0254
Área de contacto	0.374
Resistencia calculada	181.86
Resistencia medida	180

Fuente: Propia.

CONCLUSIONES

Según los resultados encontrados se puede concluir que la forma del electrodo si influye en la resistencia final de un sistema de puesta a tierra, esto debido a que este valor está directamente relacionado con el campo eléctrico formado por el electrodo que a su vez depende de la forma del mismo.

Los resultados muestran que la forma más adecuada para un electrodo en forma de varilla puesto que mientras más pequeño es el diámetro de la varilla para una misma área de contacto presenta una resistencia de puesta a tierra menor.

Los tipos de electrodos fueron enterrados a una misma profundidad y colocados de forma ho-

rizantal. En el caso de la varilla y de los cilindros podrían tener inclusive una resistencia de puesta a tierra menor si se los colocara de forma vertical.

En el caso de los electrodos en forma de cilindro se puede concluir que mientras más pequeño es el diámetro del mismo, mejor será la resistencia de puesta a tierra del sistema.

Con los resultados obtenidos se puede generalizar para mallas con varios electrodos, en este sentido una malla con electrodos en forma de varilla será mucho mejor que una malla con cualquier otra forma de electrodo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aydiner, M. G. (2009). Grounding Design Analysis. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.632.9673&rep=rep1&type=pdf>
- Datta, A. J., Taylor, R., & Ledwich, G. (2015). Earth grid safety criteria determination with the standards IEEE-80 and IEC-60479 and optimization of installation depth. 2015 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC), 1-5. <https://doi.org/10.1109/AUPEC.2015.7324834>
- Fundamentos e ingeniería de las puestas a tierra: Respuestas ante fallas eléctricas y rayos. (2007). Universidad de Antioquia.
- IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System. (2012). IEEE Std 81-2012 (Revision of IEEE Std 81-1983), 1-86. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2012.6392181>
- IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. (2015). IEEE Std 80-2013 (Revision of IEEE Std 80-2000/ Incorporates IEEE Std 80-2013/ Cor 1-2015), 1-226. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2015.7109078>
- Ingeman-Nielsen, T., Tomaškovičová, S., & Dahlin, T. (2016). Effect of electrode shape on grounding resistances — Part 1: The focus-one protocol. *GEOPHYSICS*, 81(1), WA159-WA167. <https://doi.org/10.1190/geo2015-0484.1>
- Nahman, J. M., & Djordjevic, V. B. (1996). Resistance to ground of combined grid-multiple rods electrodes. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 11(3), 1337-1342. <https://doi.org/10.1109/61.517488>
- RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD_V3.pdf. (s. f.). Recuperado de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montajes_complementarios/RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD_V3.pdf
- Ramírez Castaño, J., & Cano Plata, E. (2010). SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF.
- Salam, M. A., & Rahman, Q. M. (2016). Power Systems Grounding. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0446-9>
- Tomaškovičová, S., Ingeman-Nielsen, T., Christiansen, A. V., Brandt, I., Dahlin, T., & Elberling, B. (2016). Effect of electrode shape on grounding resistances — Part 2: Experimental results and cryospheric monitoring. *GEOPHYSICS*, 81(1), WA169-WA182. <https://doi.org/10.1190/geo2015-0148.1>

COMPARACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL SISTEMA HÍBRIDO ESTÁNDAR Y ENCHUFABLE EN UN TOYOTA PRIUS

COMPARISON OF THE FUEL CONSUMPTION OF THE STANDARD AND PLUG-IN HYBRID SYSTEM IN A TOYOTA PRIUS

Dario Borja Soto ⁽¹⁾ *
Andrés Moreno Constante ⁽²⁾
Luis Alfredo Tipan ⁽³⁾

^{(1),(2)} Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Quito-Ecuador

⁽³⁾ Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga-Ecuador

⁽¹⁾ (e mail:dario.borja@outlook.es)

⁽²⁾ (e mail:andressebas22@hotmail.com)

⁽³⁾ (e mail:luisnt_92@hotmail.com)

* Autor a quien debe ser enviada la correspondencia

Resumen

La búsqueda de nuevas fuentes energéticas y la mitigación de contaminantes producidos por los motores de combustión interna son objetivos definidos para el cuidado del ambiente, en este artículo se presenta la reducción del consumo de combustible del motor de combustión interna del vehículo híbrido Toyota Prius de tercera generación al implementar un sistema de carga enchufable, con el aumento de baterías de alto voltaje para mejorar su autonomía. Se planteó una metodología cuantitativa para la obtención de datos con un modelo de protocolo a fin de realizar las pruebas de recorrido con ambos tipos de sistemas (estándar y enchufable), para determinar los parámetros de consumo de combustible del vehículo en ruta de carretera y ciudad, los datos se obtuvieron monitoreando valores con protocolos estandarizados. La investigación generó una disminución de consumo de gasolina del 18% en carretera y 48% en ciudad, por su motor de combustión interna, logrando así difundir la implementación de los sistemas enchufables en vehículos híbridos, para mejorar su autonomía eléctrica.

Palabras claves: Sistema enchufable, Consumo de combustible, Protocolo de pruebas, Vehículo híbrido, Dióxido de Carbono.

Abstract

The search of new energetical sources and mitigation of contaminants produced by internal combustion engines are defined objectives for the environmental care, this article presents reduction of fuel consumption in an internal combustion engine of the Toyota Prius third generation hybrid vehicle when it implements a plug-in charge system, with increase of high voltage batteries to improve your autonomy. It was proposed a quantitative methodology for got a data with a protocol model in order to perform the travel tests with both types of systems (standard and plug-in), for determining fuel consumption parameters of vehicle on road and city, this data was obtained by monitoring values with standardized protocols. The research generated a decrease gasoline consumption of 18% on road and 48% on city, in your internal combustion engine, thus we can achieve to extend the implementation of plug-in systems on hybrid vehicles. To improve your electric autonomy.

Keywords: Plug-in system, Fuel consumption, Test protocol, Hybrid vehicle, Carbon dioxide.

INTRODUCCIÓN

Debido al cuidado del medio ambiente y concientización de la población que usa vehículos que funcionan a base de combustibles fósiles, es necesario la búsqueda de nuevas alternativas; una de ellas es la reducción de emisiones de gases contaminantes por parte de los motores de los vehículos, adicional del incremento proporcional de costos de los combustibles convencionales, por lo cual se han logrado alcanzar tecnologías alternativas, los cuales permitan mejorar las condiciones de propulsión del vehículo reduciendo los contaminantes. Dentro de las soluciones tecnológicas más novedosas se encuentra la creación de los vehículos híbridos, las cuales logran establecer cifras muy importantes de reducción de emisiones colocando esta tecnología en el nivel PZEV (Emisión Cero de forma parcial). Esto quiere decir que el vehículo por momentos genera emisiones cero, un logro muy importante puesto que en el momento que esta tecnología este de forma masiva existirá momentos de operación de los vehículos en los cuales no generan emisiones y esto reduce de forma importante los niveles de contaminación según la investigación de (Augeri, 2011).

El objetivo de incursionar en el uso de vehículos híbridos y eléctricos, además de su fabricación es inmiscuirse con el reto de sustituir el uso de combustibles fósiles y reemplazarlos por energía

eléctrica, aprovechando el cambio de matriz energética y productiva en los países en proceso de desarrollo, ya que a mediano plazo estos contarán con superávit de producción eléctrica, un claro ejemplo Ecuador. Adicionalmente, debido al no uso de combustibles fósiles se promueve disminuir la contaminación ambiental, según la (Vicepresidencia de la Republica del Ecuador, 2015).

La electricidad hoy en día tiene innumerables aplicaciones y usos, esto es debido a la facilidad con que se transforma en otras formas de energía, como mecánica, química o térmica. El principal suministro de energía eléctrica se realiza a través de la red eléctrica, sin embargo, hay muchas ocasiones en las que se necesita disponer de energía eléctrica sin poder adquirirla de la red eléctrica. Uno de los principales problemas, es la dificultad en su almacenamiento. Las baterías son una de las pocas formas fiables de almacenarla, convirtiendo por este medio, en energía química y viceversa. Por lo tanto, podemos disponer de electricidad cuando se necesite sin depender de la red. El desarrollo en los últimos años de nuevas aplicaciones (vehículos eléctricos, sistemas fotovoltaicos, sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.) han propiciado el surgimiento y desarrollo de nuevas tecnologías de baterías, cada vez más eficientes y fiables, según, (Ordoñez, 2011).

Dado que la sociedad emplea el vehículo como medio de transporte para realizar sus actividades habituales y desplazarse cortas y largas distancias, el automotor híbrido enchufable es ideal para un entorno urbano donde se puede recuperar la energía con ayuda de sistemas de frenado regenerativo. Pero lo realmente importante es que, realizando un análisis global, la mayoría de kilómetros recorridos serían gracias al uso del motor eléctrico y, por tanto, sustentados con energía limpia renovable, según, (Iniesta, A, 2015).

Los vehículos conocidos como vehículos Plug-in se diferencian del vehículo híbrido en

que sus baterías tienen acceso a recargarse de forma independiente a través de un conector estándar a la red eléctrica. Estos vehículos tienen un doble comportamiento, pues en las distancias con no más de 10 kilómetros funcionan como vehículo eléctrico y en distancias de más de 10 kilómetros como híbrido eléctrico, dado que en esta tipología el uso del motor eléctrico va a ser mayor, sacándole el mayor partido y consiguiendo mayores autonomías en modo eléctrico durante 25 y 50 km, gracias al equipamiento de baterías de mayor tamaño, según la investigación de (Iniesta, A, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

El método de síntesis se aplicó para la recopilación de datos en las pruebas de consumo de combustible utilizando los dos sistemas, el estándar y el sistema de ayuda plug in. El método comparativo permitió realizar la comparación de los datos obtenidos por el método de síntesis, y obtener relaciones entre el sistema original y el sistema implementado. El método matemático se usó para operacionalizar los datos obtenidos y hallar resultados analizables para llegar a una conclusión en la investigación.

Para el estudio se utilizó un vehículo híbrido implementado de manera paralela un sistema de carga plug in a la red eléctrica de 110 voltios alternos, adicionando al vehículo Toyota Prius 3G una batería de 28 celdas de litio, el cual cumple un proceso de carga y descarga, con un voltaje nominal de cada una de las celdas no menor a 7,2 V, el cual no debe superar el 20% de tolerancia y una capacidad de 6.5 A-h. Mencionado procedimiento de implementación se detalla en la investigación de (Cuji-Sánchez, 2015), para el tratamiento del almacenaje de las baterías adicionales se detalla en la investigación de (Delgado, 2013).

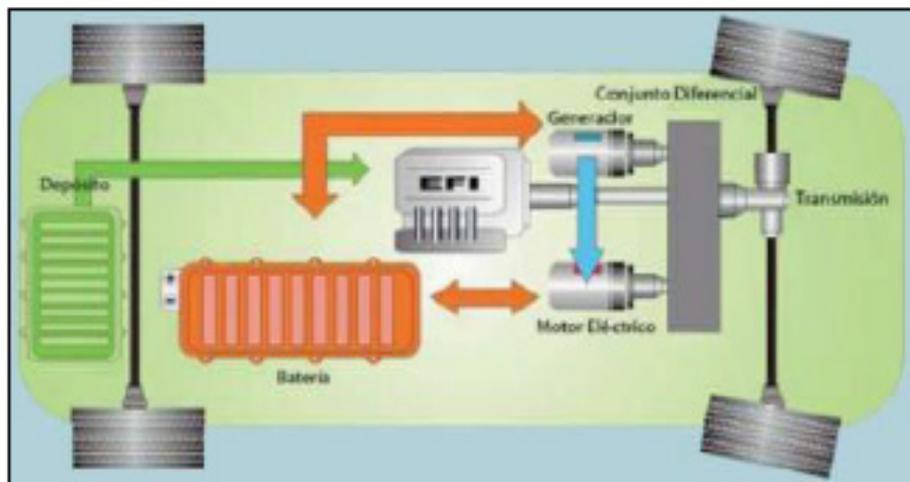


Figura 1: Circuito de funcionamiento de carga de sistema híbrido con baterías extras.

Fuente: (Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil, 2007).

Al tener implementado el sistema plug – in en el vehículo híbrido Toyota Prius 3G se procede con las pruebas de consumo de combustible y autonomía eléctrica para lo cual se utiliza la interfaz OBDLink SX y el software OBDWIZ que diagnostica con rapidez y precisión los problemas del motor y proporcionará datos en tiempo real con la

ayuda de una computadora portátil con un puerto USB y capaz de apagar la luz MIL y detectar DTC que posee el vehículo. Ilustra sus propias pantallas, mide y muestra la economía de combustible, distancia recorrida y tiempo de encendido del motor de combustión interna entre otros PID's característicos de cada modelo de vehículo.



Figura 2: Pantalla de muestra de resultados interfaz OBDWIZ.

Fuente: Autores

La ruta seleccionada para este proyecto tiene una longitud de 108 Kilómetros los cuales se encuentran distribuidos en ruta de carretera de 108 kilómetros con un tiempo estimado de 1h32 con su inicio en la gasolinera Petro-Ecuador sector el Mayorista de Latacunga-Ecuador hasta Mega Santa María Carapungo, Av. Simón Bolívar, Quito-Ecuador. La ruta de ciudad posee una trayectoria de 100 kilómetros con un tiempo de 6 horas de transcurso promedio desde El Condado Shopping hasta el Colegio Vida Nueva, F, Quito-Ecuador.

El consumo de combustible al final de la prueba se obtiene por medio del display del vehículo que está en litros/Km y se realiza una conversión a galones para realizar una comparación con los datos obtenidos con el interfaz OBDWIZ y verificar que el consumo de combustible es similar Representada por la fórmula:

$$\text{Cons.C} = \text{Med.D} * \text{dist.V} \quad (1)$$

Fuente: (Calle, 2012)

Dónde:

- Cons.C=Consumo de combustible al final de la prueba (gl)
- Med.D=Medición del display del vehículo (lt)
- dist.V=Distancia recorrida por el vehículo(km)

El consumo de combustible al final de la prueba en galones se obtiene con el resultado de la ecuación 1 y así determinar el consumo del display del vehículo en galones. Definida por la fórmula:

$$\text{Cons.C en g} = \frac{\text{Cons.C} * k}{1 l} \quad (2)$$

Fuente: (Calle, 2012)

Dónde:

- Cons.C en gl=Consumo de combustible al final de la prueba en galones
- K=Cosntante para transformar de litros a galones
- 1 litro=0,264172 gl

El ahorro de consumo de combustible se obtiene al final de la prueba al obtener los resultados con la ecuación 1 y 2.

$$\text{Ahorro C.} = \left(\frac{\text{Reduc.C}}{\text{Cons.DV en (gl)}} \right) * 100 \% \quad (3)$$

Fuente: (Calle, 2012)

Donde:

- Ahorro C.=Ahorro de consumo de combustible (%)
- Reduc.C=Reducción de consumo de combustible (gl)
- Cons.DV en (gl)=Consumo de combustible del display del vehiculo en galones (gl)

RESULTADOS

Análisis de los valores obtenidos en la ruta carretera con el sistema híbrido estándar y con el sistema enchufable.

Los datos obtenidos en las pruebas de carretera se detallan en la tabla 1, cabe recalcar que los datos fueron obtenidos con el interfaz OBDWIZ, el mencionado revelo los datos expuestos.

Tabla 1. Datos de consumo de combustible, ruta carretera.

Hora Inicio	Hora final	Condición	Consumo promedio Display [l]	Distancia [km]	Consumo Interfaz OBD-wiz [gl]
07:45	09:17	Hibrido estándar	5,0	108	1,46
07:45	09:17	Plug in	4,1	108	1,26

Fuente: Autores

Con la ecuación 1 y 2 se realizó la transformación de galones de combustible a litros tomando los valores del consumo de combustible del display del vehículo en condiciones híbrido estándar de la tabla 1 es con 5 litros standar y con 4.1 litro.

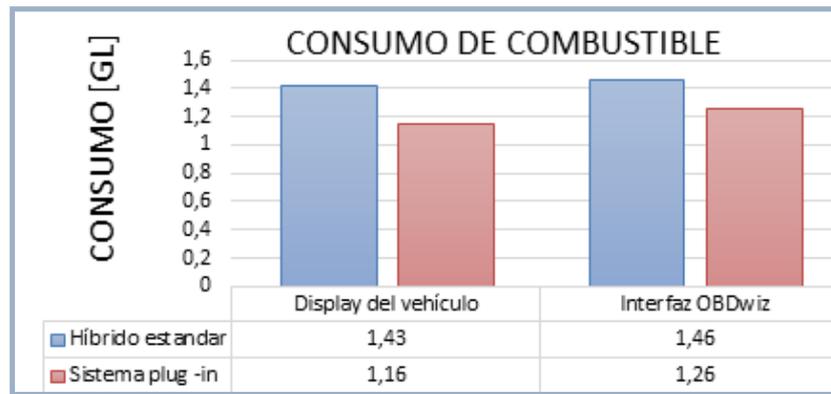


Figura 3: Valores del consumo de combustible en el estado híbrido estándar y sistema plug-in en carretera.

Fuente: Autores

En la figura 3 se observa los valores obtenidos en la ruta de carretera tanto con el sistema híbrido estándar y con sistema enchufable, se visualiza que los datos son similares con los dos dispositivos que se realizó las mediciones con lo cual se establece un porcentaje de ahorro de combustible con la ecuación 3, obteniendo un ahorro del 18%, en la prueba de carretera.

En la investigación de (Calle F. J., 2012) menciona que “Según la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) un vehículo emite 2,4 kg de CO₂ por litro de gasolina consumido” (p.32). Al implementar el sistema plug-in al vehículo ayudo a reducir el consumo de combustible y disminuir el CO₂ al medio ambiente como se muestra en la tabla 3.

Tabla 2. Valores de CO₂ del vehículo Toyota Prius 3G en la ruta carretera

Ruta carretera		
Condición	Consumo de combustible 108 [km]	CO ₂
Híbrido estándar	5 [litros]	12 kg CO ₂
Sistema plug-in	4,1 [litros]	9,84 kg CO ₂

Fuente: Autores

En la figura 4 se ilustra la producción de dióxido de carbono que produce el vehículo Toyota Prius 3G en la ruta de carretera con una distancia de 108 km y una emisión de 12 kgCO₂ con el sistema híbrido estándar y, con el sistema de carga plug-in se reduce a 9,84 kgCO₂ lo que equivale al 18 % menos de CO₂ al medio ambiente.

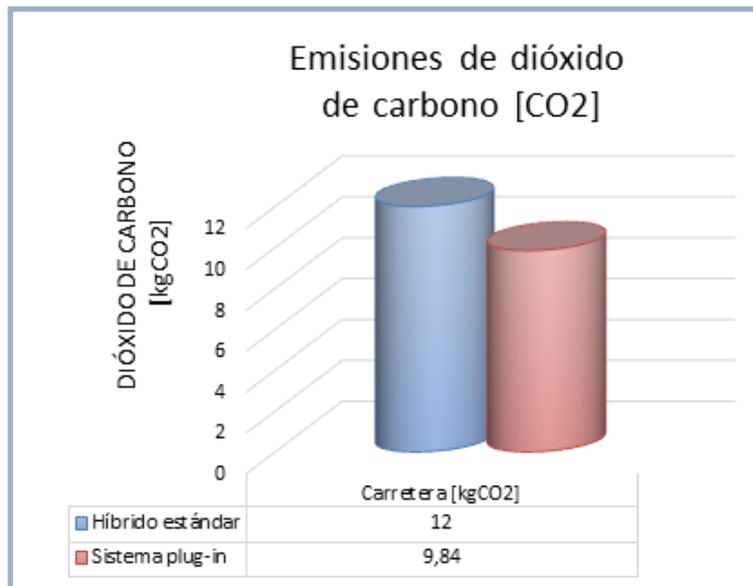


Figura 4. Emisiones de dióxido de carbono del vehículo Toyota Prius 3G
Fuente: Autores

Análisis de los valores obtenidos en la ruta ciudad con el sistema híbrido estándar y con el sistema enchufable.

Por medio interfaz OBDLink SX y el display del vehículo se obtuvo las respectivas mediciones con el sistema híbrido enchufable en la ruta de ciudad con las mismas condiciones iniciales.



Figura 5: Valores al final de la prueba en ciudad en condiciones híbrido estándar con el interfaz OBDWIZ y el display del vehículo.
Fuente: Autores

En figura 5 se observa los valores de la prueba en ciudad con el sistema híbrido estándar con un consumo de 1,55 galones en 67,10 millas en el interfaz OBDWIZ y 5,8 litros / 100 Km en 108 km en el display del vehículo, y con el sistema enchufable con un consumo de 0,8 galones en 67,10 millas en el interfaz OBDWIZ y de 3,0 litros / 100 Km en 108 km en el display del vehículo.

Tabla 3. Resultados de consumo de combustible, obtenidos durante la prueba de ciudad en condiciones de híbrido estándar e híbrido plug in

Hora Inicio	Hora final	Condición	Consumo promedio Display [l]	Distancia [km]	Consumo Interfaz OBDwiz [gl]
08:40	14:40	Híbrido estándar	5,8	100	1,55
08:40	14:40	Plug in	3,02	100	0,8

Fuente: Autores

Con la ecuación 1 y 2 se realizó la transformación de galones a litros tomando los valores del consumo de combustible del display del vehículo en condiciones híbrido estándar de la tabla 3, se obtuvo y , esto se ilustra en la figura 6.

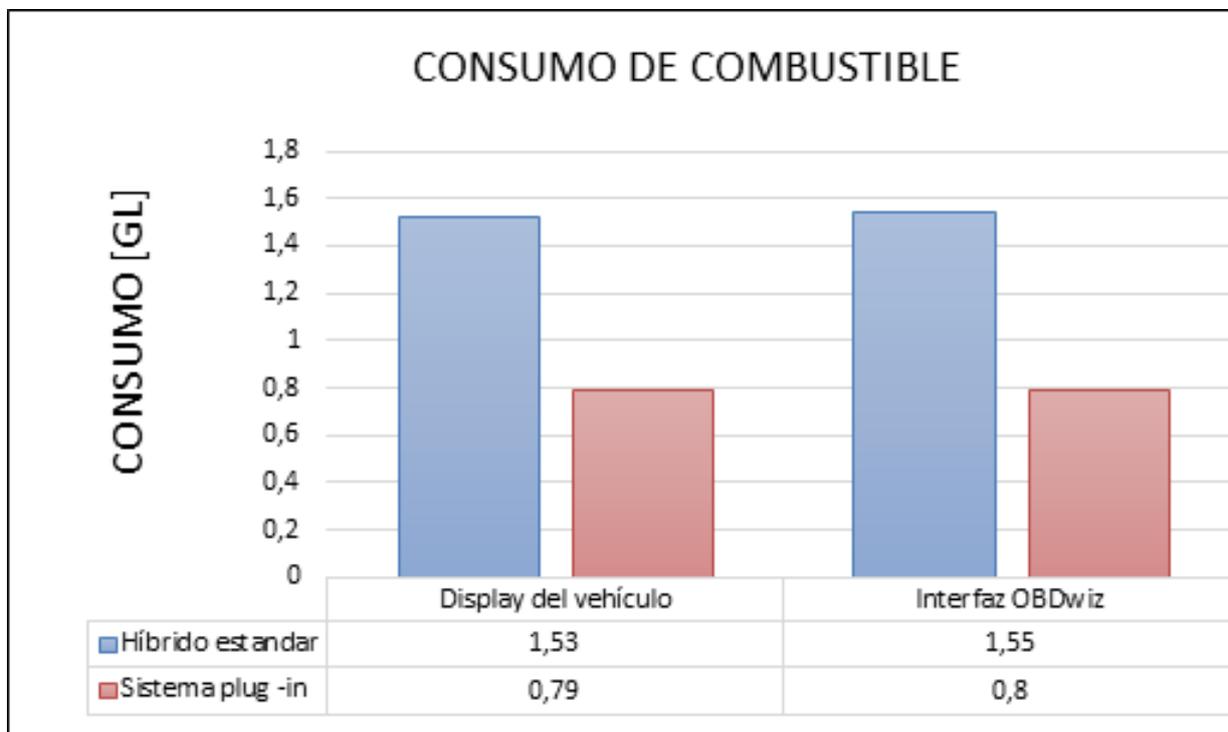


Figura 6: Valores del consumo de combustible en el estado híbrido estándar y sistema plug-in en ciudad.

Fuente: Autores

Al implementar el sistema plug-in en el vehículo Toyota Prius 3G se determinó comparando los valores obtenidos con los dos sistemas de prueba, que existió un ahorro de 48 % de consumo de combustible en la prueba de ciudad y ayudo a reducir el consumo de combustible y por ende se logró disminuir el CO2 al medio ambiente como se muestra en la tabla 4, estos datos de gases se realizó un cálculo como se demuestra en el estudio de (Castillo-Torres, 2011).

Tabla 4. Valores de CO2 del vehículo Toyota Prius 3G en la ruta ciudad

Ruta ciudad		
Condición	Consumo de combustible 100 [km]	CO2
Híbrido estándar	5,8[litros]	13,92 kg CO2
Sistema plug-in	3,02[litros]	7,25 kg CO2

Fuente: Autores

En la figura 7 se observa el dióxido de carbono que emite el vehículo Toyota Prius 3G en la ruta de ciudad con una distancia de 100 km, provocando una emisión de 13,92 kgCO2 con el sistema híbrido estándar y al implementar el sistema plug-in se reduce a 7,25 kgCO2 lo que equivale al 48 % menos de CO2 al medio ambiente.

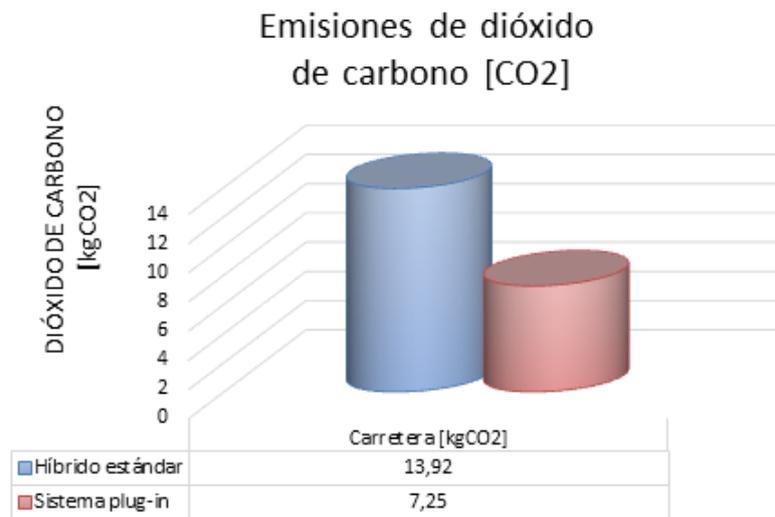


Figura 7: Emisiones de dióxido de carbono del vehículo Toyota Prius 3G con sus dos sistemas de control.

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- El consumo de combustible en carretera se redujo de 1,46 galones a 1,26 galones al utilizar el sistema plug-in en 108 km, dando un ahorro de combustible en un 18 %, y en la prueba de ciudad en ciudad se redujo en un 48 %.
- En la ruta de carretera con una distancia de 108 km y una emisión de 12 kgCO2 con el sistema híbrido estándar y al implementar el sistema plug-in se reduce a 9,84 kgCO2 lo que equivale al 18 % menos de CO2 al medio ambiente.
- En la ruta de ciudad con una distancia de 100 km y una emisión de 13,92 kgCO2 con híbrido estándar y al implementar el sistema plug-in se reduce a 7,25 kgCO2 lo que equivale al 48 % menos de CO2 al medio ambiente.
- Para la recolección de datos, se estableció un protocolo de ruta tanto en ciudad como

- en carretera con un recorrido de 100 [Km] y 108 [Km] respectivamente, en condiciones de híbrido estándar y con el sistema plug in.
- El consumo de combustible por galón en carretera es de 75,52 [Km] con el sistema híbrido estándar y de 93,10 [Km] al implementar el sistema plug-in dando una autonomía eléctrica de 18 [Km] por cada galón.
- El consumo de combustible por galón en ciudad es de 64,51 [Km] con el sistema híbrido estándar y de 125 [Km] al implementar el sistema plug-in dando una autonomía eléctrica de 60,49 [Km] por cada galón.

REFERENCIAS

Augeri, F. (17 de Abril de 2011). CISE Electronics Corp. Obtenido de <http://www.cise.com/portal/descargas/file/17-introduccion-al-funcionamiento-y-diagnostico-de-los-vehiculos-hbridos.pdf.html>

Calle, F. J. (2012). Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo TOYOTA PRIUS III generación en la ciudad de Cuenca.

Castillo-Torres, F.-A. (2011). Análisis de rendimiento, consumo y emisiones generadas por los vehículos híbridos. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, 192.

Cuji-Sánchez, H. L. (2015). Diseño y construcción de un modelo de un sistema de recarga inductiva para autos eléctricos. 110.

Delgado, L. F. (2013). Diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.

Iniesta, A. (2015). Vehículo eléctrico: ¿Una opción de futuro en los sistemas eléctricos?

Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil. (2007). Tecnologías de propulsión híbridas y las evidencias científicas de su eficacia. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil, 16.

Ordoñez, C. P. (2011). Estudio de baterías para vehículos eléctricos. pag.106.

Vicepresidencia de la Republica del Ecuador. (Marzo de 2015). Estrategia Nacional para el cambio de la matriz productiva. Obtenido de <http://www.vicepresidencia.gob.ec/secretaria-tecnica-del-comite-interinstitucional-para-el-cambio-de-la-matriz-productiva/>

ANÁLISIS DE CORROSIÓN EN UN MATERIAL COMPUESTO DE RESINA POLIÉSTER Y FIBRA DE COCO

CORROSION ANALYSIS IN A COMPOSITE MATERIAL OF POLYESTER RESIN AND COCONUT FIBER

Ever Alejandro Palacios Acosta

Gabriel Antonio Troya Zamora

Ivo Humberto Estupiñán Arias

Instituto Tecnológico Superior Luis Tello

epalacios@institutos.gob.ec

Resumen

En el presente trabajo se analiza la utilización de nuevos materiales para la construcción y reparación de botes pesqueros artesanales, basándose en el análisis de la velocidad de corrosión que presenta el material de matriz de resina poliéster reforzado con fibra de coco. En dicho estudio se realizó primero un análisis de las propiedades obtenidas de la fibra de coco como refuerzo de una matriz polimérica, con esto se decidió el método de fabricación, proporciones y configuraciones de la fibra para llevar a cabo la experimentación, para el proceso de pruebas se fabricaron 10 probetas basadas en las normas estipuladas por la Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (NACE), las cuales fueron colocadas por un lapso de 30 días en los botes pesqueros, con el fin de obtener datos de la velocidad de corrosión. Los resultados obtenidos indicaron que la velocidad de corrosión medidas en milésimas de pulgada por año es baja y esta dentro de los rangos establecidos por la norma propuesta. Con esto se pudo constatar que el material compuesto fabricado puede ser expuesto a la salinidad del mar y por este motivo se puede usar en la construcción de los botes pesqueros.

Palabras clave: fibra de coco, corrosión, material compuesto, NACE, matriz polimérica

Abstract

This paper analyzes the use of new materials for the construction and repair of artisanal fishing boats, based on the analysis of the corrosion rate of the polyester resin matrix material reinforced with coconut fiber. In this study, an analysis of the properties obtained from coconut fiber as reinforcement of a polymeric matrix was first carried out, with this the manufacturing method, proportions and configurations of the fiber were decided to carry out the experimentation, for the process of Tests 10 specimens were manufactured based on the standards stipulated by the National Association of Corrosion Engineers (NACE), which were placed for a period of 30 days in fishing boats, in order to obtain data on the corrosion rate. The results obtained indicated that the corrosion rate measured in thousandths of an inch per year is low and is within the ranges established by the proposed standard. With this it was found that the manufactured composite material can be exposed to the salinity of the sea and for this reason it can be used in the construction of fishing boats.

Keywords: coconut fiber, corrosion, composite material, NACE, polymer matrix

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en el estudio de un material compuesto con fibra natural de coco para la fabricación y mantenimiento de botes, el material compuesto se lo realizó con una matriz de resina poliéster y se reforzó con la fibra de coco sin tejer; hay que considerar que la fibra natural con la que se trabaja ya ha sido estudiada en investigaciones donde indica los esfuerzos de la misma, pero en este trabajo se da un enfoque a su resistencia a la corrosión frente al agua salada del mar.

La característica principal de esta investigación es reducir el uso de fibras sintéticas que impactan de manera negativa en el ambiente y pueden llegar a ser costosas para las personas que se dedican a la fabricación artesanal de los botes. El impacto que ocasionan las fibras sintéticas viene desde su fabricación y/u obtención (Neves, Sánchez, Duarte, & Guenther, 2008).

Para analizar esta problemática primero se tiene que recalcar que la fibra de coco existe en gran abundancia en la zona costera del Ecuador y por ende en Esmeraldas al ser uno de los cantones del país donde más se consume coco, en esta ciudad la fibra es desechada como basura, llegando a causar molestias para las personas que se dedican a la recolección y transporte de los desechos en dicha ciudad, por tal motivo y se le quiere dar un enfoque de productividad positivo con este mal llamado desecho (Macias & Valdes, 2018).

El principal interés de esta investigación es demostrar que un material sintético puede ser reemplazado por un material natural, que puede llegar

a ser menos contaminante y de menor precio que las fibras ya conocidas, además de demostrar a la población que la cascara del coco no es un desecho, que simplemente causa molestias, sino más bien que esta puede llegar a generar emprendimientos, ya que no solo se puede producir materiales compuestos como los de esta investigación, sino también puede fabricarse diferentes artesanías, tejidos, y hasta con un proceso adecuado ser un producto medicinal.

Para llevar a cabo esta investigación se desarrolló una exploración bibliográfica que permitió verificar las características físicas, químicas y mecánicas de las fibras de coco y los diferentes materiales que ya han sido estudiadas en base a esta fibra, para luego proceder al diseño y construcción de las probetas, basándose en la normativa existente para la elaboración de probetas para pruebas de corrosión, y con esto proceder a la fabricación de un número representativo de probetas, que permitirán verificar cuales son los niveles de corrosión del material ante los factores que afectan a un material en la naturaleza (Salazar, 2015). En este proceso se ubicaron las probetas en un balsa por un lapso de un mes, pero cabe recalcar que antes de ser ubicadas las mismas fueron pesadas y medidas, para al finalizar el tiempo volver a realizar estas medidas y corroborar cual fue el grado de corrosión en las mismas, por último con los resultados de corrosión se procedió a indagar en las personas dedicadas a esta actividad de fabricación de balsas, si estaban dispuestos a usar este material y cuál sería el impacto hacia su economía y el impacto al ambiente, obteniendo los resultados de esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se la realizó enfocada a tres fases, para dar cumplimiento al objetivo general de la misma, por lo que en la figura 1 se describe las mismas.

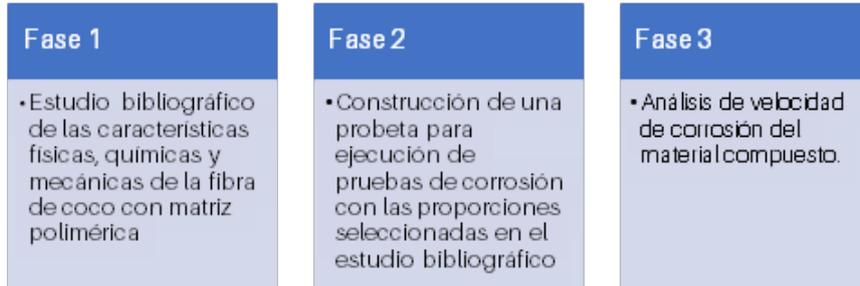


Figura 1: Fases de elaboración de la investigación.

Fuente: El Autor

FASE UNO

En esta fase se realiza una revisión bibliográfica de libros, artículos científicos y tesis con la finalidad de conocer las propiedades de la fibra de coco, las mismas que son físicas, químicas y mecánicas, además se estudia los tipos de matrices y fibras y los métodos de fabricación de los materiales compuestos, con el fin de seleccionar la mejor opción para obtener las características adecuadas para el material a elaborar; estableciendo el ámbito del proyecto y las variables a utilizar, los tiempos de pruebas y los tipos y formas de probetas a usar, obteniendo las pautas necesarias para continuar con la investigación.

Fibra de coco

El cocotero es una palmera perteneciente a la familia Arecaceae, su origen se halla en la India, aunque también se afirma que este se encuentra en el Caribe. En la actualidad su producción a mayor escala se da en la India, Sri Lanka y Tailandia. La fibra se obtiene de la corteza de su fruto, el cual es el objeto principal de su cultivo gracias al agua que contiene y a su pulpa comestible. Por tanto, la fibra es un subproducto que la mayoría de veces es tratada como desecho, (Mazón, 2017).

Tabla 1: Propiedades mecánicas de la fibra de coco.

Fibra	Densidad (g/cm ³)	Resistencia a la tracción (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	Elongación Fractura (%)	Absorción de humedad (%)
Coco	1.2	175-220	4-6	15-30	10

Fuente: Mazón, 2017

En la tabla 1 se muestra las propiedades mecánicas de la fibra de coco, estudiada sin aditivos ni matrices.

Tabla 2: Propiedades físicas de la fibra coco.

Fibra	Contenido de humedad (%)	Contenido de ceniza (%)	Contenido de carbono (%)	Absorción de agua (%)	Diámetro promedio (%)
	27.1	5.1	51.5	169	397

Fuente: Mazón, 2017

En la tabla 2 se muestra las propiedades físicas, que son importantes para el presente estudio, ya que esto permitirá identificar propiedades importantes que forman parte del proceso de corrosión.

Procesos de fabricación del material compuesto

En la tabla 3 se muestra un resumen con los diferentes métodos de fabricación de materiales compuestos.

Tabla 3: Resumen de los métodos de obtención de materiales compuestos.

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Estratificación manual	Sirve para fabricar piezas de diversos tamaños y se puede utilizar con una amplia gama de materias primas.	Es difícil controlar el espesor de la pieza y solo se consigue un buen acabado en una de sus caras.
Estratificación de pre impregnados	Buena resistencia mecánica y química.	Altas presiones y temperaturas requeridas para su procesamiento
Moldeo por aspersión	La aplicación del material es más rápida que en otros métodos	Difícil de controlar la fracción volumétrica del refuerzo y espesor de la pieza
Moldeo por compresión	Es una herramienta útil para la investigación y desarrollo de materiales compuestos	Solo se pueden elaborar piezas simples como placas de espesor constante, no es posible realizar diseños complejos
Extrusión	Se puede obtener una buena mezcla entre matriz y refuerzo	Solo sirve para realizar piezas de sección transversal, y para materiales termoplásticos.
Inyección	Bajos costos de producción y grandes volúmenes de producción	Alta inversión de capital al adquirir máquinas.
Moldeo por transferencia de resina (RTM)	Bajo costo de la máquina a diferencia de la de inyección	Requiere experimentación de prueba y error o simulación de flujo para asegurar una buena impregnación de los refuerzos.
Moldeo por pultrusión	Permite la producción de piezas de cualquier longitud	Permite hacer solo piezas de sección transversal constante.

Fuente: Palacios, 2017

- Probetas para corrosión de materiales compuestos

Las metodologías para prevenir y controlar la corrosión según la norma de la Asociación Nacional de Ingenieros de corrosión (NACE INTERNACIONAL), están clasificadas en mecanismos intrusivos y no intrusivos y directos e indirectos, en la tabla 4 se muestra la clasificación de los métodos (Nava, Salas, Romero, & Moya, 2014).

Según Neves, Sánchez, Duarte, & Guenther, 2008, el método más adecuado para medir la corrosión de materiales dentro de un sistema o estructura es un método directo, conocido como cupones de corrosión tipo lámina.

Cupones de corrosión

Los cupones de corrosión sirven para medir la corrosión dentro de un sistema o estructura, la principal ventaja de este método de monitoreo es su bajo costo de instalación y su efectividad para monitorear la corrosión, en la Figura 2 se muestra un modelo de cupón de corrosión y es el que será usado para este estudio (NACE International, 2005)

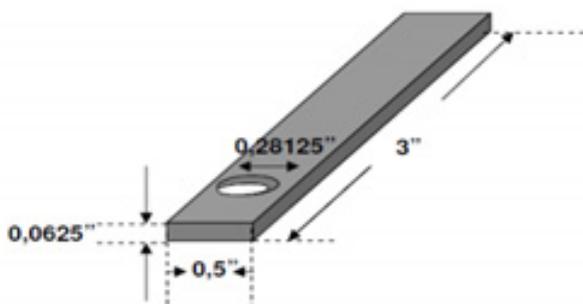


Figura 2: Modelo de cupón de corrosión

Fuente: NACE International, 2005

Los análisis realizados con los cupones de corrosión permitirán un monitoreo en línea, a que son colocados directamente en el ambiente y retirados conforme indica la norma.

Se estable un número de 10 cupones los cuales serán expuestos a la salinidad del mar direc-

tamente, es decir se ubicarán dos cupones en 5 botes pesqueros, para en el transcurso de un mes retirarlos y verificar la velocidad de corrosión del material.

Variables para medición de velocidad de corrosión

Según la norma ASTM -G1-90 "la velocidad a la que se da la corrosión en un material se debe calcular con la ecuación 1, tomando a consideración las variables descritas en la misma"

$$CR = \frac{W \cdot K}{A \cdot T \cdot D} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Fuente: ASTM G-90, 1999.

Donde:

- CR = Velocidad de corrosión promedio, milésimas de pulgada por año (mpy)
- W = Pérdida de peso, en gramos (g)
- A = Área del cupón expuesta, pulgadas (pulg²)
- T = Tiempo de exposición, días (d)
- D = Densidad del cupón metálico, gramos por centímetro cúbico (g/cm³)
- k = factor (534 mpy)

Con estas variables se va a obtener la velocidad de corrosión del material compuesto expuesto a la salinidad del océano y con esto verificar que dicho material sirva para la construcción de botes.

Procedimiento de verificación

Realizar las probetas de material compuesto

- Limar las probetas para obtener un material regular y que no afecte en la toma de pesos.
- Pesar la probeta (el peso debe ser inscrito en una bitácora, será tomado en gramos)

- Ubicar las probetas en los botes pesqueros sujetos con un material resistente a la corrosión, estas deben estar expuestas de manera que estén en contacto directo con el agua del océano.
- Después de 30 días retirar las probetas y volver a pesar.
- Realizar una comparativa con los pesos iniciales y calcular la velocidad de corrosión.

FASE DOS

Se detalla el proceso de diseño, construcción o fabricación de las probetas, también, se indican las variables con las que se va a trabajar y los tiempos de pruebas de cada probeta, además en esta sección se establece el proceso de elaboración del material, el tiempo de curado y el proceso de verificación de la existencia o no de corrosión.

Diseño de la probeta

Para el diseño de la probeta se basó el estudio en la norma NACE internacional 2005, donde se establece las medidas y la forma de la probeta o en este caso se le conoce como cupones de corrosión, según lo establecido en la sección 5.9.1. en la figura 6, se elabora el diseño de la probeta en el software SolidWorks, obteniendo sus dimensiones y por ende sus planos que se encuentran en la sección de anexos. En la figura 4 se muestra el cupón de corrosión realizado en el software especificado.

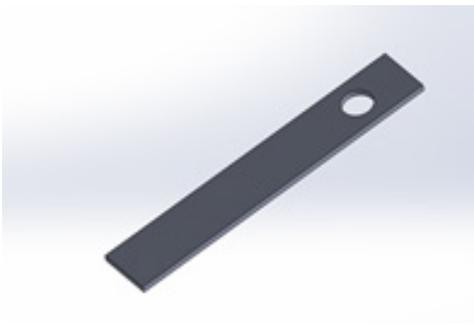


Figura 3: Diseño de cupón de corrosión en SolidWorks.
Fuente: El Autor

Diseño de moldes

Los moldes se diseñaron de igual manera en SolidWorks con la herramienta adecuada, luego del diseño CAD se procedió a la impresión de los mismos en polvo cerámico, el cual permite obtener una pieza con mejor acabado. En la figura 4. Se muestra el diseño CAD del molde.



Figura 4: Diseño CAD de los moldes.
Fuente: El Autor

Una vez diseñado se procede a la impresión de los modelos de moldes en polvo cerámico para obtener un mejor acabado del material final. En la figura 5 se muestra el proceso de impresión de moldes.



Figura 5: Proceso de impresión en polvo cerámico.
Fuente: El Autor

Fabricación de probetas

Una vez obtenido los moldes se procede a la elaboración de las probetas usando el proceso de moldeo por compresión y de curado en un horno de alta temperatura para curado de material con el

fin de secar el material de manera más rápida. En la figura 6 se muestra el proceso de fabricación de probetas por compresión.



Figura 6: Fabricación de probetas.

Fuente: El Autor

- En este proceso primero se realiza la mezcla de la resina poliéster con el catalizador en una proporción 1:0.05, es decir por cada gramo de resina se utilizarán 0,05 gramos de catalizador, según la masa de la pieza a construir.
- Se procede a impregnar a la matriz de resina poliéster la fibra de coco, en tres capas para obtener el espesor adecuado, esto haciendo tipo sándwich, capa de poliéster, capa de fibra, capa de poliéster.



Figura 7: Proceso de impregnación de materiales.

Fuente: El Autor

- Se procede a la compresión del material haciendo uso de los moldes.
- Se procede al curado de las fibras obteniendo las probetas finales.

Pruebas de campo

Una vez obtenido las probetas se procede a las pruebas de campo, en la cual se procede de la siguiente manera (ASTM G1-90, 1999):

- a. Pesar las probetas antes de ubicar en los botes.
- b. Ubicación de las probetas en botes pesqueros, en este caso se ubican en la parte inferior para que se encuentren en contacto directo con el agua del mar.
- c. Dejar por 30 días las probetas, en los botes para observar el nivel de corrosión de las mismas.
- d. Sustraer las probetas de los botes y pesar para encontrar el nivel de corrosión con la fórmula establecida en la sección 5.9.

RESULTADOS

En la tabla 4 se presenta una variación del peso inicial con respecto al peso final (después de las pruebas de 30 días en campo).

Tabla 4: Variación de pesos de probetas

Probeta	Peso inicial	Peso final	Variación
1	25,08	25,05	0,03
2	24,92	24,91	0,01
3	24,73	24,7	0,03
4	23,98	23,95	0,03
5	24,54	24,45	0,09
6	25,08	25,01	0,07
7	25,12	25,08	0,04
8	25,11	25,02	0,09
9	24,99	24,95	0,04
10	25,31	25,27	0,04

Fuente: El Autor

En la tabla 4, se pueden mostrar los datos obtenidos de las pruebas de campo, en los cuales se tiene el peso inicial de la probeta antes de ser expuesta, el peso final de la probeta después de la exposición y por último la diferencia de pesos, es decir la variación entre el peso inicial y el peso final, esto nos permite analizar el nivel de corrosión existentes en las probetas.

En la figura 8 se muestra la gráfica de dispersión donde indica las variaciones de peso.

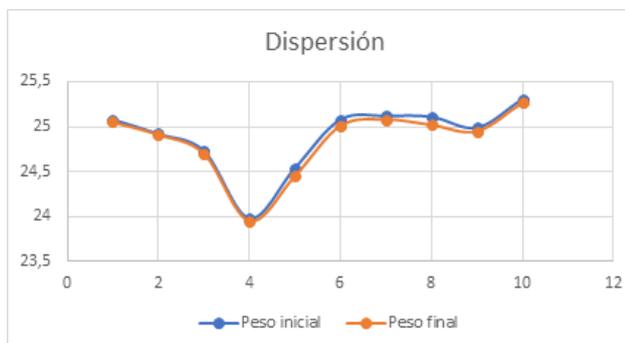


Figura 8: Dispersión de pesos inicial vs final.

Fuente: El Autor

Como se puede observar en la gráfica de dispersión las variaciones son mínimas con un promedio de 0,047 g, por lo que se puede apreciar que está en un buen nivel de soporte de corrosión.

En cuanto a las medidas se pudo observar que la mayor corrosión del material se da en los bordes de la probeta dando la mayor variación por razones de contacto directo con el agua.

En este contexto se procede a calcular con el promedio de pérdida de peso la velocidad de corrosión para por ende verificar que tan bueno puede llegar a ser el material contra corrosión, por lo que se aplica la ecuación 1.

- Pérdida de peso en gramos: 0.047 g
- El volumen promedio de las probetas es: 121.82 cm³
- Por lo tanto, la densidad será: 0.14 g/cm³
- Área expuesta: 1.5 pulg²
- Tiempo en días: 30 días
- K= 534

$$CR = (W * K) / (A * T * D) \quad \text{Ecuación 1}$$

$$CR = (0.047g * 534) / (1.5 \text{ pulg}^2 * 30 * 0.25 \text{ g/cm}^3)$$

$$CR = 3.98 \text{ mpy (milésimas de pulgada por año)}$$

En este caso se realizó el cálculo de la velocidad de corrosión en milésimas de pulgada por año obteniendo un valor de 3.98.

DISCUSIÓN

En la tabla 4 se puede analizar que las pérdidas de peso en cada una de las probetas son aparentemente despreciables ya al realizar un análisis de desviación estándar se obtuvo el valor de 0.027, ya que claramente se puede observar que la variación de pesos es casi idéntica en cada probeta, tomando en cuenta que cada probeta fue realizada tratando de obtener las mismas características, usando las mismas proporciones y tiempos de curado, en este contexto se procede a la verificación

de la velocidad de corrosión del material.

Al realizar el cálculo con la ecuación uno se obtuvo un valor de velocidad de corrosión de 3.98 milésimas de pulgada por año (mpy), que considerando el tipo de exposición directa con el agua salada y en relación a trabajos realizados en aire libre donde se obtienen valores de 6,69 mpy (Nava, Salas, Romero, & Moya, 2014).

CONCLUSIONES

La búsqueda bibliográfica ayudó para llevar a cabo la investigación de manera que nos permita direccionar el trabajo desde el principio en cuanto a elaboración, diseño, proporciones de materiales y el tipo de fabricación, además permitió verificar cual es el impacto ambiental que ocasionan las fibras sintéticas al ambiente, para con esto darle un enfoque de revisión de parámetros ambientales.

El material se fabricó tomando en cuenta el proceso más efectivo para el tipo de pieza a construir, además se logró diseñar las 10 probetas para realizar las pruebas de campo, las probetas se ubicaron de manera que se encuentren en contacto directo con el agua salada del mar y poder corroborar que el material en verdad tuvo la exposición necesaria para medir la corrosión que fue mínima en cuanto a la situación ambiental en la que se ubicó las probetas.

REFERENCIAS

ASTM G1-90. (1999). Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Specimens.

Espinoza, G., & Hidalgo, J. (2016). *Caracterización de materiales compuestos para la aplicación en la carrocería del vehículo monoplaza tipo formula SAE*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Guerrero y otros. (2015). *Nuevos materiales aplicaciones estructurales e industriales* (Primera ed.). Quito: imprefepp. doi: 978-9978-383-20-9

Macias, N., & Valdes, P. (2018). La producción cocotera y su diversificación como una de las formas de la economía política en Ecuador. *Revista*

Caribeña de Ciencias Sociales, 1-11. doi:2254-7630

Manjarres, Y. (2016). *Fibras y sus efectos en el ambiente*. Obtenido de Textiles y ecodiseño: <http://tex-eco-sost.blogspot.com/2006/09/fibras-y-sus-efectos-en-el-ambiente.html>

Mazón, G. (2017). Caracterización mecánica del material compuesto de matriz poliéster con fibra de coco para la determinación de propiedades mecánicas en aplicaciones industriales. Ambato.

Moral, A., & Noriega, M. (2017). Materiales de última generación y materiales compuestos. *ET-SAG*.

NACE International. (2005). Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations. doi:NACE Standard RP0775-2005

Nava, A., Salas, O., Romero, N., & Moya, D. (2014). Evaluación de la resistencia a la corrosión del recubrimiento termorociado dual Zn/Al sobre acero galvanizado envejecido. *Centro de estudios de corrosión*.

Neves, S., Sánchez, R., Duarte, F., & Guenther, B. (2008). Efeito Da Incorporação De Fibras De Coco No Comportamento Dinâmico-Mecânico De Compósitos Com Matriz Poliéster. *Tecnologia em Metalurgia e Materiais*, V(2), 111-115. doi: 10.4322/tmm.00502009

Palacios, E. (marzo de 2017). Construcción de una estructura de soporte para una aeronave no tripulada aplicando ingeniería inversa, utilizando material de matriz de resina poliéster reforzado con fibra natural de coco o cabuya. Ibarra.

Salazar, J. (2015). Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales. *Tecnología en Marcha*, 28(3), 128-136.

Ureña, A., Otero, E., Utrilla, M., & Rodrigo, P. (2014). Mecanismos de corrosión en materiales compuestos de matriz de aluminio con refuerzo de SiC. *Boletín de la sociedad Española "Cerámica y Vidrio"*, 233-236.

ASPECTOS QUE DEBE TOMAR EN CUENTA LA EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA CON EL CAMBIO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN A ELÉCTRICO EN ESMERALDAS.

Vitor Anibal Morillo Tasiguano

Instituto Superior Luis Tello
vico19878@gmail.com

Resumen

Debido a la contaminación provocada por el hombre el planeta sufre de constantes cambios climáticos que afectan a la sociedad en general, por esta razón las industrias buscan nuevas fuentes de energía amigables con el medio ambiente de lo contrario la vida en el planeta podría desaparecer, el sector automotriz representa el 76% de esa polución por lo que busca mitigar ese efecto provocado por los motores de combustión interna cambiando a un motor eléctrico, las grandes potencias apoyan este cambio y el gobierno del Ecuador ha incentivado con reducción de impuestos para promover la venta de estos vehículos eléctricos, pero como afecta este cambio en la educación superior que aspectos se debe tomar en cuenta. En este estudio se busca investigar los factores fundamentales que intervienen en el cambio de la matriz energética por medio de una investigación inicial y exploratoria con la utilización de la entrevista y el análisis de las mallas curriculares de las carreras de electricidad y Mecánica Automotriz con el fin de determinar que componentes se deben cambiar o implementarse en los Institutos y universidades con carreras Técnicas en la Provincia de Esmeraldas.

Palabras claves: Cambio de la matriz energética, Educación Superior, Mecánica Automotriz, Motores de combustión interna, Motores eléctricos.

Abstract

Pollution affects the planet and with it there is a phenomenon called global warming which has caused great climatic changes that affect the life of man. If the man does not reduce this pollution could be extinguished, for this reason the industry looks for new sources of energy friendly to the environment, especially the automotive industry which seeks to mitigate this phenomenon with the introduction of the electric motor, this change is accepted by the major world powers and the Ecuadorian state supports this proposal so it has implemented tariff reductions to these types of vehicles, but higher education as it is affected with this change, an initial and exploratory investigation was conducted with the use of the interview and the analysis of the curricular meshes of the careers that can be affected, such as Automotive Mechanics and Electricity Technology, it should be emphasized that this study focuses on higher education centers in the province of Esmeraldas.

Keywords: Automotive Mechanics, Change of the energy matrix, Higher Education, Electric motors, Internal combustion engines.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el planeta se ve afectado con los cambios climáticos que ocasionan problemas ambientales a nivel mundial, estas alteraciones se derivan de la contaminación que el hombre ha provocado entre los más relevantes se tiene la contaminación industrial, contaminación por el parque automotor, tala discriminada de bosques, contaminación de las fuentes hidráulicas entre otras.

Los grandes retos de la industria son la utilización de nuevas fuentes de energía amigable con el medio ambiente con el fin de reducir el denominado calentamiento global, debido a esto la industria automotriz busca remplazar el motor de combustión interna por uno eléctrico para contribuir a mitigar este fenómeno.

El reino unido propone reemplazar el motor de combustión interna paulatinamente hasta el 2040, a partir de esta fecha se prohíbe la venta de vehículos a diésel y gasolina, según el secretario de ambiente y transporte de este país se lanzará una nueva tasa de impuestos que afecten a los dueños de estos vehículos (Villarreal, 2017). Estas medidas buscan desaparecer los MCI, luego los híbridos hasta que finalmente queden vehículos eléctricos o con fuentes de energía amigables, otros países como Francia, Noruega apoyan esta medida.

Con esta propuesta se busca el cambio de matriz energética del transporte a nivel mundial, la mayoría de los países de primer mundo apoyan estas medidas, y por ende el cambio también se

dará gradualmente en países de tercer mundo porque los grandes fabricantes de automóviles se encuentran en las principales potencias a nivel mundial.

También se debe tomar en cuenta como esta transición del motor de combustión a motor eléctrico afecta a la educación superior, el Ecuador debe planificar medidas para asimilar esta transición, para este cambio la empresa pública y privada deben trabajar en conjunto con el fin de apoyar a las nuevas generaciones de profesionales que se forman dentro de las aulas de los diferentes Institutos Superiores y Universidades dentro de la provincia de Esmeraldas y del Ecuador, esta variación implica una gran inversión que el país aun no esta en condiciones de asimilar.

También se debe tomar en cuenta que las principales casas comerciales de vehículos como son: KIA, Mazda; Ford, Chevrolet entre las más reconocidas en el país ya cuentan con vehículos eléctricos y ofrecen grandes beneficios a sus compradores uno de estos incentivos es la reducción del pago del IVA (Pozo, 2017).

El 8 de noviembre del 2019 se inauguró una electrolinera en la ciudad de guayaquil, con una inversión de 600000 dólares, este centro de abastecimiento fue realizado en su totalidad por mano de obra ecuatoriana, además se busca implementar 10 electrolineras en estacionamientos municipales de Quito, también el Loja se promueve este cambio con taxis eléctricos (González, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizó una investigación exploratoria, se utilizó este método debido a que este campo no ha sido reconocido, debido a esto se debe recalcar que este proyecto es de carácter inicial los contenidos obtenidos son gracias a las indagación y entrevistas con los coordinadores de carrera de los diferentes centros de estudio de educación superior de la ciudad de Esmeraldas. También se utilizó el método inductivo y deductivo los cuales fueron de gran ayuda al momento de revisar las mallas curriculares de cada carrera.

La investigación exploratoria es de gran ayuda cuando se presenta un fenómeno, en este caso el fenómeno es el calentamiento global que afecta al planeta y esta causando grandes cambios nunca vistos los cuales afectan al ser humano, en vista ha estos sucesos las principales industrias buscan la utilización de nuevas fuentes de energía amigables con el medio ambiente.

Este cambio pretende disminuir la contaminación del parque automotor, según estudios realizados el 76% de la contaminación global es debido al gran parque automotor que posee el planeta (Castro, Orbea, Toapaxi, & Guano, 2017), Las grandes industria ya iniciaron con este cambio y el gobierno del Ecuador también apoya este proyecto con la implementación de medidas arancelarias para incentivar esta propuesta.

- Se apoya a este proyecto con el no pago del IVA si su valor no supera los USD 35000.
- Poseen ICE equivalente al 0% los vehículos 100% eléctricos.
- Tarifa: \$0,08cts el WK/H
- Carga de 22:00 a 04:00 le costara 0.05 ctvs.
- Se ha firmado un convenio con marcas como Nissan, Renault, KIA y BYD.

- Fabricación de partes y piezas para los EV.

Los vehículos eléctricos son una alternativa más limpia con respecto a los vehículos convencionales. El origen de la electricidad es clave en la reducción de emisiones contaminantes durante la vida útil del VE. Los VE convierten el 52% -75% de electricidad en energía mecánica, mientras que los vehículos convencionales el 17% -27%. Los costos de las baterías van bajando y la densidad energética aumenta y por tanto también aumenta la autonomía de los vehículos, reduciendo la dependencia del petróleo. En la investigación se pudo conocer que Ecuador está preparado para abastecer la demanda de vehículos 100% eléctricos. Se debe incentivar el uso de los vehículos eléctricos en el país, dado que emiten una baja (casi cero) emisión de contaminación ambiental a diferencia de los vehículos convencionales alimentados por combustibles fósiles (Castro, Orbea, Toapaxi, & Guano, 2017).

La educación en sus diferentes etapas del proceso de enseñanza constituye uno de los elementos mas importantes en el desarrollo económico de los países, No obstante, en latino América tiene influencia de antecedentes pasados copiados de los códigos educativos de Europa (Ruiz, Torres, & García, 2017).

Tanto la industria privada como el gobierno ecuatoriano están trabajando en esta nueva propuesta que beneficia al medio ambiente y la industria automotriz tiene que cambiar este motor obsoleto que durante mucho tiempo fue la fuente de energía por uno amigable con el medio ambiente y mas potente, dicho esto los centros de estudio superior con carreras técnicas tienen la misión de garantizar la educación para sus estudiantes, es por ello que deben buscar nuevos métodos y ser parte de esta transición adaptándose al cambio y formando profesionales de calidad.

En el Ecuador el sistema de Educación Superior se encuentra en una época de cambios para la mejora la calidad en las instituciones de educación superior y por consiguiente a su acreditación.

En el sistema de educación superior ecuatoriano la calidad se constituye en un principio que consiste en la búsqueda constante y sistemática de la excelencia, la pertinencia, producción óptima, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento mediante la autocrítica, la crítica externa y el mejoramiento permanente (LOES, 2010).

Es trascendental la necesidad de mejorar los sistemas de calidad en las universidades ecuatoriana entendiéndolo que lo académico no solo es docencia sino también investigación; vinculación con la sociedad y gestión universitaria.

Es necesario indicar que esta investigación es inicial y exploratoria, al no existir información relacionada con el tema tratado en el Ecuador ni en Sudamérica.

Este artículo se basa en el análisis de las mallas curriculares de las universidades e Institutos con carreras técnicas en la provincia de Esmeraldas,

específicamente del Instituto Superior Luis Tello y de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres.

El vehículo el primer medio de transporte a nivel mundial y fuente de contaminación, su tendencia es a migrar su motor obsoleto por uno eléctrico, el resto de sus estructura y sistemas no sufrirá mayores cambios.

2.1. Análisis Malla Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

El Instituto Superior Tecnológico Luis Tello siendo el mas grande de la provincia de esmeraldas, debe asumir este gran reto debido a que en sus aulas se forman profesionales en Tecnología en Mecánica Automotriz, carrera la cual sufrirá grandes cambios tanto en su malla como perfil profesional debido a la transición del motor de combustión a motor eléctrico.

Se realizó un análisis en los contenidos de las diferentes materias que se imparten en clases y se obtuvo los siguientes resultados de un total de 30 asignaturas.

Tabla 1.
Análisis de malla ITS Luis Tello.

N	Materias que no cambian	Materias de baja	Materias que se reestructuran
1	Algebra	Motores de combustión interna	Electricidad Automotriz
2	Física	Sistema de inyección a gasolina	Mantenimiento y reparación de motores
3	Metrología	Sistema de inyección Diesel	Tren de rodaje
4	Electrotecnia Automotriz		Control técnico vehicular
5	Comunicación y Leguaje		Nuevas tecnologías
6	Análisis Matemático		
7	Química		
8	Mecánica de patio		
9	Metodología de la investigación		
10	Autotrónica		

11	Hidráulica y Neumática		
12	Mecánica de Materiales		
13	Contexto socio económico e intelectual		
14	Ofimática		
15	Dibujo Automotriz asistido por computadora		
16	Emprendimiento y Gestión		
17	Estructura y acabados automotrices		
18	Tecnología de talleres		
19	Transmisiones Automáticas		
20	Administración de Talleres		
21	Sistema de seguridad y confort		
22	Software Automotriz		

En la tabla anterior se detallan las materias en 3 divisiones materias que no cambian materias que se darían de baja y asignaturas que se deben reestructurar, estas observaciones se toman en

cuenta según los contenidos de cada materia. Las materias que se dan de baja son 3 y 5 las cuales se deberían de reestructurar inclinándose por los temas relacionados con motores eléctricos.

RESULTADOS

En la entrevista realizadas a los diferentes coordinadores de las carreras técnicas de Mecánica Automotriz y Electricidad de los diferentes centros de educación superior de la Provincia de Esmeraldas sus resultados en cada una de las preguntas son unánimes y positivas con la transición del MCI a motor eléctrico.

Pese a todas las dificultades y por la gran acogida por parte del gobierno de turno el cual propone medidas que apoyan a la industria con la introducción de vehículos eléctricos al país, este cambio de matriz energética de transporte se tenía que dar en pro al beneficio de la humanidad la cual busca disminuir la gran contaminación producida en el planeta.

La educación superior siempre esta sometida a una transición constante en vista a mejorar for-

mando profesionales de calidad, y en este nuevo cambio que representa una gran inversión para la adecuación de los talleres con nuevas herramientas para el uso de los estudiantes en el mantenimiento de estos motores eléctricos. Los centros de estudio plantean la realización de convenios de cooperación con la industria privada para que por medio de las practicas pre-profesionales os estudiantes puedan poner en practica lo aprendido en las aulas, además se busca convenios con empresas que ayuden capacitando a los docentes sobre el tema de mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos.

Los cambios en las carreras técnicas relacionadas con los motores de combustión interna y eléctricos representan una variación del 25% de la malla ya establecida según los datos obtenidos.

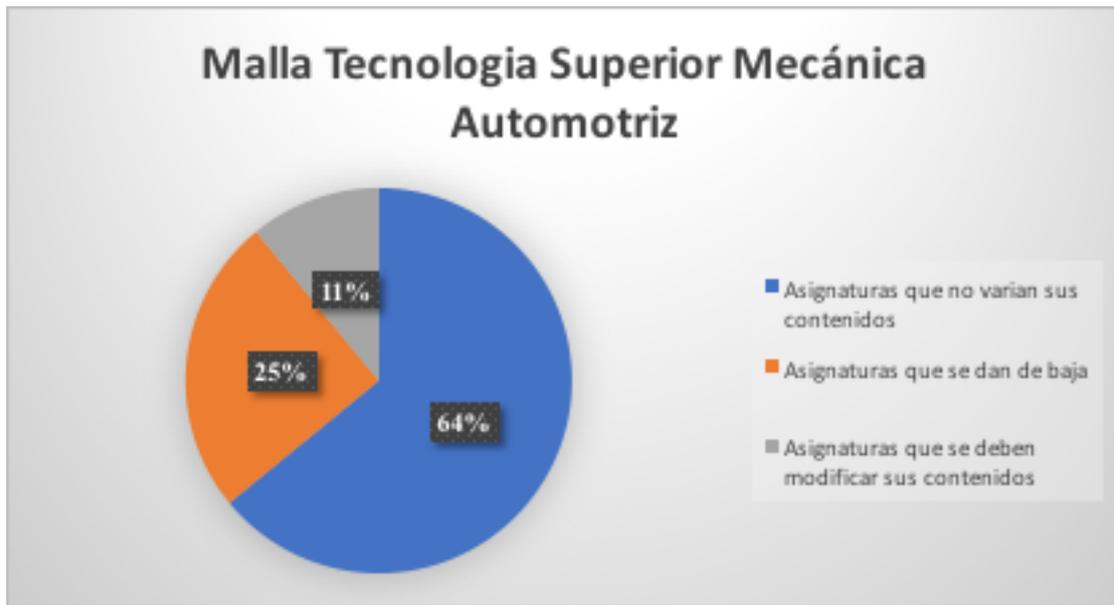


Figura 1. Análisis Malla Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz
Fuente: Autor

Según el análisis realizado se tiene que el 64% de la malla no se cambia, mientras que el 11% de la asignatura se daría de baja y el 25% de asignaturas se deberían alinear sus contenidos según el perfil de los motores eléctricos.

3.1. Análisis Malla Tecnología Superior en Electricidad.

Se realiza el análisis de malla de las asignaturas, tomando en cuenta su contenido para determinar cual de estas materias deben contribuir en la malla de Mecánica Automotriz.

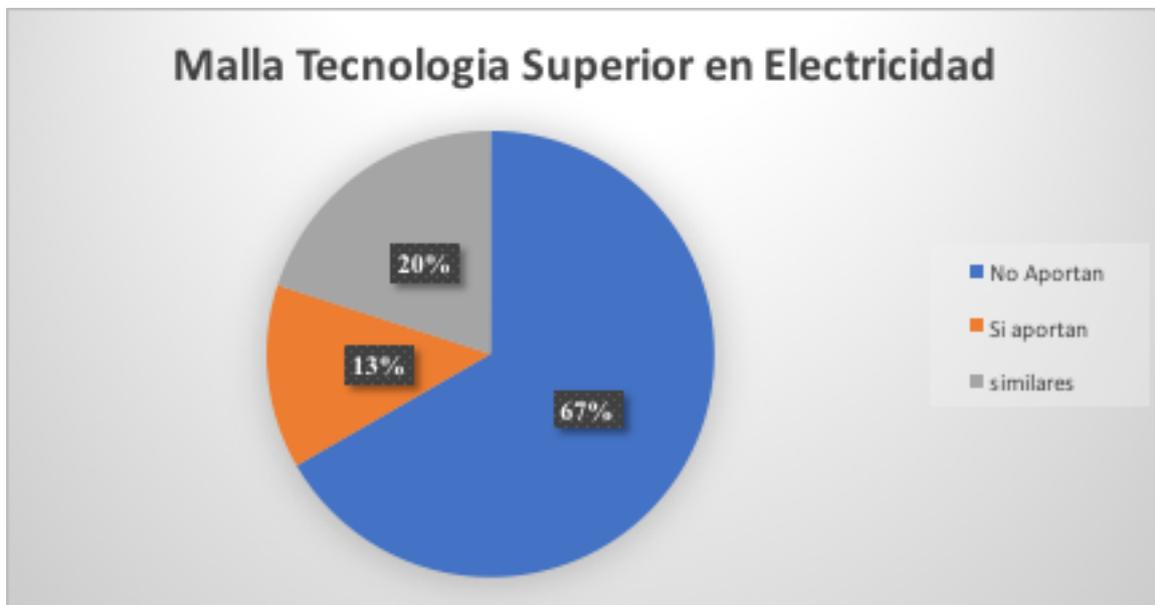


Figura 2. Análisis malla Tecnología Superior en Electricidad
Fuente: Autor

Según el análisis que se realizó se determina que el 67% de las asignaturas no representan mayor aporte a la carrera de Mecánica Automotriz mientras que el 20% se tendrían que tomar en cuenta para la reestructuración de una nueva malla curricular para la carrera de mecánica, a demás se observa que existe un 20% en semejanza de materias.

3.2. Análisis Malla Universidad Técnica Luis Vargas Torres.

Se toma en cuenta la carrera de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Luis Vargas Torres, esta carrera puede representar un aporte positivo a la malla de la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz. Cabe recalcar que para ingeniería el numero de asignaturas es de 60.

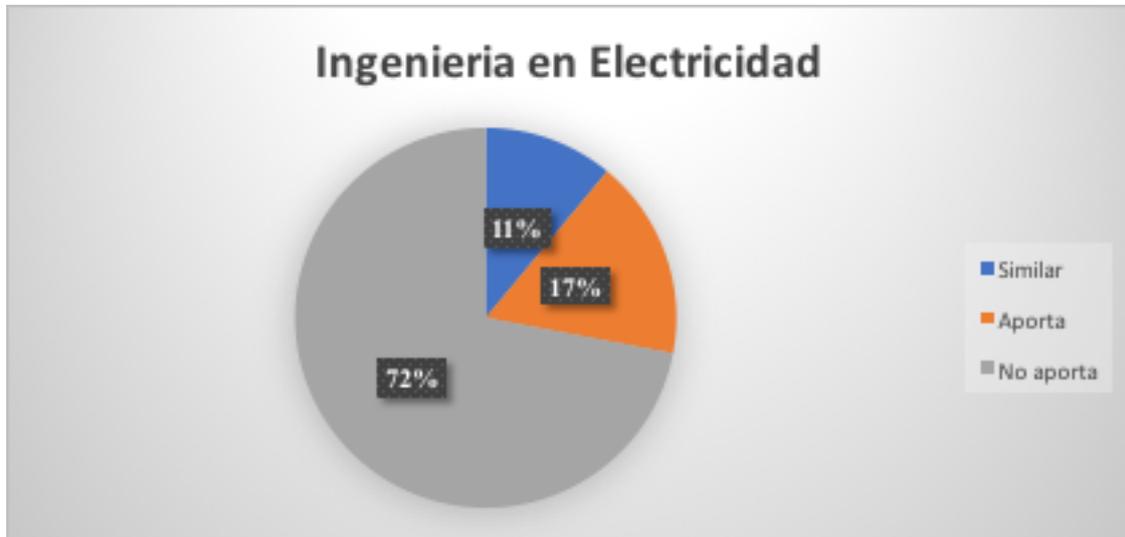


Figura 3. Análisis Malla Ingeniería en Electricidad

Fuente: Autor

En el análisis de la malla se observa que existe el 72% de asignaturas que no aportan a la malla de Tecnología Automotriz mientras que el 17% si contribuyen, a demás el 11% presenta similitudes con otras materias de la Tecnología.

DISCUSIÓN

En esta investigación se puede evidenciar que el país apoya esta medida incentivando a la industria automotriz con la reducción de aranceles y a los compradores de estos vehículos eléctricos con la reducción de impuestos relacionados con el automóvil, para la educación superior el panorama no se muestra desolador por ser el automóvil un sistema de subsistemas y el motor apenas representa un 20% de los componentes del vehículo.

El sector industrial privado esta dispuesto a implementar electrolinerías o puertos de carga para estos vehículos, la primera electrolinería se implementó en la ciudad de Guayaquil y la meta es seguir implementando estos sitios de cargas, en Quito se implementará 10 electrolinerías en los parqueaderos municipales, en Loja una cooperativa de taxis tiene su flota de vehículos eléctricos en funcionamiento.

Guayaquil es la pionera en Ecuador por lo que es catalogada como la primera ciudad que le apuesta a la electromovilidad, en China la empresa B&D entregó 20 buses eléctricos para la ciudad de Durán. Además, las casas comerciales (KIA, B&D, Nissan, Renault) han dotado de cargadores gratuitos a sus compradores de estos vehículos.

La educación superior en el Ecuador y por ende en las diferentes provincias se encuentra en transición a mejorar, La LOES debe garantizar la educación superior por lo que se deben plantear estrategias para esta nueva evolución de los vehículos con motores eléctricos.

El Ecuador no está en la posibilidad de implementar las denominadas electrolinerías (Puntos de carga de vehículos eléctricos) por el costo que representan, pero debe planificar estrategias juntamente con la empresa privada para cubrir esta nueva necesidad que se presenta en un futuro.

En la parte de educación el estado no debe realizar una gran inversión en este punto, solo debe capacitar a sus docentes para actualizar sus conocimientos, la gran falencia que presentan los institutos superiores es no poseer en sus talleres maquinaria especializada para dicho efecto.

CONCLUSIONES

Según el estudio realizado se evidencia que la malla actual el 64% de la asignatura no se deben cambiar mientras que el 36% se deben reestructurar con aspectos de los motores eléctricos.

Para la educación superior en la provincia de Esmeraldas la transición de los vehículos de combustión interna a eléctricos no representa mayor cambio, solo se debe capacitar a los docentes para que actualicen sus conocimientos, es más

factible que contratar otro profesional solo para motores eléctricos.

La tecnología mejora a pasos agigantados por lo que en los próximos 20 años se predice que el problema de autonomía que presentan los motores eléctricos ya no será una falencia convirtiéndose estos vehículos en idóneos para la movilidad del ser humano y para reducir la contaminación del parque automotor actual.

REFERENCIAS

- Castro, J., Orbea, L., Toapaxi, J., & Guano, C. (25 de 03 de 2017). Análisis de incentivos y proyecciones del vehículo 100% eléctrico en el Ecuador. Obtenido de UIDE: <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n4.2017.243>
- Fernandez, Lamarra, & Centeno, P. (2016). La educación superior latinoamericana en el inicio del nuevo siglo. Situación, principales problemas y perspectivas futuras. *Revista Española de Educación Contemporánea, España*.
- González, J. (08 de 11 de 2019). La primera electrolinera del Ecuador se inauguró en Guayaquil. *El Comercio*, págs. 15-16.
- LOES. (2010). *Ley Orgánica de la Educación Superior. Suplemento del Registro Oficial No 298*. Quito, Ecuador. Quito, Ecuador.
- Pozo, O. (2017). Estimación del impacto de los patrones de Movilidad de Transporte de carga pesada, por efecto del cambio de Matriz Energética. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15822>
- Ruiz, L., Torres, G., & García, D. (15 de Diciembre de 2017). Desafíos de la educación superior. Consideraciones sobre el Ecuador. *revistas.uide.edu.ec*, 2. Obtenido de <http://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/617/577>
- Superior, C. d. (2015). *Reglamento de Régimen Académico RPC-SO-18-No.206-2015*, 09 de abril de 2014. Ecuador.
- Tapia, V. (2013). La gestión de la calidad de la educación universitaria: desafíos y posibilidades. *ASPODEN*.
- Villarreal, D. (26 de JULIO de 2017). El fin del motor de combustión interna se acerca: Reino Unido prohibirá el diésel (y la gasolina) en 2040. *DIARIOMOTOR*, pág. 5.

ACCIONES PARA EL CORRECTO DESARROLLO DE LA FORMACIÓN DUAL EN EL INSTITUTO "LUIS TELLO"

ACTIONS FOR CORRECT DEVELOPMENT OF DUAL TRAINING AT THE "LUIS TELLO" INSTITUTE.

Edison Andrés Proaño Lapuerta¹
Pedro Eugenio Contreras Hurtado²
Carmen Ramona Farias Moreira³

Instituto Superior Tecnológico Luis Tello

¹ andresproanolapuerta@gmail.com

² stromen88@gmail.com

³ carmitafarias1963@gmail.com

Resumen:

La presente investigación hace referencia a la problemática de la educación dual en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, ante el interés en dichas carreras profesionales y el deseo de poder desarrollar proyectos en aras de una educación de calidad y un perfeccionamiento prominente en la Tecnología en Automatización e Instrumentación, permite analizar las necesidades del instituto con miras de un desarrollo tecnológico innovador con una óptica exitosa en cuanto a su aplicación y su proyección a futuro; considerando las circunstancias científico-técnicas, políticas, sociales y culturales como una realidad adyacente con nuevos rumbos en cuanto a la dualidad se refiere. Para determinar la problemática de la formación dual se realiza un acercamiento mediante diálogos y encuestas con las empresas receptoras e institutos que ofrecen la misma modalidad en la carrera Tecnología en Automatización e Instrumentación, con el fin de recopilar información, conocer la realidad de los estudiantes practicantes y decretar acciones encaminadas a la mejora del desarrollo de la dualidad.

Palabras clave: Formación dual, dualidad, educación, educación superior, prácticas

Abstract:

This research refers to the problem of dual education in the Luis Tello Technological Superior College, given the interest in these professional careers and the desire to develop projects for the sake of quality education and a prominent improvement in Automation and Instrumentation Technology, allows analyzing the needs of the institute with a view to innovative technological development with a successful optics in terms of its application and future projection; considering scientific-technical, political, social and cultural circumstances as an adjacent reality with new directions as far as duality is concerned. To determine the problem of dual training, an approach is carried out through dialogues and surveys with the receiving companies and institutes that offer the same modality in Automation and Instrumentation Technology career, in order to gather information, learn about the reality of practicing students and order actions aimed at to the improvement of duality development

Keywords: Dual training, duality, education, higher education, practices

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la problemática de la educación superior tecnológica dual en las carreras de Tecnología en Automatización e instrumentación del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, que se puede definir como una gran opción dentro de las dualidades, cuyo fin está enmarcado en el desarrollo de nuevas oportunidades, fusionando la misma, para obtener los beneficios que se tienen previstos y determinar un nuevo rumbo en lo educativo. En este sentido se ha hecho estudios y se verifica que las empresas no cuentan con el sistema dual y mucho menos con personal idóneo para este fin, por ello se han

creado políticas para mejorar y dar oportunidad a quienes conocen de dichas temáticas.

Para analizar esta problemática es necesario implementar estrategias innovadoras que sean consideradas dentro del proceso de dualidad, partiendo de la importancia que ésta tiene en el campo empresarial y socioeconómico.

El IST Luis Tello tiene como matiz fusionar estas dualidades para mejorar la parte educativa de nuestra provincia desarrollando políticas de cambio capaces de mejorar la calidad educativa.

DESARROLLO

El presente proyecto de investigación se desarrolla en cuatro etapas según los siguientes objetivos específicos planteados:

- Analizar información y documentación oficial sobre la creación de las carreras duales en la provincia de Esmeraldas.
- Organizar jornadas de diálogo con autoridades del Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello" y empresas de la ciudad de Esmeraldas, sobre los aspectos más importantes de la implementación de las carreras duales.
- Comparar la formación dual de las carreras del IST "Luis Tello" con otros Institutos de Educación Superior del país.
- Determinar acciones que encaminen al correcto desarrollo de la formación dual de las carreras del IST "Luis Tello".

Para dar cumplimiento al primer objetivo se revisa la documentación pertinente de creación de la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación (TAI), y se realizan encuestas telefónicas a SENESCYT para pedir información acerca del origen de dicha carrera. Existen especulaciones por parte de la comunidad educativa de que

fue la empresa PETROECUADOR la que pidió su creación.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo se realizan 2 encuestas del tipo analítica con preguntas abiertas, en donde las personas aplicadas brindaron mayor libertad en sus contestaciones, lo que permite obtener respuestas más profundas.

Para tabular los resultados, a cada pregunta se le asignó una escala cualitativa y cuantitativa considerando si son respuestas positivas, neutras o negativas para el IST Luis Tello.

Para dar cumplimiento al tercer objetivo se realiza una encuesta abierta y analítica al Ing. Jorge Carrascal coordinador de la carrera de TAI del IST 17 de Julio (cabe recalcar que se intentó y no se logró contactar con el IST Tena), para comparar al IST Luis Tello con otros institutos que ofrecen la misma carrera de TAI, con el fin de detectar falencias y plantear soluciones que encaminen al correcto desarrollo de la formación dual.

En el cuarto objetivo se plantean posibles soluciones que debe realizar el IST Luis Tello para que la modalidad de formación dual de la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación

funcione de la manera adecuada, tal como se establece en el proyecto de la carrera mencionada. Esto beneficiará a toda la comunidad educativa, tanto a docentes como estudiantes.

- Para dar cumplimiento al primer objetivo específico se realiza el siguiente análisis.

Se entabló una conversación vía telefónica con Jesús Aranguren Director de Investigación de la Zonal 1 y 2, para darle a conocer el proyecto de investigación y solicitarle información sobre la creación de las carreras duales del instituto. Se realizaron 4 preguntas concretas atacando a la creación de la carrera en Tecnología en Automatización e Instrumentación, la cual sólo la primera fue una respuesta positiva, las demás manifestó que desconoce la información. Las preguntas de la encuesta son las siguientes:

1. ¿Las carreras de formación dual del instituto fueron un proyecto piloto para la provincia de Esmeraldas?
2. ¿La apertura de la carrera de Automatización e Instrumentación fue una petición exclusiva de PETROECUADOR en Esmeraldas?
3. De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿cuentan con un documento que respalde lo antes expuesto?
4. ¿Nos puede facilitar documentos de aprobación del proyecto de las carreras duales de Automatización e Instrumentación del IST Luis Tello?
5. Disponen del Informe de presentación al CES por parte del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, de las medidas adoptadas para la implementación de las recomendaciones realizadas a la carrera por la Comisión Permanente de los Institutos y Conservatorios Superiores del CES

Por otro lado, en base a las respuestas de la encuesta realizada, a la documentación oficial del proyecto de carrera y a la resolución Nro. RPC-SO-16-No.174-2014 de aprobación de la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación (CES, 2014), se concluye el análisis en que la carrera no fue petición de la empresa PETROECUADOR, sino un proyecto piloto para la ciudad de Esmeraldas.

Un grupo de investigadores realizaron un estudio en las ciudades de Ibarra, Tena y Esmeraldas previo a la creación de las carreras en los 3 institutos correspondientes a cada ciudad, visitaron a diferentes empresas de las ciudades mencionadas y se nombra a PETROECUADOR como una empresa más que fue parte del estudio.

En dicho estudio, no se elaboró un enfoque a la situación real de cada provincia, se realizó de manera general en el país.

- El segundo y el cuarto objetivo específico van de la mano, por lo tanto, para dar cumplimiento se realiza el siguiente análisis y se plantean soluciones en base a cada situación.

Las jornadas de diálogo realizadas a 3 de las empresas que más estudiantes acogen con las cuales en la actualidad se tiene convenios, arrojaron diferentes resultados en base a un compendio de preguntas planteadas a los encargados de los convenios por parte de las empresas y a los jefes de taller que están en contacto directo con los estudiantes, estas estuvieron enfocadas al desempeño académico de los estudiantes y al conocimiento por parte de las empresas receptoras del concepto "formación dual".

Se tabulan los resultados del compendio de preguntas como se muestra en la Tabla 1 y en la Tabla 2:

Tabla 1. Encuesta dirigida a jefes de talleres de tres empresas de la ciudad de Esmeraldas

No	PREGUNTAS DIRIGIDA A JEFES DE TALLERES	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	TOTAL
1	Se ha presentado algún tipo de inconveniente de carácter disciplinario o de cualquier índole con los estudiantes practicantes del IST Luis Tello	1	1	1	1,00
2	¿Ha ocurrido algún accidente laboral con un estudiante practicante del IST Luis Tello	1	1	1	1,00
3	¿El nivel académico de los estudiantes es el adecuado para el desarrollo de las prácticas?	1	1	0	0,67
4	Cree usted que la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación cumple con el perfil profesional adecuado para cubrir alguna necesidad laboral dentro de esta empresa	1	1	1	1,00
5	¿Tiene conocimiento sobre que es la modalidad dual de estudio?	1	1	0	0,67
6	En caso de ser afirmativa la respuesta anterior. ¿Cree usted que la modalidad de estudio dual ayuda en el desarrollo académico y laboral de los futuros profesionales?	1	1	1	1,00
	TOTAL	1	1	0,67	0,89

Fuente: El Autor

En la Tabla 1 se encuentran 6 preguntas concretas que fueron aplicadas a los jefes de talleres de las áreas en la que se encuentran los estudiantes en cada una de las tres empresas.

Tabla 2. Encuesta dirigida a administradores del convenio de tres empresas de la ciudad de Esmeraldas

No	PREGUNTAS DIRIGIDA AL ADMINISTRADOR DEL CONVENIO	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	TOTAL
1	Desde su punto de vista cómo se está llevando el desarrollo de las prácticas según lo establecido en el convenio de formación dual instaurado con IST Luis Tello	0	0	0,5	0,17
2	Se ha presentado algún tipo de inconveniente de carácter disciplinario o de cualquier índole con los estudiantes practicantes del IST Luis Tello	1	1	1	1,00
3	¿Ha ocurrido algún accidente laboral con un estudiante practicante del IST Luis Tello	1	1	1	1,00

No	PREGUNTAS DIRIGIDA AL ADMINISTRADOR DEL CONVENIO	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	TOTAL
4	Ha recibido alguna queja por parte de los jefes de talleres de la empresa, con respecto al desempeño de los estudiantes practicantes del IST Luis Tello.	1	1	1	1,00
5	¿El nivel académico de los estudiantes es el adecuado para el desarrollo de las prácticas?	1	0	1	0,67
6	Cree usted que la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación cumple con el perfil profesional adecuado para cubrir alguna necesidad laboral dentro de esta empresa	1	0	0,5	0,50
7	¿En caso de existir vacantes, cree usted que la empresa estaría dispuesta a contratar a los estudiantes que realizaron prácticas?	1	0,5	0	0,50
8	En caso de que la respuesta anterior sea negativa, puede indicar el porqué.	-	0	-	0,00
9	¿Cree usted que la modalidad de estudio dual ayuda en el desarrollo académico y laboral de los futuros profesionales?	1	1	1	1,00
	TOTAL	0,88	0,5	0,75	0,71

Fuente: El Autor

En la Tabla 2 se encuentran 9 preguntas que fueron aplicadas a los administradores de los convenios de cada una de las empresas.

Tabla 3. Escala cualitativa y cuantitativa de las encuestas

Denominación	Color	Rango
Excelente		0,8 - 1
Satisfactorio		0,50 - 0,79
Insatisfactorio		0 - 0,49

Fuente: El Autor

En la Tabla 3 se muestra una escala cualitativa y cuantitativa establecida por los autores sobre las ponderaciones obtenidas de las encuestas realizadas, dependiendo de las respuestas si son positivas neutras o negativas para el instituto.

Se puede observar que se debe prestar atención a varios puntos y se tiene que tomar acciones correctivas como es el caso del ítem 1 de la Tabla 2 el cuál es de carácter administrativo y según la Tabla 3 se encuentra en el rango de "insatisfactorio", esto refleja que los encargados de los convenios en las diferentes empresas receptoras no llevan un seguimiento de los estudiantes que están realizando sus prácticas de formación dual, es algo muy alertante y se deben tomar correctivos inmediatamente ya que si no se tiene un compromiso de parte y parte la formación dual falla. Un método para corregir esta situación es solicitar por parte del instituto reportes periódicos a los encargados de los convenios del estado de los practicantes.

El ítem número 3 de la Tabla 1 y los ítems 5 y 6 de la Tabla 2 corresponden al ámbito académico y según la Tabla 3 estos resultados se encuentran en el rango de "satisfactorio"; el Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello" debe apuntar a la excelencia. Para lograr este objetivo el instituto tiene que capacitar a sus docentes no solo con personal interno sino con entes externos de la provincia o del país para lograr subir el nivel académico tanto de la planta docente como estudiantil.

Se puede observar que el ítem 5 de la Tabla 1 se encuentra en el rango de "satisfactorio", para mejorar esta situación la institución debe realizar campañas de comunicación, difusión por los diferentes medios locales y diálogos directos para que la comunidad Esmeraldeña y sus empresas tengan un conocimiento más abierto de la dinámica de la formación dual.

Los ítems 7 y 8 de la Tabla 2 son de carácter laboral e indican que la acogida de los estudiantes por parte de las empresas receptoras se encuentra

entre los niveles "satisfactorio" e "insatisfactorio", la institución para mejorar esta situación como primer paso debe realizar un seguimiento a los estudiantes egresados, crear una base de datos de estos para así generar una bolsa de empleo, además, presentar los currículos de los estudiantes para que sean tomados en cuenta en los concursos para vacantes laborales. Estas acciones pueden ser una vía de solución al problema del desempleo de estudiantes graduados, puesto que los diálogos que se llevaron a cabo con las diferentes empresas indicaron que la oportunidad es para todos mediante un concurso abierto de méritos y oposiciones en el que participan personas de todos lados del país. A más de esto, se debe mantener una comunicación constante entre el instituto y las empresas receptoras para que siempre tengan presente que el Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello" tiene listos y a la orden la mano de obra calificada para las diferentes actividades industriales.

Realizando un análisis a los resultados obtenidos por tabla y abordando en primer lugar la encuesta realizada a los jefes de talleres quienes tienen un contacto más directo con los estudiantes en el desarrollo de sus prácticas duales, los resultados arrojan varias puntuaciones excelentes indicadoras de que los practicantes del instituto Luis Tello si asimilan correctamente los conocimientos impartidos dentro de los talleres de las empresas receptoras. En segundo lugar, la encuesta realizada a los administradores de los convenios también entrega varios resultados de rango excelente, la mayoría de estos son generados por reportes de los jefes de talleres ratificando así lo dicho anteriormente sobre la capacidad y el talento en bruto de la comunidad estudiantil que posee el Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello".

- Para dar cumplimiento al tercer objetivo específico se realizó una encuesta al Instituto 17 de Julio de la ciudad de Ibarra porque cuentan con la misma carrera de Tecnología en

Automatización e Instrumentación. A continuación, se muestran las preguntas elaboradas por los autores del presente proyecto y respuestas del Ing. Jorge Carrascal coordinador de la carrera TAI del instituto antes mencionado, en cada pregunta se hace una comparación con el IST Luis Tello.

1. ¿La formación dual en su instituto se lleva a cabo según lo que se establece en el proyecto de carrera?

Sí, la formación Dual se lleva a cabo según los cronogramas establecidos en los proyectos aprobados por el CES en el 2018 y 2014. Se establecen las semanas teóricas prácticas en el IES y las semanas de Dualidad en entidades receptoras.

Haciendo la comparación del IST 17 de Julio de la ciudad de Ibarra con el IST Luis Tello en referencia a este primer cuestionamiento nuestra institución empieza a llevar a cabo la formación dual como lo establece el proyecto solo a partir de este último periodo mayo - octubre 2019, anteriormente se tomaban las 24 semanas teóricas en las aulas de clase.

2. ¿En caso de no ser así, que estrategia han adoptado?

Alternativamente, los alumnos pueden desarrollar prácticas en el IES en ambientes simulados y virtuales según el RRA (Reglamento de Régimen Académico) del 2016, Art. 44, pero esta opción ya no está disponible en el RRA del 2019 y conviene tratar de enviar a todos los alumnos a empresas receptoras.

En el IST Luis Tello no se hizo uso de la alternativa que consta en el RRA perteneciente al 2016 de los ambientes simulados y virtuales para suplir las prácticas en las empresas receptoras y se optó por utilizar las 24 semanas para impartir las clases dentro de la institución.

3. ¿Con cuántos convenios de formación dual cuentan en la actualidad?

Doce (12) convenios aproximadamente.

En la actualidad el IST Luis Tello cuenta con 8 convenios de los cuales dos de estos solo involucran a un estudiante, dejándonos así 6 convenios significativos que sumarían un total aproximado de 35 cupos rotativos para ingresar a los estudiantes en las empresas receptoras, situación en la cual se debe hacer énfasis por concretar o realizar más convenios de formación dual con las empresas de la formación dual de la localidad ya que el cupo actual es relativamente bajo para la cantidad de estudiantes que necesitan realizar las prácticas.

4. ¿Las empresas receptoras contratan a los estudiantes luego de culminar la formación dual?

No hemos tenido noticia de eso. Sí algunas han remunerado, pero sin relación contractual.

El IST Luis Tello se encuentra en la misma situación ya que las empresas receptoras no están obligadas a contratar a los estudiantes, aunque en el proyecto original de la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación si se indica esto, en la realidad no se cumple y si algún estudiante quiere optar por un puesto de trabajo dentro de las empresas receptoras, debe pasar por el proceso de selección establecido en cada una de ellas.

5. ¿En su instituto cuentan con laboratorios y talleres para llevar a cabo el desarrollo del componente práctico?

Sí, disponemos.

Este es el talón de Aquiles del IST Luis Tello pues desde sus inicios no cuenta con una infraestructura propia y esto repercute mucho en el establecer o levantar por gestión propia laboratorios y talleres para una mejor impartición de clases. Se puede ver un rayo de luz al final del túnel, ya que, en la última semana del mes de octubre, se han reactivado las actividades para la reconstrucción de la infraestructura del instituto en la ciudad de Atacames.

6. ¿Cuáles son los talleres y/o laboratorios con los que cuenta su institución para la carrera de Automatización?

Sede Yachay: un área taller-bodega y de un laboratorio de TICs de 29 computadoras.

Sede SECAP (no se utiliza mucho por nuestra carrera): un taller más grande con 10 computadoras, PLCs y mesas de trabajo.

El IST Luis Tello tiene dos laboratorios de cómputo con 24 máquinas en total, pero no cuenta con laboratorios especializados de Automatización e Instrumentación, sin embargo, algunos estudiantes se encuentran realizando módulos didácticos como proyecto de grado que favorecerá a docentes y estudiantes del instituto. Se debe realizar una gestión adecuada con autoridades de SENESCYT para adquirir equipamientos con tecnología de

punta y así mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

7. ¿Han realizado ajustes al proyecto de carrera según su realidad territorial?

El proyecto 2018 está ajustado a la realidad territorial, los ajustes se realizan en el sílabo. El proyecto de carrera estipula unos requisitos mínimos en el sílabo, el docente puede añadir más contenidos a impartir según el estado del arte y las nuevas tendencias.

En el IST Luis Tello los contenidos mínimos se manejan de la misma manera que en el IST 17 de Julio, además, el proyecto de carrera no se ha modificado de acuerdo a la realidad de la ciudad de Esmeraldas. Actualmente el instituto se encuentra actualizando los contenidos y la concatenación de las asignaturas de la carrera TAI.

CONCLUSIONES

Se logró conseguir la documentación del Proyecto de carrera de Automatización e Instrumentación y su resolución de creación al contactar a la zonal, se aclaró que fue un grupo de investigadores que realizaron un estudio en las ciudades de Ibarra, Tena y Esmeraldas previo a la creación de las carreras en los 3 institutos correspondientes a cada ciudad, visitando a diferentes empresas de las ciudades mencionadas y se nombra a PETROECUADOR como una empresa más que fue parte del estudio y no de que esta había hecho la petición exclusiva de la creación de esta carrera.

Las jornadas de diálogo realizadas entre las empresas que se tiene convenio de formación dual y las autoridades del Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello" arrojaron resultados favorables para ambas partes ya que en este último periodo académico la formación dual se está llevando a cabo con el formato establecido en el proyecto, creándose así una fuente constante de fuerza laboral y mano de obra calificada sin costo para las empresas receptoras y un alivio para la institución

académica ya que se empieza a cubrir la necesidad que se tenía de enviar a más de 50 estudiantes egresados a realizar sus prácticas duales.

El ejercicio de comparar los institutos de educación superior que tengan carreras duales no fue tan favorable para el instituto Luis Tello, que a pesar de contar con un número considerable de convenios de formación dual queda en desventaja ante los otros institutos por falta de infraestructura propia y obviamente falta de talleres y laboratorios.

Las acciones determinadas para encaminar la formación dual a su correcto desarrollo se han expuesto de manera detallada y específica en el punto desarrollo en el cual se hace énfasis a los correctivos que se deben tomar de manera inmediata que son de índole académico, pero sin olvidar las acciones sugeridas para retomar la construcción del instituto territorial ubicado en el cantón Atacames que actualmente es una promesa olvidada.

REFERENCIAS

Carvajal, R. P., Romero, A. J., & Álvarez, G. (2017). Estrategia para contribuir a la implementación de la formación dual de los profesionales de ciencias empresariales en las pequeñas y medianas empresas de la provincia Tungurahua, Ecuador. *Formación universitaria*, 29-40.

CES. (25 de Abril de 2014). Recuperado de http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com_sobipro&task=download.file&fid=231.2165&sid=741&Itemid=0

Gamino Carranza, A., Acosta González, M. G., & Pulido Ojeda, R. E. (2016). Modelo de formación dual del Tecnológico Nacional de México. *Revista de Investigación en Educación*, 170-183.

Marhuenda, F., Palomares, T. D., & Fluixá, M. J. (2017). Con d de dual: investigación sobre la implantación del sistema dual en la formación profesional en España. Madrid, España: Educar.

Montero Sánchez, L. M. (2016 de Octubre de 2016). Factores que dan lugar a la incertidumbre que sienten los docentes de los colegios técnicos, respecto a la posible implementación de la educación dual en el sistema educativo costarricense. Costa Rica.

Morales Ramirez, M. A. (2014). Sistema de aprendizaje dual: ¿una respuesta a la empleabilidad de los jóvenes? *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, 87-110.

Proyecto de la carrera de Tecnología en Automatización e Instrumentación. (2014). Esmeraldas.

Rego Agraso, L., Barreira Cerqueiras, E. M., & Rial Sánchez, A. F. (2015). Formación Profesional Dual: comparativa entre el sistema alemán y el incipiente modelo español. *Revista Española de Educación Comparada*, 149-166.

Solís Sierra, M. N., & Duarte Morante, P. L. (2018). La educación superior tecnológica y la empleabilidad. *Revista Universidad y Sociedad*, 21-33.

Tolino Fernández, A. d. (2015). La formación Profesional Dual. Aplicación de nuevos métodos. Murcia, España.

ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA VACIADO DE ALUMINIO FUNDIDO EN HORNO DE CRISOL

(1) **Roberto Armijos**

(2) **Ernesto Quishpe**

(3) **Daniel Valdivieso**

⁽¹⁾ betooth.29@hotmail.com

⁽²⁾ qshernest_eim@hotmail.com

⁽³⁾ ldvaldiviosos@gmail.com

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico- Ecuador

Resumen

La fundición de aluminio en Ecuador es utilizada para elaborar piezas metálicas, así como también utensilios de cocina, el mismo que contribuye a disminuir la contaminación de sólidos de aluminio al medio ambiente al volverlos a reutilizarlos. El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico no cuenta con la maquinaria necesaria para ésta tarea, puesto que sus costos son elevados. El objetivo del presente artículo es implementar un horno de crisol basculante que cumpla con las normas de seguridades respectivas, además que sea de bajo costo, eficiente y que beneficie al I.S.T. Central Técnico. Para la recopilación de información se utilizó referencias bibliográficas y encuestas realizadas a estudiantes, educandos de la institución, dueños de fundidoras y operarios de las mismas. El resultado obtenido permitió escoger el diseño del sistema de seguridad que permita el vaciado de aluminio fundido y hacer un análisis más profundo para disminuir los costos de fabricación. Se realizaron pruebas de vaciado y tiempo de calentamiento, con lo que se concluyó que la máquina está en condiciones adecuadas para ser usada.

Palabras clave- basculante, contaminación, fabricación, maquinaria, seguridad.

Abstract

Aluminum smelting in Ecuador is used to make metal parts, as well as kitchen utensils, which contributes to reduce the contamination of aluminum solids to the environment by reusing them. The "Instituto Superior Tecnológico Central Técnico" does not have the necessary machinery for this task, since its costs are high. The objective of this article is to implement a tilting crucible furnace that complies with the respective safety standards, in addition to being low cost, efficient and benefits the I.S.T. Technical Central. For the collection of information, bibliographic references and surveys were taken from students, professors of the institution, owners and operators of foundries. The result obtained allowed to choose the design of the safety system that allows the casting of molten aluminum and make a deeper analysis to reduce manufacturing costs. Emptying tests and heating time were carried out, where it was concluded that the machine is in suitable conditions to be used.

Keywords- Tilting, Pollution, manufacturing, machinery, security.

INTRODUCCIÓN

La fundición de los metales marco una etapa decisiva en el desarrollo de la humanidad, las antiguas civilizaciones utilizaron tecnologías del fuego, llamadas piro tecnologías que proporcionaron las bases del desarrollo de la fundición, durante los periodos de conquista se buscaba mejores materiales para la creación de herramientas y armas que satisficieran las necesidades de supervivencia.

Con el tiempo se han creado infinidad de diseños y construcciones de hornos que permitieron fundir elementos metálicos, los cuales han ido mejorando con el tiempo, entre los que se cita:

Hornos por combustible llamados de alto horno, utilizan carbón de coque. Según F.H.Norton (1972), separan todas las sustancias que acompañan al hierro. Reduce el mineral de hierro a hierro, la carga que es una mezcla de mineral de hierro y piedra caliza, recibe por inyección una corriente de aire precalentado que genera calor y forma así el monóxido de carbono, de esta manera reduce el mineral a hierro fundido y escoria.

El avance industrial permitió crear los hornos de crisol que utilizan como combustible gas propano, diésel, son especialmente utilizados para fundir metales no ferrosos como latón, bronce, aleaciones de zinc, aluminio y otras más, por lo general son de forma cilíndrica, en su estructura interna está introducido un recipiente llamado crisol, el cual es fabricado a base de grafito siendo este un material refractario que soporta altas temperaturas. (Proceso de fundición, 2017)

El crecimiento tecnológico ha permitido diseñar y construir hornos eléctricos de resistencias de reverberos, siendo muy eficaces para fundir

hierro de bajo contenido de carbono menos del 2,8 %. La aplicación especialmente para fundir metales féreos y no féreos como el latón, cobre, bronce y aluminio. (Tito., 1981).

La inventiva no se ha detenido y se crearon hornos de arco eléctrico, empleados de dos formas, como horno de fundición independiente y hornos dúplex, es decir, se pueden combinar con otros tipos de hornos, por ejemplo, horno de cubilote más horno eléctrico, horno eléctrico más horno de inducción, teniendo como resultado una fusión de hierro colado limpio aplicado para la fabricación de molduras específicamente de paredes finas y geometrías complejas. (Tito., 1981).

En el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico los hornos de fundición que permiten a los estudiantes experimentar en la asignatura de Metalurgia, se encuentran técnicamente defectuosas, una revisión exhaustiva da como resultado final que los hornos han cumplido su tiempo de vida útil, y su mantenimiento saldría más costoso, además se corre el riesgo de que docentes y estudiantes puedan tener algún accidente. Para continuar con una educación de excelencia y experimental se hace necesario construir un horno de crisol que cumpla normas de diseño y seguridad, para lo cual se utilizaron conocimientos técnicos, software de diseño y fórmulas que permitieron la construcción de la carcasa y la medida cilíndrica idónea que permite una circulación de calor permanente, para asegurar a docentes y estudiantes se diseñó un sistema de transmisión piñón tornillo sin fin de doble entrada permitiéndole al horno ser maniobrable y por lo tanto seguro al distanciarse de la carcasa que en ese momento se encuentra a una elevada temperatura

evitando de esta manera salpicaduras al momento de colar la colada del material fundido, además se diseñó la estructura y ejes de apoyo que soportaron altas temperaturas procurando mantener costos asequibles, y se determinó el material refractario que soporte una temperatura de 600°C.

En otros países se han desarrollado hornos de crisol para fundición de aluminio y bronce, pero su diseño es estático, es decir para obtener la colada se utilizan pinzas para sacar el crisol del horno generando en cualquier momento inseguridad al momento de manipular, aunque llegan a

las temperaturas deseadas su diseño es empírico técnicamente poco satisfactorio.

En el mercado se pueden encontrar hornos de fundición que trabajan con electricidad e hidrocarburos, su costo de adquisición y funcionamiento es elevado como se puede ver en la (Tabla 3), por tanto, se quiere dar a conocer que en el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico la investigación desarrollada permite construir hornos de crisol a un bajo costo y totalmente seguros permitiendo mejorar el medio ambiente al utilizar materiales reciclados para la fundición.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener información y desarrollar el proyecto se utilizaron dos tipos de encuestas. La primera dirigida a estudiantes de la institución utilizando un sistema de preguntas cerradas y la segunda encuesta fue dirigida personal técnico con conocimientos del tema que trabajan en empresas ligadas con procesos de fundición.

Las encuestas realizadas a los estudiantes fueron para determinar el conocimiento de la construcción de un horno basculante de crisol, así como las características de la formación del mismo; mientras que las encuestas desarrolladas a las empresas ayudaron con los conocimientos técnicos y funcionamiento reales de los hornos, puesto que esa es su labor diaria.

También se investigó en varias fuentes bibliográficas para obtener resultados de diseño de hornos en otros lugares, dentro o fuera del país. Como se describe a continuación:

En la tesis de Sebastián Andrés Trujillo Roldan (2005), publicado en la Universidad San Francisco de Quito, cuyo tema se refiere al "Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición utilizando gas natural" se dio la siguiente conclusión técnica: el ingreso de oxígeno debe ser permanente para obtener un resultado óptimo de

combustión, permitiendo controlar la temperatura con el flujo de aire.

Según Hernández B. (2014) en su estudio "Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición escultora de Bronce" concluye que: el horno está en la condición de fundir bronce y aluminio, el punto de fusión es rápido debido a las dimensiones del horno que es pequeña, su uso es adecuado por su dimensionamiento y el mantenimiento es fácil por ser un horno que permanece en el piso y se puede trabajar en sitios reducidos.

Según el artículo escrito por Víctor Chura Ura-chi (2014) publicado en la Revista Tecnológica Boliviana, cuyo tema se refiere al "Conformado de una pieza de aluminio", dice que la temperatura obtenida fue de 800°C y que la fusión en el interior del crisol fue rápida para fundir aluminio.

Se utilizaron dos encuestas, la primera fue utilizada a estudiantes y docentes del IST Central Técnico con el objetivo de conocer acerca de los hornos de crisol y determinar la necesidad de implementar un horno realizado en el mismo instituto. La segunda encuesta se la utilizó en dos empresas privadas y el instituto con el objetivo de determinar el funcionamiento y medidas de seguridad utilizadas e implementarlas en la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta realizada a 35 estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial se muestran a continuación en la siguiente tabla:

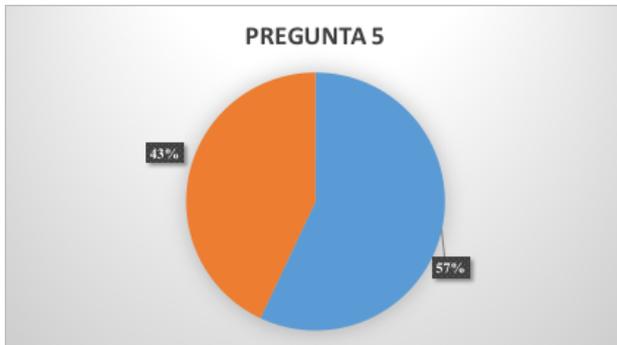
Tabla 1: Resultados de encuesta a estudiantes de Mecánica Industrial.

N°	PREGUNTA	SI	%	NO	%	ANALISIS
1	¿Conoce usted los tipos de hornos existentes para fundir materiales férreos?	24	69%	11	31%	El 69% conocen de hornos para fundir metales no férreos y 31% desconocen.
2	¿Conoce usted qué tipos de combustibles se utilizan en los hornos de fundición?	19	54%	16	46%	El 54% conocen los tipos de combustibles que se utilizan en los hornos, el 46% desconocen.
3	¿Conoce usted la estructura interna de un horno de crisol basculante?	7	20%	28	80%	El 20% conocen la estructura interna de un horno de crisol basculante, mientras que el 80% desconocen.
4	¿Conoce usted el término "material refractario"?	31	89%	4	11%	El 89% conocen el término "material refractario", el 11% desconocen.
5	¿Conoce usted la fundición del sistema basculante en el horno de crisol?	15	43%	20	57%	El 43% conocen la fundición del sistema basculante en el horno de crisol, el 57% desconoce
6	¿Tiene conocimiento del proceso de fundición del aluminio?	23	66%	12	34%	El 66% tienen conocimiento del proceso de fundición de aluminio, el 34% lo desconoce.
7	¿Conoce usted la temperatura de fusión del aluminio?	29	83%	6	17%	El 83% conocen la temperatura de fusión del aluminio, el 17% lo desconoce.
8	¿Conoce usted las aplicaciones del aluminio?	32	91%	3	9%	El 91% conocen las aplicaciones del aluminio, el 9% desconocen.
9	¿Actualmente en la carrera de Mecánica Industrial existe un horno de crisol basculante para fundir aluminio?	6	17%	29	83%	El 83% asegura que carece de un horno de crisol basculante para fundir aluminio, el 17% cree que si existe este horno.
10	¿Cree usted que con la implementación del horno de crisol basculante para fundir aluminio, contribuirá con la formación técnica que necesita un profesional en el área de Mecánica Industrial?	31	89%	4	11%	El 89% afirma que si habrá contribución en la formación si se utiliza un horno de crisol basculante, el 11% piensa que no contribuirá en la formación.

Fuente: Autor

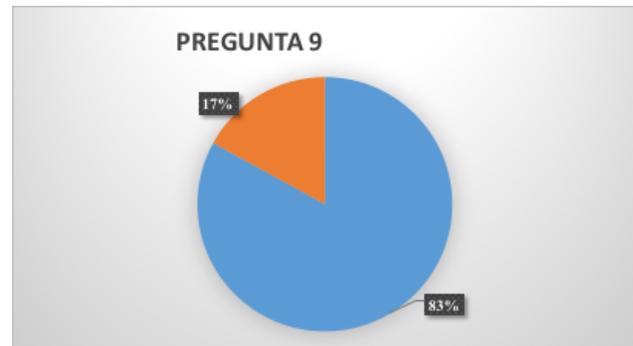
En la tabla 1 se puede observar la divergencia al contestar las diez preguntas de conocimiento referente a los hornos de crisol y sus características. Tomando como base las preguntas 5, 9 y 10 se determinó la necesidad de realizar este proyecto que beneficiará a la institución. De la encuesta realizada a los estudiantes, los resultados de las siguientes preguntas fueron los más importantes.

Pregunta N. 5: ¿Conoce usted la fundición del sistema basculante en el horno de crisol?



Como se puede observar el 57% desconocen de la fundición del sistema basculante en el horno de crisol.

Pregunta N. 9: ¿Actualmente en la carrera de Mecánica Industrial existe un horno de crisol basculante para fundir aluminio?



El 83% confirma que en la institución no cuentan con un horno basculante mientras que el 17% se confunde con los hornos estacionarios.

Pregunta N. 10: ¿Cree usted que con la implementación del horno de crisol basculante para fundir aluminio, contribuirá con la formación técnica que necesita un profesional en el área de Mecánica Industrial?



Los resultados indican que los estudiantes quieren mejorar su formación técnica y realizarlo experimentalmente, para lo cual se requiere de máquinas que cumplan con las normas de diseño y construcción establecidos.

Los resultados de la encuesta realizadas al personal técnico de las Empresas Metalmecánica "JR" y Tecno Fundición se describen en la Tabla 2. Estos datos sirvieron para realizar comparaciones con los obtenidos en el IST Central Técnico.

Tabla 2: Resultados comparativos entre empresas e I.T.S. Central Técnico.

N°	Pregunta	Metalmecánica "JR"	I.S. Tecnológico Central técnico	Tecno Fundición
1	¿La empresa en la que usted se encuentra posee un horno de crisol basculante para fundir aluminio?	SI	NO	NO
2	¿Considera usted que es necesario poseer un horno e crisol basculante para fundir aluminio?	SI	SI	SI
3	Qué tipos de horno de fundición posee la empresa en la cual labora?	Horno de crisol Horno de cubilote Horno de inducción	NINGUNO	Horno de crisol Horno de cubilote Horno de reverbero
4	¿El combustible que utilizan para los hornos de fundición de que tipo es?	Resistencia eléctrica Gas	NINGUNO	Diesel y Gas
5	¿Qué tipos de material refractario utilizan en los hornos que poseen?	Ladrillo refractario Cemento refractario	Ladrillo refractario Cemento refractario	Ladrillo refractario Cemento refractario
6	¿Cuáles son los tipos de aislantes térmicos que utilizan en los hornos de fundición?	Papel cerámico Fibra de cerámica	Papel cerámico	Papel cerámico
7	¿Qué tipo de mantenimiento ejecuta la empresa para prolongar la vida útil y el funcionamiento adecuado en los hornos de fundición que poseen?	Mantenimiento Preventivo	NINGUNO	Mantenimiento preventivo
8	¿En el plan de mantenimiento que posee su empresa existe un presupuesto específico destinado al mantenimiento de los hornos?	SI	NO	SI
9	¿La capacidad para fundir material que poseen los hornos de su empresa en que rango se encuentran?	10Kg a 50Kg	NINGUNO	50Kg a 100Kg
10	¿La empresa en la que se encuentra brinda EPP adecuado para realizar trabajos de fundición?	SI	SI	SI

Fuente: Autor

La Tabla 2 muestra que las empresas están equipadas y cuentan con los recursos necesarios para ser competitivos mientras que al compáralas con el instituto se puede observar que no se cuentan con recursos, delimitando los conocimientos técnicos prácticos al momento de estudiar el tema referente a fundición. En Ecuador y países internacionales existen empresas que se encargan

de construir y comercializar hornos de diferentes características entre las que se citan: Gracomaq, Horno de gas Basculante WSPR, HORNOSALFERIEFF, etc. Sus precios son elevados, aunque las dimensiones de las mismas son para tonelajes industriales es decir para grandes empresas. En la Tabla 3 se observa los precios de algunos hornos basculantes.

Tabla 3. Precios de hornos basculantes

Tipo	Precio en dólares
Horno de fusión por inducción de 50Kg horno de crisol	2000 a 15000
Hidráulica crisol basculante de horno de fusión de aluminio	4100 a 18000
Horno de crisol de fundición de aluminio inclinable	2200 a 18000
Crisol Horno Basculante para metales no ferrosos de fundición	2500 a 1500

Fuente: Catálogo Gracomaq

En la tabla 4 se determinan el valor económico de los materiales que permitieron la construcción del horno de crisol basculante, permitiendo demostrar el costo total y compararlo con precios de otros hornos que se encuentran en el mercado.

Tabla 4. Precios de materiales para horno de crisol basculante

Material	Descripción	Proveedor	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Ejes acero bonificado 705	∅ 32 mm x 270 mm	Aceros Industriales	1	\$16,63	\$16,63
Ejes acero bonificado 705	∅ 90 mm x 25 mm	LB Mecánica Industrial	1	\$14	\$14
Ejes acero bonificado 705	∅ 50 mm x 100 mm	LB Mecánica Industrial	1	\$10	\$10
Eje acero transmisión	∅ 7/8" x 1000 mm	Aceros Industriales	1	\$6,10	\$6,10
Eje acero transmisión	∅ 1/2" x 1500 mm	LB Mecánica Industrial	1	\$8	\$8
Eje acero transmisión	∅ 5/8" x 300 mm	LB Mecánica Industrial	1	\$5	\$5
Eje acero transmisión	∅ 2" x 25 mm	LB Mecánica Industrial	1	\$6	\$6
Eje acero transmisión	∅ 4" x 10 mm	Aceros Industriales	1	\$3,34	3,34
Eje acero transmisión	∅ 1" x 130	LB Mecánica Industrial	1	\$6	\$6
Tubo de vapor	∅ 7/8" x 1000 mm	Aceros Industriales	1	\$3,84	\$3,84
Perfil estructural	Canal U 80mm x 40mm x 4mm	DIPAC	2	\$27,11	\$54,23
Plancha negra	∅ 540mm x 3mm de espesor	DIPAC	1	\$10,58	\$10,58
Chumacera de piso	De piso ∅ 30mm	Aceros Industriales	2	\$7,26	\$14,52
Chumacera de piso	De piso ∅ 7/8"	Aceros Industriales	2	\$5,94	\$11,88
Pernos, rodela, tuercas	Pernos, rodela, tuercas	Imporpernos	1	\$3,37	\$3,37

Electrodos	AGA E 7018	LB Mecánica Industrial	3 kg	\$6	\$18
Electrodos	AGA E 6011	LB Mecánica Industrial	3kg	\$6	\$18
Crisol	13 Kg grafito	Gutiérrez Navas	2	\$125,35	\$250,7
Ladrillo refractario	250mm x 125mm x 60 mm	Constructora Quiroz	37	\$5	\$185,00
Ladrillo refractario	250mm x 125mm x 30 mm	Constructora Quiroz	6	\$2,50	\$15,00
Cemento refractario	Funda de 10Kg	Constructora Quiroz	5	\$10	\$50
Blower	∅ 2" 1/2	Ferretería "Lourdes 2"	1	\$35	\$35
Cilindro de gas	15 Kg	Metálicas Moreta	1	\$55	\$55
Soplete	Soplete 3"	Metálicas Moreta	1	\$9	\$9
Manguera	2 m manguera	Metálicas Moreta	1	\$2,90	\$2,90
Válvula industrial	Válvula industrial	Metálicas Moreta	1	\$4,50	\$4,50
Abrazaderas metálicas	Abrazaderas metálica	Metálicas Moreta	2	\$0,50	\$0,50
Pintura esmalte	Pintura alta temperatura	Pintulac	1gl.	39,50	39,50
				Total	\$855,89

Fuente: Propia.

Como se observa en la tabla 4 el costo no supera los 900 dólares permitiendo amenorar los costos en la construcción.

En La figura 1 se puede observar el horno de crisol basculante con el sistema de seguridad que se lo diseño y entrego en el I. S. T. Central Técnico el mismo que empezó a trabajar inmediatamente.

Figura 1 Horno de Crisol Basculante



Fuente: Autor

En la Tabla 3 se hace referencia a los precios de hornos de tipo basculantes que van desde los 18000 a 1500 dólares, estos dependen de la capacidad en kilogramos a fundir, por tal motivo el horno diseñado en el I.S.T. Central Técnico como se lo puede ver en la Figura 1 que su precio es bastante asequible al abaratar los costos.

La Tabla 4 indica algunas características de comparación donde se puede ver que la investigación desarrollada en el IST Central Técnico cumple con parámetros de seguridad y maniobrabilidad.

Tabla 5.- Tabla comparativa de artículos vs estudio realizado en I.S.T. Central Técnico

	Horno estacionario	Horno dinámico	Seguridad al vaciado del crisol	Diseño del horno circular	Movimiento basculante	Tornillo sin fin
Estudio realizado en el ISTCT	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Tesis de USF de Quito	SI	NO	NO (Utilizan pinzas para sacar el crisol del horno)	NO (es cuadrado)	NO	NO
Tesis U. de Costa Rica	SI	NO	NO (Utilizan pinzas para sacar el crisol del horno)	NO (es cuadrado)	NO	NO
Artículo de Bolivia	SI	NO	NO (Utilizan pinzas para sacar el crisol del horno)	SI (estático)	NO	NO

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

El diseño del sistema de transmisión piñón tornillo sin fin de doble entrada, permite que la carcasa se lo pueda girar sin dificultad, asegurando que docentes y estudiantes se encuentren alejados al momento de vaciar el material fundido.

La estructura y los ejes de apoyo no presentaron deformación al momento de realizar las pruebas de funcionamiento y maniobrabilidad

Los materiales refractarios soportan una temperatura de 1800°C, el aluminio para fundirse re-

quiere una temperatura de 600°C y la temperatura a la que llegó el horno de crisol basculante con un cilindro de 15 kg de GLP fue de 800°C demostrando ser una máquina de alto rendimiento, eficiente, bajo costo de fabricación y funcionamiento.

La forma cilíndrica del horno fue esencial, pues el calor circula por toda la cámara de combustión sin estancarse, evitando que exista pérdida de calor en el proceso de fundición del aluminio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aulestia, D. Paredes R, Martin J., (2014), Estructuras de Acero. Editorial Dirección de Comunicación Social, MIDUVI
- Askeland, D. R. (2016), Ciencia e Ingeniería de materiales. México: Cengage Learning.
- Cortés, J. (2018), Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid, España: Editorial Tóbar: 11va Ed.
- Distrito Metropolitano de Quito, (2017), Reglamento a la Ley de defensa contra incendios.
- Flores E, y Orellana N. (2014), Diseño y construcción de un horno de crisol para aleaciones no ferrosas. Editorial Del Salvador, Universidad de el Salvador
- Graboski, H. (2018), Advanced modelling for CAD/CAM systems. Berlin u.a.: Springer.
- Keyser, C. (2016), Técnicas de laboratorios para pruebas de materiales. Ediciones Limusa.
- Mikell, P. Groover (2014), Fundamentos de Manufactura Moderna, Cuarta Edición.
- Morer, P. (2015), Libro Digital de Dibujo Técnico, Universidad de la Coruña.
- Pinto J, Terán H, Mena E, Navas E, (2015), Cálculo de Fusión en metalurgia. Editorial Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Rodríguez C, López J, (2016), Diseño Gráfico con SOLIDWORK.
- Trujillo S, (2005). Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición utilizando gas natural. Editorial Quito: USFQ
- Hernández, E. Martínez M. (2014), Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición escultórica de bronce. Licenciatura tesis, Universidad de el Salvador.
- Agudo, M. De Asis, A. Meléndez, F. (COORD) (2015), Manual de ayuda para la Formación de proyectos sociales, Fundación Luis Vives, Madrid.
- Ecuared. (2010-2018). Ecuared: conocimientos con todos y para todos. Recuperado de http://www.ecured.cu/Hornos_de_cubilote.
- Proceso de fundición. (2017). Proceso de fundición. Recuperado de <https://processefundision1111.weebly.com/index.html>.
- Slideshare. (2006-2018). slideshare. Recuperado de <http://slideplayer.es/slide/3172578/>
- Slideshare. (2009), Diseño, cálculo y construcción de un horno de fundición de aluminio tipo basculante y sus moldes. Recuperado de <https://es.slideshare.net/JorgeCastilloCobeas/horno-basculante>
- Google académico, (2005), Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición utilizando gas natural, Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/843/1/75990.pdf>
- Google académico, (2014).Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición escultórica de bronce. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5577/1/Diseño%20y%20construcción%20de%20un%20horno%20de%20crisol%20para%20fundición%20escultórica%20de%20bronce.pdf>
- Revista Tecnológica (2014). Conformado de una pieza de aluminio: Moldeo en arena verde fundición y colada. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v10n16/v10n16_a03.pdf

DISEÑO, ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO UN MASTER RESOURCE PLANNING RP PARA LA EMPRESA PROSERGRAF.

DESIGN, ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF A PRODUCTION PLANNING, MANAGEMENT AND CONTROL SYSTEM USING AN MASTER RESORCE PLANNING FOR THE PROSERGRAF COMPANY.

Paulina Manjarrés D.

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico
Comisión de Planificación y Gestión de la Calidad
paulinaalexandramanjarresdiaz@gmail.com

Resumen

El presente artículo de revisión analizó un sistema de producción sin organización, control y gestión en el desarrollo y ejecución de los procesos relacionados con la obtención del producto final, por lo que se estableció la planificación de operaciones, eficiencia de la producción, el uso de la MO, costos reales de fabricación; uso de indicadores de eficiencia implementados para medir la capacidad efectiva de la planta instalada, el control en la marcha, la lista maestra en bodega que asegura la disponibilidad en cantidad y calidad de materia prima, suministros y materiales, el pronóstico de ventas es la entrada del plan maestro de producción de pérdidas y ganancias, que entrega un horizonte a corto plazo de la operación financiera y apalancando el funcionamiento empresarial. Posterior a un análisis DAFO se obtuvo el desarrollo de herramientas, dando paso a la toma de decisiones y control de la planificación, ejecución y medición de gestión productiva.

Palabras clave-- Producción; Pronóstico; Planificación; Eficiencia; Capacidad

Abstract

This review article analyzes a production system without organization, control and management in the development and execution of processes related to obtaining the final product, so that operations planning, efficiency of the production, the use of MO, actual manufacturing costs; use of efficiency indicators implemented to measure the effective capacity of the installed plant, on-the-fly control, the warehouse master list that ensures availability in quantity and quality of raw materials, supplies and materials, the forecast of sales is the entry of the profit and loss production master plan, which delivers a short-term horizon of the financial operation and leverages business operation. After a SWOT analysis, the development of tools was obtained, giving way to the decision-making and control of the planning, execution and measurement of productive management.

Keywords — Production; Forecast; Planning; Efficiency; Capacity.

INTRODUCCIÓN

El presente análisis se enfoca en PROSERGRAF Sociedad Civil y Comercial es una compañía fundada en 1997, está dedicada a la fabricación de empaques termoformados de pvc y exhibidores de productos en metal y madera. La fortaleza de la compañía se fundamenta en cuatro pilares: innovación y enfoque al cliente, tecnología de punta para la producción, el talento humano y aplicación de buenas prácticas de manufactura, bajo estándares de calidad, los cuales no son explotados en su capacidad total. La misión empresarial es ser una compañía eficiente e innovadora, que elabora productos de calidad para satisfacer las necesidades de los consumidores nacionales y fomentar el desarrollo de sus empleados. La visión es consolidarse como una compañía líder en distribución de empaques y exhibidores; comprometida con el desarrollo del aparato productor nacional, de sus colaboradores y la responsabilidad con el medio ambiente.

En vista de la inestabilidad del mercado nacional por los diferentes agentes económicos, la deficiente administración organizacional y la gestión artesanal con la que se produce, ha hecho necesario implementar un sistema de planificación, gestión y control de la producción diseñado para PROSERGRAF, adecuado a las nuevas tendencias del mercado que priorice el uso racional de las materias primas utilizadas, que controle gastos con base a un análisis de costos, que realice una planificación de ventas con altos porcentajes de aciertos que mantenga la calidad de sus productos y así fortalecer sus operaciones.

La ausencia de un plan maestro de producción de PROSERGRAF ha hecho que no se pueda determinar que se va producir, tiempos de producción, cantidad de horas extras a pagarse por la

mano de obra, control de inventarios, las tasas de subcontratación y otras variables.

Sin los indicadores de eficiencia para determinar la capacidad de los procesos genera una desventaja competitiva para PROSERGRAF, por esto es de prioridad y de alto beneficio la implementación de un sistema de planificación, gestión y control de la producción diseñado para la empresa, que permita mejorar el uso de los recursos para la elaboración del producto final.

El objetivo general se basa en implementar un sistema de planificación, gestión y control de la producción utilizando un MRP para la empresa PROSERGRAF, basándose en los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la capacidad, establecer metas y evaluar la eficiencia de los procesos de producción en PROSERGRAF.
- Elaborar una lista maestra: de materias primas, materiales, suministros y producto terminado, reducir stock y planificar el suministro de materias primas, materiales e insumos para la producción.
- Desarrollar un pronóstico de ventas para el sector comercial del producto final y sus derivados, en donde, se dé prioridad al uso racional de los materiales e incremento de la rentabilidad.
- Diseñar un informe de producción diario para evidenciar los datos que se generan diariamente y observar las tendencias en el tiempo.
- Diseñar un sistema de control de producción en donde se dé seguimiento del cumplimiento y se realicen los análisis de las causas por las cuales no se cumplen los objetivos de producción.

METODOLOGÍA

La elaboración del presente trabajo se realizó mediante investigación descriptiva, investigación de campo, diagramas de flujo, diagramas de procesos de cada área, elaboración de formatos que permitieron recolectar información, levantamiento de procesos y entrevistas que determinaron la productividad de la empresa, con base en el terreno, materiales, máquinas y mano de obra.

Por lo que se desarrolló un trabajo de campo en los procesos de Blister y Metal-Mecánica, en donde se había determinado por medio de investigación descriptiva y entrevistas al personal de operación y administración los siguientes datos numéricos, de cada turno:

- Metas de producción (unidades)
- Materia prima empleada (kilogramos)
- Material desperdiciado (kilogramos)
- Capacidad máquina (producto terminado por unidad)

Estos valores se registraron en documentos físicos sin realizarse gestión alguna; es decir sin identificar el proceso, evaluar y controlar, se almacenaron únicamente costos por orden de producción.

Se realizó la codificación de los productos terminados (20 000) y materia prima (10 000), se visitó la línea de producción en los diferentes turnos para recabar información, que emite el operador a cargo del turno en donde hacía uso de la codificación enviada por sus clientes y se guiaban a partir de los volúmenes enviados a procesar para establecer la cantidad de cuánto debe producirse.

Se considero el diseño e implementación de un software que desarrolle un MRP, con la finalidad de planificar, a más de gestionar todo el sistema con reportes diarios que al inicio se realizaba de forma física (elaboración de formatos) para determinar la receta de cada producto terminado,

como es el caso de un Empaque de Vogue, ésta, para su empaquetado consumía: gr de goma + PVC (diferente espesor). Determinado los componentes se procedió a digitalizar la información con el apoyo de Excel para obtener resultados en de capacidad, producción, cumplimiento de metas, producto terminado, material de reproceso, uso irracional de materia prima.

Al haber determinado la capacidad con base a la recolección diaria de los valores obtenidos en cada turno, se procedió a calcular Materia Prima desperdiciada, Mano de Obra sobredimensionada, dando paso al cálculo en cuanto al rendimiento del hombre y las máquinas.

Se diseñó en ACCESS, una plataforma dinámica que abarque todo lo que interviene en la cadena de suministro Materia Prima (ingreso), Transformación (uso de insumos, materiales, materia prima) y Producto Terminado (unidad empacada lista), se buscó almacenar información que permita conocer la trazabilidad de cada proceso el mismo que al vincularle con Excel tuvo la facilidad de arrojar indicadores que permitieron controlar el cumplimiento de metas eficientes por determinar, capacidad de las máquinas, capacidad del operador, reprocesos, etc. Así también se consideró el control frecuente de los factores que impiden alcanzar el objetivo de producción, viendo la necesidad de establecer filosofías de mantenimiento, seguimiento de la producción, re ubicación de procesos previa determinación del tipo de producción.

Se obtuvo datos como tiempo estándar, con base al levantamiento de procesos de las dos áreas a estudiarse, se reduce contenido de trabajo y tiempo improductivo.

Como apoyo en la gestión y planificación de la producción de la empresa se generó un diagrama de flujo, visto en la Figura 1, que visualizó la distribución de actividades generales con sus respec-

tivos actores, permitiendo identificar entradas y salidas de información, generó reportes y definió puntos de decisión con base a información de pronósticos y de pedidos

Se resaltó la importancia de mantener esta herramienta para determinar la capacidad de producción y su dependencia con la lista maestra de materiales.

2.1. Diagramación de Procesos del Sistema de Gestión y Planificación.

En este trabajo se diagramó el Sistema de Gestión de Planificación basado en la distribución de actividades esenciales y su interrelación, identificando entradas, transformación, salidas, actores y el respectivo aseguramiento de la calidad de los productos de PROSERGRAF.

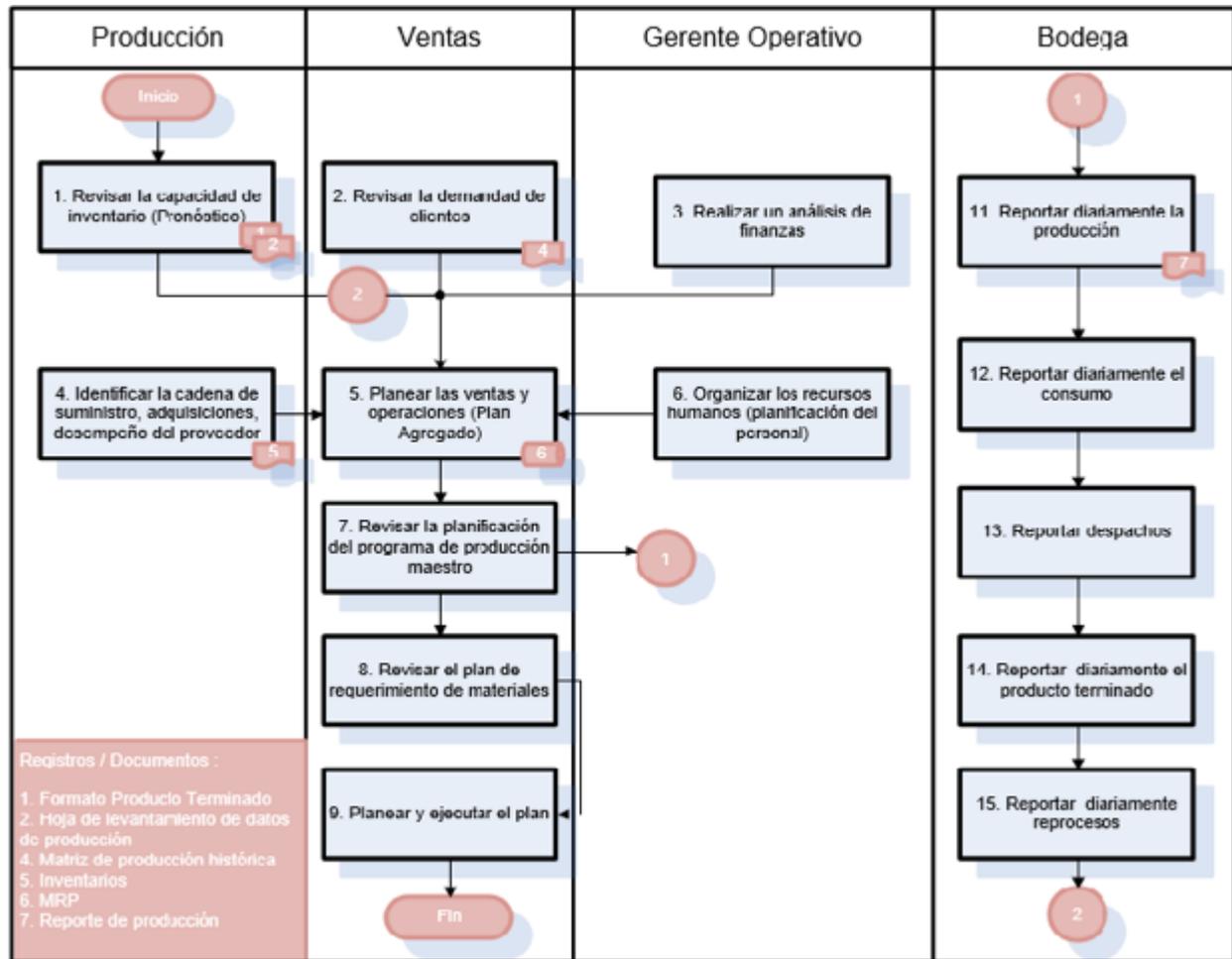


Figura 1: Diagrama de Flujo del Sistema de Gestión y Planificación
Fuente: Autoría Propia

2.2. Codificación de productos terminados y materia prima

La codificación de productos terminados y de materia prima, fue primordial para controlar, planear las ventas, operaciones que alimentarán al MRP, se muestra en la Figura 2 parte del levantamiento de producción en cuanto al producto terminado.

PRODUCTO TERMINADO												
PRODUCTO					1er turno		2 do turno		3er turno		Total	
COD.	FAMILIA	ITEM	PRESENTACIÓN	U. PLANCHA	Unid.	Cajas	Unid.	Cajas	Unid.	Cajas	Unid. Tran.	Cajas
20001	Deborah-Casa Miller	Base Líquida Confort Lift	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20002	Deborah-Casa Miller	Base Líquida 24 Ore Perfect	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20003	Deborah-Casa Miller	Base en Polvo Newskin	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20004	Deborah-Casa Miller	Base en Polvo Cipria Ultrafino	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20005	Deborah-Casa Miller	Corrector orejas	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20006	Deborah-Casa Miller	Fondo de Tinta	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20007	Deborah-Casa Miller	Labial Shine	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20008	Deborah-Casa Miller	Labial Rosseto Atomic Red	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20009	Deborah-Casa Miller	Lápiz de Labios - ojos	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20010	Deborah-Casa Miller	Lápiz lipliner Labios	B.T. sanduche	C. Tarsis								
20011	Deborah-Casa Miller	Lápiz de ojos Extra Eye pencil Waterproof	B.T. sanduche	C. Tarsis								

Figura 2: Codificación de Productos terminados (2 000)

Fuente: Autoría Propia

2.3. Levantamiento de producción de la planta.

En las entrevistas que se realizaron a las diferentes áreas de la planta se recopiló información, que permite establecer el objetivo de producción de la empresa, véase la Figura 3.

Fecha: 30/5/2016	DÍA	MES		INV. INICIAL	u
PRODUCCIÓN OBJETIVO	25725,0 u	789250 Un		REPROCESO	u
PRODUCCIÓN DIARIA	28400,0 u			PVC	5,00 kg
PRODUCCIÓN DIFERENCIA	2650,0 u			Cartón	1415,00 u
% CUMPLIMIENTO	110,3 %			Resina	0,50 kg
% DIF. CUMPLIMIENTO	10,3 %	3,6 %		Fundas	1415,00 u
OBJETIVOS DIAS PROD	22,0	0,3 %		CONSUMO MAT. PRIMA	28400,00 kg
Cp Objetivo	1607,8 u/h	Relaciór kg/hxh		CONSUMO MAT. PRIMA	28300,00 u
Cp Real	1775,0 u/h	443,8 kg/hxh		INVENTARIO FINAL	2830,00 u
				Ef. MP/TP	99,65 %
				Ef. Capacidad	110,29 %

Figura 3: Producción objetivo (unidades)

Fuente: Autoría Propia

2.4. Cantidad de pedido (EOQ).

En el presente trabajo se realizó una gestión de inventarios, en donde se determina puntos de pedido, de reorden, cantidad y stock de seguridad (Render, 2014).

La cantidad de pedido (EOQ), como se apreció en la Ecuación 1, minimiza los costos totales de lanzamiento de almacenamiento, de esta manera se fortalece la cadena de suministro, se consideró como una técnica de control de inventarios, en donde se estable los siguientes supuesto:

La demanda es conocida, es constante e independiente de decisiones de otros artículos.

El tiempo de entrega es conocido y consistente.

La recepción de inventario es completa en su totalidad.

Los costos variables son el de preparación y almacenar el inventario de tiempo.

No existen faltantes por colocar ordenes de compra a tiempo.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad [1]$$

En donde:

- D: Demanda, unidades por año.
- S: Costo de emitir una orden
- H: Costo asociado a mantener una unidad en inventario en un año
- Q: Cantidad de ordenar

Esta formula se alinea a la Figura 4, en donde se observó el ciclo de material.

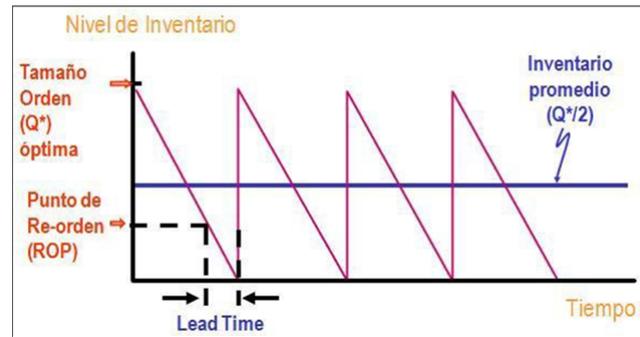


Figura 4: Ciclo de un material
Fuente: Render & Heizer

2.5. Pronósticos (HOLT WINTERS).

Los pronósticos de venta para el desarrollo de la planificación de la producción en PROSERGRAF se los realizó desestacionalizando la demanda y un de análisis de series de tiempo de Holt Winters (Render, 2014). Con este análisis se generó el pronóstico para el período próximo, los datos de entrada, demanda de 12 meses anteriores al período a pronosticar y como salida el pronóstico para el siguiente mes de producción. Con esta información se creó una base de datos mensual de ventas que alimentó a un registro de la cantidad vendida. La base de datos que se desarrolló en Access tiene una conexión con Excel, Access registró datos dando paso a sucesos históricos y en la hoja de Excel se realizó el pronóstico. Si los datos mostraban una tendencia o si se conocía sobre la tendencia de un período para ajustar el pronóstico se establecía la constante alpha para su corrección (Render & Heizer, 2014).

Las fluctuaciones periódicas por picos de ventas se corrigieron con la constante beta implementada en la hoja de Excel. Los pronósticos de venta fueron realizados estratégicamente con base a las familias de presentación de productos, para cuantificar en unidades, se consideró que la presentación cambio de color y un adicional al producto. Pero en características de fondo no representaban cambios de transformación considerables. Así tenemos los resultados del pronóstico para la familia Deborah- Casa Moller con estacionalidad.

RESULTADOS OBTENIDOS

Para la presentación de resultados se ha optado por realizar diagramas, tablas, etc., que muestran un método efectivo de la planificación y control de los recursos. Los resultados finales se muestran en los siguientes subcapítulos.

3.1. Producción.

El análisis completo que mide la capacidad cuantificada en unidades producidas en un tiempo determinado y con una capacidad de diseño en condiciones ideales. La información se obtuvo mediante:

Entrevistas por el período de un mes en las áreas administrativas y de operación.

Supervisión de los procesos en sitio, estimando volúmenes la finalizar turnos.

Seguimiento de la producción en la ejecución, toma de tiempos de fabricación y restricciones de la disponibilidad de maquinaria.

Planificación de producción para explotar la capacidad de la mano de obra (MO).

Levantamiento de información insitu en el área de producción.

3.2. Pronóstico.

Los pronósticos se realizan desestacionalizando la demanda, se analiza las series de tiempo HOLT WINTERS, estableciendo datos de entrada de 12 meses anteriores al período a pronosticar y como salida el pronóstico de producción para el siguiente mes, esta información es la base de datos de ACCES vinculada con un Excel que entrega un pronóstico, considerando la constante alfa para ajustar el pronóstico por tendencias y las fluctuaciones por picos de ventas se corrige con la constante beta.

Se analiza dos familias, considerando estacionalidad como se aprecia en la Figura 5 y no estacionalidad en la Figura 5.

Data		Forecasts and Error Analysis						
Period	Demanda Con estacionalidad	Pronóstico Con Estacionalidad	Smoothed Trend, T_t	Forecast Including Trend, FIT_t	Error	Absolute	Squared	Abs Pct Err
Dic-12	3510	3510		3510	0	0	0	00,00%
Ene-13	4620	3510	0	3510	1110	1110	1232100	24,03%
Feb-13		4065	555	4620	-4065	4065	16524225	
Mar-13	1080	2310	-1755	555	-1230	1230	1512900	113,89%
Abr-13		817,5	-1492,5	-675	-817,5	817,5	668306,25	
May-13	2790	-337,5	-1155	-1492,5	3127,5	3127,5	9781256,25	112,10%
Jun-13	5355	648,75	986,25	1635	4706,25	4706,25	22148789,06	87,89%
Jul-13		3495	2846,25	6341,25	-3495	3495	12215025	
Ago-13		3170,625	-324,375	2846,25	-3170,625	3170,625	10052862,89	
Sept-13		1423,125	-1747,5	-324,375	-1423,125	1423,125	2025284,766	
Oct-13		-162,1875	-1585,3125	-1747,5	162,1875	162,1875	26304,78516	
Nov-13	4500	-873,75	-711,5625	-1585,3125	5373,75	5373,75	28877189,06	119,42%
	Next period	1457,34375	2331,0938	3788,4375				
		Total			278,4375	28680,938	105064243,1	457,31%
		Average			23,203125	2390,0781	8755353,589	76,22%
					Bias	MAD	MSE	MAPE
						SE	3241,36149	

Figura 5: Pronóstico con Estacionalidad

Fuente: Autoría Propia

Alpha 0,5
Beta 1

Data		Forecasts and Error Analysis						
Period	Demanda Sin estacionalidad	Pronóstico Sin Estacionalidad	Smoothed Trend, T_t	Forecast Including Trend, FIT_t	Error	Absolute	Squared	Abs Pct Err
Dic-12	2465,961538	2465,961538		2465,9615	0	0	0	00,00%
Ene-13	2348,741259	2465,961538	0	2465,9615	-117,22028	117,2202797	13740,594	04,99%
Feb-13	2231,520979	2407,351399	-58,61014	2348,7413	-175,83042	175,8304196	30916,336	07,88%
Mar-13	2114,300699	2290,131119	-117,22028	2172,9108	-175,83042	175,8304196	30916,336	08,32%
Abr-13	1997,08042	2143,605769	-146,52535	1997,0804	-146,52535	146,5253497	21469,678	07,34%
May-13	1879,86014	1997,08042	-146,52535	1850,5551	-117,22028	117,2202797	13740,594	06,24%
Jun-13	1762,63986	1865,207605	-131,87281	1733,3348	-102,56774	102,5677448	10520,142	05,82%
Jul-13	1645,41958	1747,987325	-117,22028	1630,767	-102,56774	102,5677448	10520,142	06,23%
Ago-13	1528,199301	1638,093313	-109,89401	1528,1993	-109,89401	109,8940122	12076,694	07,19%
Sept-13	1410,979021	1528,199301	-109,89401	1418,3053	-117,22028	117,2202797	13740,594	08,31%
Oct-13	1293,758741	1414,642155	-113,55715	1301,085	-120,88341	120,8834135	14612,8	09,34%
Nov-13	1176,538462	1297,421875	-117,22028	1180,2016	-120,88341	120,8834135	14612,8	0,102745
Next period		1178,370028	-119,05185	1059,3182				
Total					-1406,6434	1406,643357	186866,71	81,93%
Average					-117,22028	117,2202797	15572,226	06,83%
					Bias	MAD	MSE	MAPE
						SE	136,6992	

Figura 6: Pronóstico sin Estacionalidad
Fuente: Autoría Propia

Al relacionar los pronósticos se observó el comportamiento de la demanda de las familias y la influencia de la estacionalidad, como se aprecia a continuación en la Figura 7.

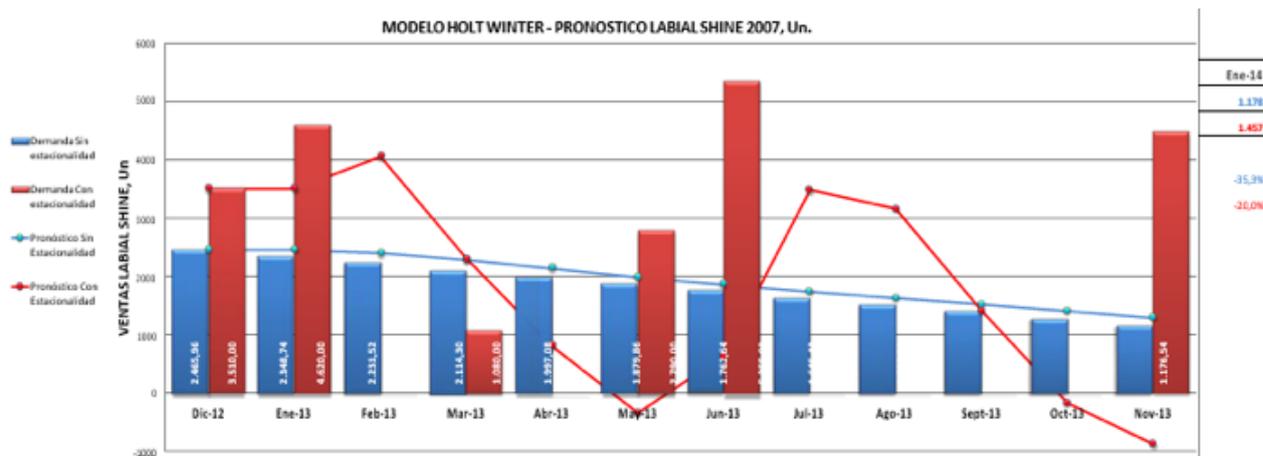


Figura 7: Pronóstico con / sin estacionalidad
Fuente: Autoría Propia

Este modelo de pronóstico también permite corregir la estacionalidad y la tendencia del pronóstico el cuál se lo modifica mensualmente en consideración de la demanda del mercado como lo podemos observar en la Figura 8 para la familia A y en la Figura 9 para la familia B

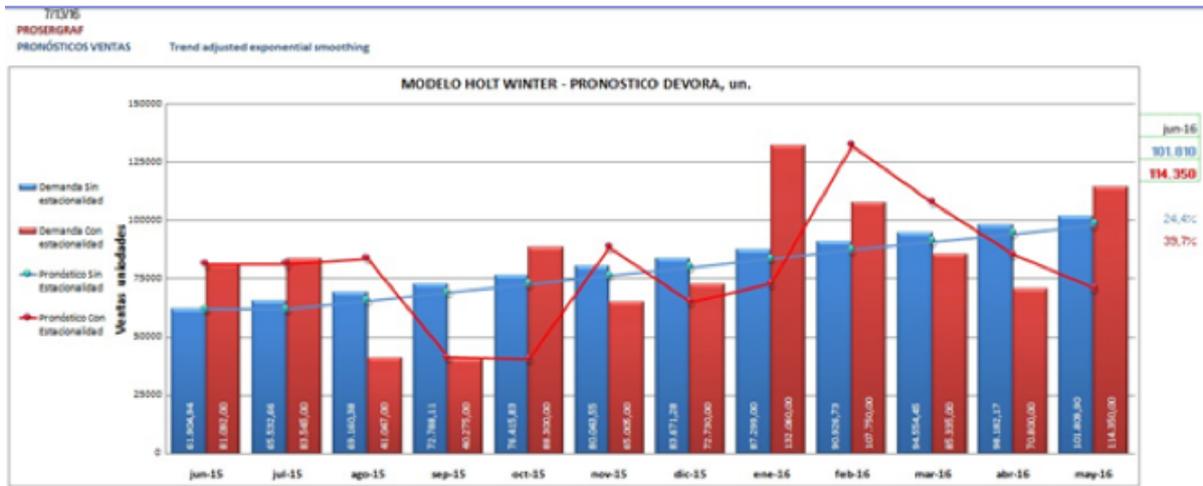


Figura 8: Resultados HOLTWINTERS para familia A
Fuente: Autoría Propia

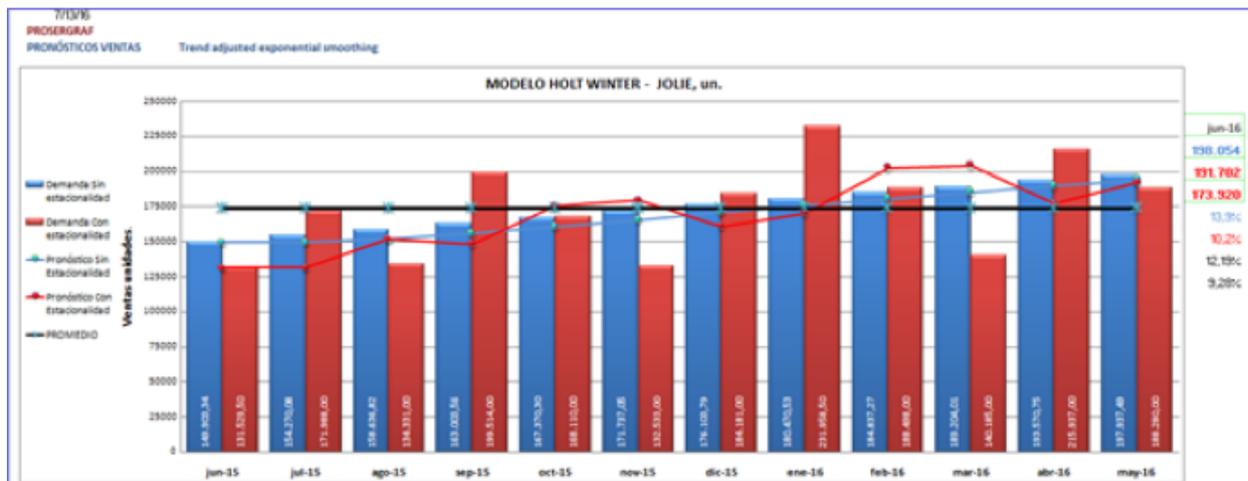


Figura 9: Resultados HOLTWINTERS para familia B
Fuente: Autoría Propia

3.3. Seguimiento de Producción.

Para realizar el seguimiento y control de producción se estableció métricas de medición en la producción para identificar evaluar y controlar, se indica a continuación en la Figura 10.

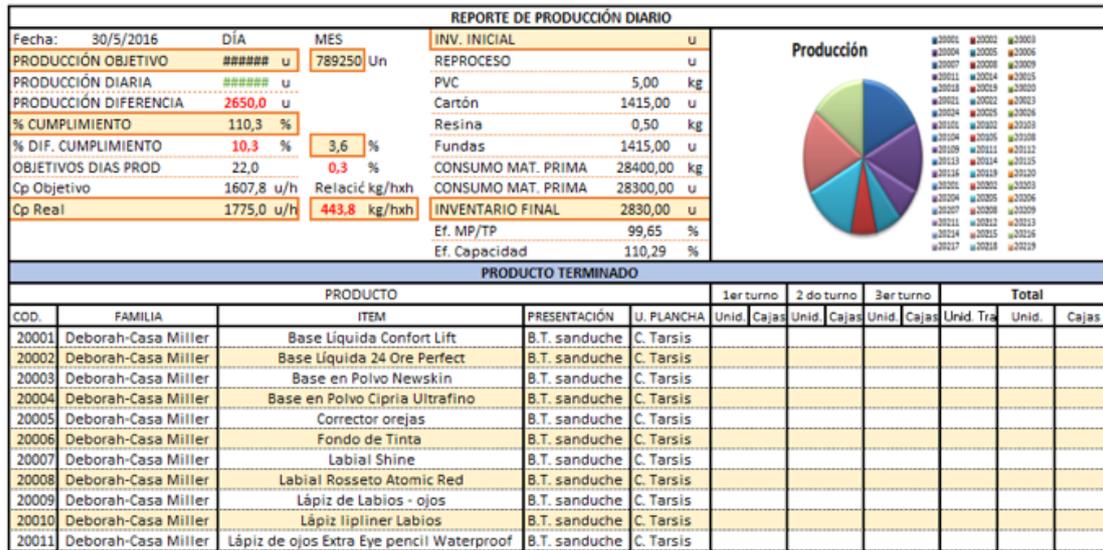


Figura 10: Reporte de producción Diario
Fuente: Propia

3.4. Sistema de Control de Producción.

Se inicia con la codificación de las entradas y salidas del proceso de producción, fijando la meta de producción de 25 725 unidades por día, la misma que permite realizar el seguimiento a la eficiencia de la producción en coordinación del departamento de manufactura, se evidencio desviaciones con respecto a la meta del 7% por situaciones de maquinaria, cambios de producción, inconformidades con calidad del producto terminado, actualmente el control se automatizo generando reportes diarios de producción al finalizar cada turno, revisar la Figura 11.

Fecha:	30/5/2016	DÍA	MES
PRODUCCIÓN OBJETIVO	25725,0 u	789250	Un
PRODUCCIÓN DIARIA	28400,0 u		
PRODUCCIÓN DIFERENCIA	2650,0 u		
% CUMPLIMIENTO	110,3 %		
% DIF. CUMPLIMIENTO	10,3 %	3,6 %	
OBJETIVOS DIAS PROD	22,0	0,3 %	
Cp Objetivo	1607,8 u/h	Relació kg/hxh	
Cp Real	1775,0 u/h	443,8 kg/hxh	

Figura 11: Rótulo de Reporte Diario de Producción
Fuente: Propia

3.5. Base de Datos.

La Base de Datos se diseña y elabora con la finalidad de automáticamente almacenar información que permita realizar correcta planificación, revisar Figura 12.



Figura 12: Menú de Planificación de Producción
Fuente: Propia

CONCLUSIONES

La capacidad del proceso se determinó en base al levantamiento de información realizadas al personal operativo, sobre el registro de actividades y tiempos de operación tanto del recurso humano como de la maquinaria.

Se estableció la capacidad real de operación (27 550 unidades de producción al día) del proceso sin considerar tiempos muertos por mantenimiento y por cambios de producción.

Establecer metas de producción fue un aporte importante para la empresa porque le permitió identificar los problemas cotidianos (perdidas de eficiencia en la producción de alrededor del 15 % en la meta diaria) por materiales, materias primas, logística y realizar correcciones en inmediatas en procedimientos.

Al evaluar la eficiencia diaria en referencia a las 27 550 unidades determinadas para el proceso de producción, apoya la gestión administrativa porque le permite evaluar la planificación y hacer una proyección de ingresos y utilidades.

La lista maestra de materias primas, materiales, suministros y producto terminado disminuye costos por almacenamiento no necesario (15 %

inventario general) reduciendo el costo de la bodega en 4 500.00 dólares.

El pronóstico de ventas apoya a la planificación de la producción (85% de acierto de la demanda real de clientes frecuentes), cuando no existen pedidos en firme por parte de los clientes. Se evita para innecesarias o cambios en las órdenes de producción que implican un aumento de horas extras para atenderlas (diminución de consumo de alrededor de 288 horas hombre).

El pronóstico de ventas también aporta a la planificación de producción con la entrega de cantidades (27 550 unidades/día, 826 500 unidades/mes) necesarias de materiales, materias primas; es decir, a planificar el capital operativo en el periodo (45 000.00 USD/mes).

El sistema de gestión de la producción implementado en PROSERGRAF ha creado una cultura organizacional del uso racional de los recursos, cumplimiento de metas (96 % eficiencia diaria promedio) y de análisis de resultados que hoy permiten cumplir con rendimientos económicos esperados (un incremento de rentabilidad del 14 %).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo, L. F. (2012). Evolución de la Gestión por Procesos. Medellín: ICONTEC.

Alomoto Guanoluisa, N. W. (2014). Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi. Tesis de grado de Ingeniería Industrial, Universidad Técnica de Cotopaxi.

Alvarado, P., & Calle, M. (2013). Diseño de un sistema de costos por órdenes de producción para el "Taller Artesanal ARTEMA". Universidad de Cuenca, Cuenca.

Arias Pachar, S. X., & Lema Tamay, J. P. (2012). Implementar el costeo ABC en PROALICARNIC. Universidad de Cuenca.

Bacalla Villalobos, C. (2012). ¿Qué es la ingeniería de Métodos? Curso, Universidad de Chiclayo, Chiclayo. Obtenido de <https://carlosbacalla.googlecode.com/files/QUE%20ES%20LA%20INGENIERIA%20DE%20METODOS.pdf>

Ballesteros, P. (2014). Reflexiones acerca del planeamiento de los recursos de empresa ERP. *Scientia et Technica*, 1-2.

Cardenas Avendaño, Y. (2015). Estudio de tiempos y movimientos. Obtenido de *Medición del Trabajo*: tym.blogspot.com/2011/04/medicion-del-trabajo-w.html

Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2015). Diseño y medición de puestos de trabajo. Mar del Plata, Argentina: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2015). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros* (13va ed.). México: mcgraw-HILL / Interamericana editores de c.v.

González, J. (2009). Organización efectiva para la implementación de sistemas ERP en el área de manufactura de una empresa PYME. *inge@UAN*, 53-54.

Gutierrez, G. (2015). *Excel 2015 avanzado*. México: RA-MA EDITORIAL.

Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman & Manoj Kumar Malhotra, (2014). *Administración de Operaciones* (9na ed.). México: Pearson Educación.

Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Comas Rodríguez, R., Hernández Nariño, A., González Santoyo, F., & Fernández Vidal, L. (2014).

Render, B., & Heizer, J. (2014). *Principios de Administración de operaciones*. México: Pearson Ecuación.

Sánchez Barraza, B. (2015). Implicancias del método de costeo ABC. *Quipukamayoc*, 21(39), 65-73.

Ugwuanyi, B., & Augustine, O. (2014). Advance Manufacturing Technology: A strategic solution to production problem. *Research Journal of finance and Accounting*, 91-92.



INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA — La aventura de descubrir

Dirección:

ISTCT, Av. Isaac Albéniz E4-15 y El Morlán, Sector el Inca,

Quito – Ecuador • Telf.: (593) 240 3096

www.istct.edu.ec • email: info@istct.edu.ec