



UNIVERSIDAD
CENTRAL
DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

INGENIO

Vol.III, N°2, 2020 / ISSN:2588-0829
e-ISSN:2697-3243

INGENIERÍA, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN

Autoridades:

Dr. Fernando Sempértegui Ontaneda, Ph.D.
Rector de la Universidad Central del Ecuador

Ing. Cecilia Flores Villalva, MSc.
Decana, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Ing. Flavio Arroyo Morocho, MSc.
Subdecano, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Comité Editorial:

Editor

Ing. Inf. César Morales Mejía, M. Ed.
E-mail: camorales@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador, ECUADOR

Editor Académico

Ing. Abel Remache Coyago, MSc.
E-mail: apremache@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador, ECUADOR

Presidenta / Decana, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Ing. Cecilia Flores Villava, MSc.
E-mail: ccflores@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador, ECUADOR

Subdecano, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Ing. Flavio Arroyo Morocho, MSc.
E-mail: frarroyo@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador, ECUADOR

Miembro

Ing. Paulina Viera Arroba, MSc.
E-mail: lviera@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador, ECUADOR

Miembro

Dr. Johannes Pittz, MA., MIB., Ph.D. (c)
E-mail: ritz@courage-partners.com
EU Business School Munich, ALEMANIA

Miembro

Dra. Teresa Magal-Royo, Ph.D.
E-mail: tmagal@degi.upv.es
Universidad Politécnica de Valencia, ESPAÑA

Miembro

Dr. Andrés Vivas Albán, Ph.D.
E-mail: avivas@unicauca.edu.co
Universidad del Cauca, COLOMBIA

Miembro

Dr. Boris Heredia Rojas, Ph.D.
E-mail: bheredia@ucn.cl
Miembro, Universidad del Norte, CHILE

Miembro

Dr. Jaime Duque Domingo, Ph.D.
E-mail: jaimeduque@amenofis.com
Miembro, Universidad de Valladolid, ESPAÑA

Miembro

Dr. Giovanni Herrera Enríquez, Ph.D.
E-mail: gpherrera@espe.edu.ec
Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, ECUADOR

Miembro

Dr. José Luis Paz, Ph.D.
E-mail: jlpaz@usb.ve
Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR

Miembro

Dr. Jesús López Villada, Ph.D.
E-mail: jesus.lopez@cr3ea.com
Universidad Internacional SEK, ECUADOR

Miembro

Dr. Michel Vargas, Ph.D.
E-mail: michel_vargasv@yahoo.com
Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR

Miembro

Dr. Andrés Robalino-López, Ph.D.
E-mail- andres.robalino@epn.edu.ec
Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR

Consejo Asesor y Evaluador:

Ing. Nathalia Valencia, MSc., Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR
Ing. Omar Flor, MSc., Universidad de las Américas-UDLA, ECUADOR
Ph.D. Eduardo Tejada Piusseaut, Universidad Técnica de Manabí-UTM, ECUADOR
Ing. Daniel Delgado, MSc., Universidad Técnica de Manabí-UTM, ECUADOR
Ph.D. Franyelit Suárez, Universidad de las Américas-UDLA, ECUADOR
Ing. Gustavo Moreno, MSc., Universidad Internacional-SEK, ECUADOR
Ing. Oswaldo A. Ibarra, MSc., Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, ECUADOR
Ph.D. Guillermo G. Reyes, Universidad Internacional del Ecuador-UIDE, ECUADOR
Ing. Carlos Páez, MSc., Universidad Central del Ecuador, ECUADOR
Ing. José Andrés Castillo, MSc., Universidad Internacional del Ecuador-UIDE, ECUADOR
Ing. Galo Flor, MSc., Universidad Tecnológica Equinoccial-UTE, ECUADOR
Ing. Isaac Bonilla, MSc., Universidad de las Américas-UDLA, ECUADOR
Ing. Atal Kumar Vivas, MSc., Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, ECUADOR
Ing. Quím. Mishell Otero, MSc., Docente Maestría Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR
Ing. Diego Carrión, MSc., Universidad Politécnica Salesiana-UPS, ECUADOR
Ing. Freddy Lenin Villarreal, MBA., Universidad de los Hemisferios, ECUADOR
Ing. Juan Carlos Rocha, MSc. Escuela Superior de Chimborazo-ESPOCH, ECUADOR
Ing. Raymond Suárez, MSc., Contraloría General del Estado, ECUADOR
Ph.D. Luis Tipanluisa, Escuela Superior de Chimborazo-ESPOCH, ECUADOR

Revista Ingenio:

Fundada en el año 2017
Este número estuvo bajo la coordinación editorial de Ing. Flavio Arroyo, MSc., Ing. Abel Remache, MSc.
Ing. César Morales, MSc., Tec. Tatiana Freire

Diseño de Portada: Jonathan Morales, Ingeniería en Diseño Industrial, Universidad Central del Ecuador

Diagramación: Ing. Christian Echeverría, Editorial Universitaria, Universidad Central del Ecuador

Sitio web: <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/index>

Correo electrónico: fing.revista.ingenio@uce.edu.ec

ISSN impresa 2588-0829

ISSN electrónica 2697-3243

ÍNDICE

Evolución y Tendencia de los Sistemas de Control de Motores de Combustión Interna Alternativos, una Revisión Bibliográfica	5
<i>Trujillo J., Padilla C., Buenaño L., Cuaical B.</i>	
Identificación de Patrones de Movilidad Utilizando Datos en Tiempo Real Generados por Access Point en una Red de Comunicaciones de Campus. Caso de Estudio: Universidad Central del Ecuador.	15
<i>Chávez M., Cadena G., Enríquez R., Moncayo M.</i>	
Eco - Innovación y Design Thinking: Una Oportunidad de Negocios Sostenibles	26
<i>Tapia M., Villarreal L.</i>	
Sistemas de gestión y su importancia para el desarrollo sostenible	42
<i>Sandoval D., Albuja D.</i>	
Energías Renovables y Diseño Industrial: Influencia en Sudamérica.....	55
<i>Gavilánez A., Caiza G., Tapia M., Mora J.</i>	
Normas para publicar en la revista	68

La revista INGENIO es el órgano de divulgación especializada de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Central del Ecuador; su objetivo es la difusión de investigaciones técnicas y científicas en los campos de Ingeniería Civil, Ingeniería Informática/Sistemas de Información, Ingeniería en Computación Gráfica/Computación, Ingeniería en Diseño Industrial, como en otras ramas de la ingeniería, industria y construcción. Es de periodicidad semestral y está dirigida a personas que estén inmersas tanto en el ámbito académico como industrial y a quienes les pueda interesar conocer de temas e investigaciones que se realizan dentro del ámbito de la revista.

La revista INGENIO utiliza el Open Journal Systems (OJS) como sistema de gestión editorial, desarrollado por Public Knowledge Project (PKP). Todos los manuscritos a ser considerados para publicación deben ser enviados a través de este sistema.



Los artículos de la revista INGENIO usan el sistema DOI el cual proporciona una infraestructura técnica y social para el registro y uso de identificadores interoperables persistentes, llamados DOI, para su uso en redes digitales.



Revista INGENIO se encuentra adscrita a Google Académico que es un buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica.



Evolución y Tendencia de los Sistemas de Control de Motores de Combustión Interna Alternativos, una Revisión Bibliográfica

Evolution and Trend of Alternative Internal Combustion Motor Control Systems, A Literature Review

Trujillo-Tello J.¹, Padilla-Padilla C.², Buenaño-Moyano L.³, Cuaical-Angulo B.⁴

¹ Investigador independiente, Riobamba, Ecuador
email: juan.trujillo@hotmail.com

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Automotriz, Grupo de Investigación SAPIA, Riobamba, Ecuador
email: c_padilla@epoch.edu.ec

³ Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Riobamba, Ecuador
email: luis.buenano@carloscisnerosrio.onmicrosoft.com

⁴ Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, Carrera de Mantenimiento y Reparación de Motores, Latacunga, Ecuador
email: bacuaicala@istx.edu.ec

Información del artículo

Recibido: Julio 2020

Aceptado: septiembre 2020

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza una comparativa entre diferentes estudios relacionados a la operación de motores de combustión interna. El comportamiento del motor está regido estrictamente por los diferentes sistemas de control, entre los que se tiene a la inyección electrónica, sistemas de distribución variable, turbinas de geometría variable, entre otros. Este tipo de sistemas se encargan de realizar las diferentes adaptaciones para lograr las condiciones de funcionamiento y los requerimientos que se le exigen al motor en las diversas situaciones de conducción. La demanda de potencia, el límite de emisiones exigidas por las distintas normas, así como también la confianza y la seguridad requeridas por los usuarios de estos motores, dependen directamente del sistema de control que se haya implementado. En la actualidad, los sistemas de control electrónico se basan en el procesamiento de datos digitales y analógicos provenientes de las medidas que los distintos sensores reciben directamente del motor, y cuya información determina la activación de actuadores de acuerdo con los parámetros de funcionamiento del motor inmersos dentro de la cartografía que se ha diseñado para cada caso. Los sistemas electrónicos por su importancia y su amplio margen de control con respecto a elementos mecánicos en el motor necesitan ser calibrados y dirigidos por el software.

Palabras clave: *control, sensores, calibración, tendencias, algoritmos.*

ABSTRACT

This work makes a comparison between different studies related to the operation of internal combustion engines. The behavior of the engine is strictly governed by the different control systems among which it has an electronic injection, variable distribution systems, turbines of variable geometry, among others. This type of system is in charge of making the different adaptations to achieve the operating conditions and the requirements that are demanded of the engine in various driving situations. The power demand, the emission limit required by the different standards, as well as the confidence and security required by the users of these engines, depend directly on the control system that has been implemented. Currently, electronic control systems are based on the processing of digital and analog data derived from the measurements of the different receiving sensors directly from the motor, and whose information determines the activation of the actuators according to the motor's operating parameters. Immersed within the cartography that has been designed for each case. Electronic systems, due to their importance and their wide margin of control with respect to mechanical elements in the engine, need to be calibrated and directed by the software.

keywords: *control, sensors, calibration, trends, algorithms.*

1. Introducción

Los aspectos más importantes en el sistema de control de motores de combustión interna alternativos se los determina revisando la historia de los sistemas y acciones desde los primeros procedimientos, tanto para motores de encendido por compresión (MEC), como para los motores de encendido provocado (MEP) y su evolución juntamente con los actuadores [1].

El conocimiento de los parámetros de funcionamiento de un motor conllevan al gasto, régimen, presión, temperatura, etc., son obtenidos mediante sensores de los que se analizará sus características y función, al igual que las estrategias para situaciones específicas como el arranque del motor el régimen de ralentí y sus estrategias de diagnóstico; la importancia de conocer la evolución del sistema de control está enfocada a revisar el camino que han llevado las nuevas tecnologías aplicadas en aspectos de seguridad, desempeño, costos, reducción de consumo, reducción de emisiones; la revolución de la electrónica ha cambiado la manera de controlar los parámetros de funcionamiento [2], por ello se ha considerado analizar los principios de los sistemas, su estructura, sus componentes, así como la calibración de los equipos, teniendo en cuenta las diferentes normativas anticontaminantes. Aplicando referencias, la importancia de conocer la evolución del sistema de control yace en el objetivo que tiene este sistema; en la actualidad los estándares gubernamentales limitan la producción de gases contaminantes que pueden ser producidos luego de la combustión en un motor de combustión interna alternativo (MCIA), la evolución del sistema ha podido cumplir estos estándares con eficacia ayudando así al medio ambiente. El estudio del sistema de control involucra amplios campos, desde la electrónica del vehículo [3], programas de control por software mediante algoritmos, a minuciosas investigaciones en varios campos para realizar nuevos avances; el objetivo primario de la investigación es el conocer los aspectos más relevantes que posee el sistema de control, tanto como su evolución, que surge desde los antiguos reguladores mecánicos e hidráulicos hasta los actuales sistemas de control electrónico por microprocesadores [1], cuyos sistemas pueden manipular de forma flexible los diferentes actuadores que encontramos en el motor para cumplir sus funciones y operar a fin de lograr los reque-

rimientos instantáneos de potencia; además, se utilizan para la adquisición de diferentes variables de operación, tanto para cambios de temperaturas, presiones, etc., que puedan ser útiles y representativas ante la demanda de potencia del motor. Como objetivos secundarios se mostrarán las tendencias futuras del campo de control, en referencia a las propuestas actuales que brindan los elementos y sistemas que se encuentran en el motor y así generar nuevas estrategias de control que puedan implementar nuevas tecnologías con el fin de mejorar el performance, reducir consumo de combustible y, a su vez, emisiones contaminantes [4].

Los motores de combustión interna alternativos son productores de gases tóxicos enviados al medio ambiente por la fuente de energía que utilizan para su funcionamiento, que es la combustión de un hidrocarburo a base de petróleo; la reducción de estos gases ha hecho que existan normas gubernamentales a tomar en cuenta para el desarrollo de tecnologías. El principal propósito en la actualidad ya no es el encontrar el motor con mayor potencia, únicamente, sino que también se ha implementado la restricción de la contaminación que debe tener el motor, debe regirse por estas normas, mejorando así el consumo y la contaminación por la combustión del carburante con base en estas normas y en la importancia del sistema de control, ya que éste es el principal componente para regir estos parámetros. El sistema de control de motores de combustión interna alternativos [5], abarca un amplio campo de estudio, que podría iniciarse desde el análisis exhaustivo de un solo sensor para la toma exacta en tiempo reducido de un parámetro de funcionamiento de motores, tanto encendido por chispa (MEC) como por presión (MEP) de una señal sin ruido que pueda ser leída por la unidad de control electrónico y en su conjunto de un sistema de datos mediante un software diseñado para una determinada acción, éste pueda actuar de forma precisa, lo que esperamos que suceda, gracias a la mejora de su velocidad de adquisición de datos, su confiabilidad y su precisión, hasta llegar a un conjunto de sensores que conformarán un sistema aun con mayor precisión y con mayor rango de manejo de parámetros que efectuarán un funcionamiento más eficaz que producirá resultados positivos al motor tanto en su durabilidad como en su performance; aquí la importancia del estudio

y de la historia que llevan los sistemas de control de motores de combustión interna [6].

2. Metodología

El método utilizado es investigativo ya que se plantean definiciones y recursos basados en varios documentos de referencia, sin excluir análisis metodológicos y prácticos para la obtención de datos aplicados a un grupo de pruebas en la toma de señales para visualizar las referencias de los valores utilizados por la unidad de control, y así definir su posible accionamiento mediante actuadores que conforman el sistema del cual se ha tomado las señales. Todo lo realizado y los adelantos desarrollados en el transcurso de las décadas, cumpliendo diferentes normas, ha sido con un propósito en común: el cuidado del medio ambiente constituye el motivo de los diferentes avances tecnológicos aplicados al sistema de control de motores.

3. Resultados y discusión

En la sección de resultados, un resumen de los datos recogidos y el análisis realizado sobre los más relevantes para el discurso que ha de seguir. Informar de los datos con el detalle suficiente para justificar sus conclusiones. Mencionar todos los resultados pertinentes, incluidos los que van en contra de las expectativas; asegúrese de incluir pequeños tamaños del efecto (o hallazgos estadísticamente no significativos) cuando la teoría predice que los grandes (o estadísticamente significativos). No ocultar resultados incómodos por omisión. No incluya las puntuaciones individuales o datos en bruto, con la excepción, por ejemplo, de diseños de caso único o ejemplos ilustrativos. En el espíritu de intercambio de datos (alentado por la APA y otras asociaciones profesionales y, a veces requerida por los organismos de financiación), los datos en bruto, incluidos las características del estudio y los tamaños de los efectos individuales que se utilizan en un meta-análisis, pueden ponerse a disposición de los archivos en línea suplementarios.

3.1. Evolución de los sistemas de control de MCIA

Payri en su libro *Motores de combustión interna alternativos* da unas referencias sobre la evolución de los sistemas de control, en éste cita que desde los primeros MCIA resulta evidente la necesidad de generar y controlar los reglajes de los motores du-

rante su funcionamiento; en los casos de motores por encendido provocado, aunque la potencia sea controlada mediante una válvula de mariposa, el carburador era el dispositivo capaz de dosificar de manera mayor o menor la potencia y la dosificación de combustible en función del gasto másico que entra al motor, y fue necesario el desarrollo de sistemas con mayor capacidad de adaptar el punto de encendido de la mezcla en condiciones de funcionamiento [3].

Con el fin de satisfacer y regir los requerimientos se desarrollaron sistemas centrífugos y sistemas neumáticos que adaptaban el avance de encendido respecto al régimen de giro y que aprovechaban la depreciación en el colector de admisión producido por la mariposa de admisión a bajas cargas, estos sistemas desarrollados permitían modificar la fase relativa de la leva que fijaba el ángulo de encendido para así adaptar el avance a las condiciones ideales en las que se encontraba el motor en funcionamiento [5].

Estos sistemas evolucionaron, en el sentido de la eliminación de elementos mecánicos, y surgió un mecanismo de ruptor y un sistema de generadores de impulsos inductivos y de efecto hall que ya formaron parte de componentes electrónicos para comandar las bujías [7].

Estos avances permanecieron durante años y en nuestro país siguen operando en una cantidad considerable gracias a su diseño, pero no bastó y fue complicándose en los siguientes años debido a la implementación de componentes electrónicos y a las normativas anticontaminantes que surgieron en el año 1980, por lo que se decidió mejorar el sistema de control para la adaptación del ralentí. Es aquí cuando el control del dosado se vuelve importante, permitiendo a los catalizadores de tres vías implementarse como nueva tecnología en MEP y requerir de un balance estequiométrico de la combustión para así reducir sus emisiones [8].

Con el tiempo se fueron presentando dificultades en el dosado estequiométrico, por lo cual surgió la necesidad de introducir nuevos sistemas para la inyección que fue controlada electrónicamente, lo que definitivamente mejoraría las prestaciones del sistema de carburación [10]. Ya que estos sistemas ofrecen un control preciso y controlado fue implementado una sonda de concentración de oxígeno en el colector de escape que se la llamó

sonda lambda, que precisa el uso de la electrónica de inyección [11].

Con el avance y la aparición de sistemas que gestionan la inyección electrónicamente, por medio de sistemas digitales basados en microcontroladores, los sistemas del motor fueron evolucionando progresivamente hasta obtenerse un control netamente electrónico; este avance llegó al punto que el usuario no controla los elementos mecánicos, sino que el sistema de control, a partir de señales, determina las acciones que debe realizar [12].

Aunque las normativas vigentes solo mencionan la reducción de gases contaminantes no rige disposición en la implementación de sistemas electrónicos para el control de motores, sin embargo, las normativas de autodiagnóstico se pusieron como un parámetro obligado para el funcionamiento del motor que se denominó OBD (on board diagnostic) para realizar un monitoreo continuo de los sensores y sistemas para la reducción de emisiones del motor [13]. En la tabla 1 se muestra el avance y evolución de los sistemas de inyección y una breve diferencia entre cada uno de éstos.

Tabla 1. Comparación entre algunos tipos de sistemas de inyección

K-JETRONIC	KE-JETRONIC	L-JETRONIC	LE-JETRONIC	LE2-JETRONIC	LE3-JETRONIC	MOTRONIC ML 4.1	MOTRONIC ML 2.5
Inyección mecánica, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y secuencial
Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección cuadrada	Rampa de inyectores de sección cuadrada	Rampa de inyectores de sección cuadrada	Rampa de inyectores de sección cuadrada
Inyectores mecánicos. Apertura: 3.5 bar	Inyectores mecánicos. Apertura: 3.5 bar	Inyectores: tensión de apertura 3 voltios (R=2,4 - 2,6 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)
Medición de aire por plato-sonda	Medición de aire por plato-sonda	Medición de aire por flujómetro de 7 pines	Por flujómetro de 5 pines. Aleta sonda con válvula de seguridad	Medición de aire por flujómetro de 5 pines	Medición de aire por flujómetro de 4 pines	Medición de aire por flujómetro de 5 pines	Medición de aire por hilo caliente

Relé taquí- métrico	Relé taquí- métrico	Relé doble e interruptor seguridad electrobom- ba en flujó- metro	Relé taquí- métrico	Relé taquí- métrico	Relé doble e interruptor seguridad electrobom- ba por flujó- metro elec- trobomba comandado por la ECU	Relé doble e interruptor seguridad electrobom- ba por flujó- metro elec- trobomba comandado por la ECU	Relé doble e interruptor seguridad electrobom- ba por flujó- metro elec- trobomba comandado por la ECU
Inyector de arranque en frío controla- do por termo contacto temporizado	Inyector de arranque en frío controla- do por termo contacto temporizado	Inyector de arranque en frío controla- do por termo contacto temporizado	Inyector de arranque en frío controla- do por termo contacto temporizado	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío
Regulación de riqueza por tornillo de acciona- miento sobre plato-sonda	Regulación de riqueza por tornillo de acciona- miento sobre plato-sonda y control por regulador electro- hi- dráulico	Regulación de riqueza por by pass en flujóme- tro	Regulación de riqueza por by pass en flujóme- tro	Regulación de riqueza por by pass en flujóme- tro	Potenció- metro de control de oxígeno en el flujómetro	Potenció- metro de control de oxígeno en el flujómetro	Potenció- metro de control de oxígeno en el medidor de hilo caliente
Sin ECU	ECU analó- gica de 25 pines	ECU analó- gica de 35 pines	ECU ana- lógica de 25 pines	ECU ana- lógica de 25 pines	ECU digital de 15 pines	ECU digital de 35 pines	ECU digital de 55 pines
Sin ECU	Sin ECU	Sin ECU	Sin ECU	ECU: enri- quecimiento en fase de arranque en frío y corte en decelera- ción.	ECU: enri- quecimiento en fase de arranque en frío y corte en decelera- ción.	ECU: enri- quecimiento en fase de arranque en frío y corte en decelera- ción.	ECU: enri- quecimiento en fase de arranque en frío y corte en decelera- ción.
Sin ECU	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo	ECU mon- tada sobre el flujómetro	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo

3.2. Configuración y estructura de sistemas de control

Los avances han hecho que los sistemas de control electrónico se extiendan a todos los sistemas que contiene un automóvil; en este apartado se revisarán los componentes del sistema de control electrónico para motores, entre los cuales tenemos: sensores, actuadores, cables, unidad de control [3].

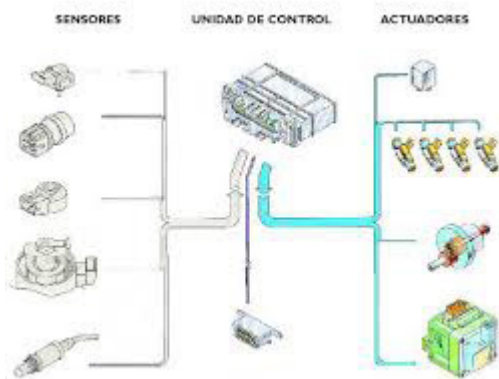


Figura 1. Principales sensores presentes en motores actuales [14].

La figura 2 muestra una unidad de control electrónico ECU, en ella se agrupan y reciben todas las señales, las etapas de conversión analógicas-digitales, la unidad de procesamiento (CPU) de datos y tiempo, las cuales permiten la sincronía con el cigüeñal, la CPU ha sufrido cambios con el tiempo pasando de la tecnología de 8 bits hasta las actuales de 32 bits. Finalmente, es el cableado el que se encarga de alimentar los sensores y actuadores y distribuir correctamente las señales que brinda la ECU, los cables necesarios pueden ser secciones considerables por la potencia eléctrica necesaria [14].

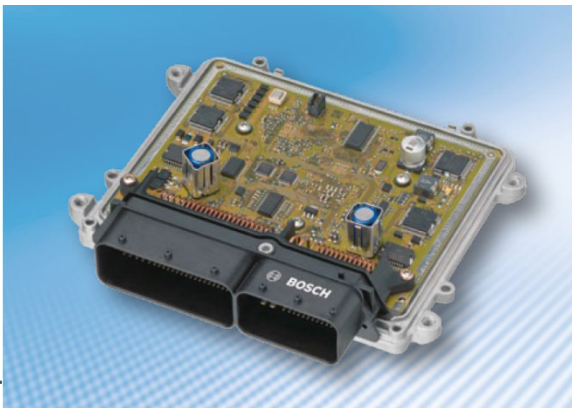


Figura 2. ECU comercial [16].

Se destaca la utilización en el mercado mundial de sensores inteligentes, los cuales, aparte de recibir la señal, poseen la conversión analógica digital y comunican estas señales a través de una red de datos a la ECU. La red o bus de datos estándar conocida como CAN (controller area network) es la más utilizada en automóviles

Los principales objetivos de esta implementación son:

- reducir el costo del cableado, ya que el único bus de datos es el encargado de intercomunicar todos los sistemas;
- permitir el intercambio de componentes; y,
- reducir los problemas de ruido en las señales digitales y mejorar la compatibilidad.

3.3. Adquisición de parámetros de funcionamiento de MCIA

Como se ha descrito, el sistema de control requiere de la presencia de numerosos sensores disponibles en el motor para indicar el estado de un sistema en particular; aun existiendo una amplia variedad de sensores se restringen a su precio, vida útil o precisión; por este inconveniente se limita el uso y se generaliza la aplicación de una cantidad mínima de sensores en automoción. En motores de mayor precio puede permitirse el empleo de sensores más costosos y sofisticados, pero no sucede en general.

3.4. Algoritmos del sistema de control

El software de control tiene una estructura netamente funcional, de forma que existen algoritmos dedicados específicamente a la lectura y control de los diferentes sistemas implementados en los vehículos, este intercambio de información de componente a componente se realiza a través de varias capas lógicas superiores que los coordinan; en parte la unidad de procesamiento de tiempo es la que sincroniza la posición del cigüeñal de los demás sistemas que lo requieren, como el sistema de inyección de encendido.

La ECU coordina las estructuras de control empleadas en sistemas de bucle abierto y cerrado que permiten variar según el funcionamiento del motor [15].

Bucle abierto

Las acciones que controlan los sistemas se calculan directamente en base a medidas del motor y variables programadas, estos sistemas brindan gran estabilidad y no necesitan de sensores específicos que midan la variable a controlar; sin embargo, los sistemas accionados por control de bucle abierto son necesarios, como el control de combustible inyectado en MEC.

Bucle cerrado

Existen medidas directas de la variable que se desea controlar, en comparación con bucle abierto, este controlador permite cancelar los errores de posición que asegura que el valor final de la variable sea el deseado a costa de una mayor complejidad y riesgo de inestabilidades, ya que en los MCIA se encuentran comportamientos no lineales, que están sujetos a ser saturados; resulta necesario variar las constantes del controlador en función de los parámetros de funcionamiento o las condiciones de operación y de las magnitudes y signos de error del bucle, lo que lleva a un esfuerzo de calibración precisa.

La diferencia que existe entre el control MEP y los MEC rige en la diferencia de combustión y el control del sistema de admisión de aire, ya que los motores por encendido provocado necesitan rigurosamente el control del dosado estequiométrico, lo cual no ocurre en los motores por compresión.

3.5. Control de aire

En los motores de encendido por compresión naturalmente aspirados sin el sistema de recirculación de gases, no es necesario el control de aire, en parte, los MEC actualmente son incorporados con turbocompresores que los vuelve sobrealimentados y poseen un sistema de recirculación de gases de escape, para evitar inestabilidades entre cada sistema se ha decidido implementar un control independiente para determinadas variables necesarias.

3.6. Inyección y sistema de limitación

En los motores de encendido por compresión el sistema de alimentación de combustible es netamente independiente del sistema de renovación de carga cuando el motor se encuentra en condiciones estacionarias, los sistemas de control son por bucle abierto en función de la operación y de va-

riables auxiliares, se selecciona la presión a la cual debe ingresar el combustible, la cantidad de inyecciones a realizarse, el instante en el cual debe producirse cada una de las inyecciones y su duración. El uso de inyecciones precargadas permite reducir enormemente el ruido, tanto que con las pos-inyecciones se controla las emisiones de partículas; la presión del sistema de inyección se controla en bucles cerrados con el fin de mantener un valor de referencia establecido inicialmente.

3.7. Ralentí y arranque

Estos dos estados de operación específicos encontrados en los motores son abordados por sus características particulares. En el régimen de ralentí los cambios de consigna son inferiores al 5% de sus valores habituales, una vez encontrado el error el régimen real de funcionamiento que rige el motor actúa, y está gobernado en general por un regulador, el sistema de control de ralentí es independiente y diferente de los utilizados en el motor cuando se encuentra a plena carga y se activa solo cuando la demanda de potencia es prácticamente nula. Este control de ralentí en motores actuales ha producido una considerable disminución del combustible consumido y sobre todo en MEP la reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente.

La operación del arranque del motor tiene una forma particular en las estrategias de control, ya que puede realizarse sin dificultad en unas situaciones y muy difícilmente en otras, por esta razón es necesario tener una estrategia específica que sea suficientemente robusta para el arranque, incluso con condiciones desfavorables, cuya acción es condicionada por la reducida potencia.

Se establece estrategias una vez que el usuario actúa sobre los sistemas de arranque:

- arranque inicial
- aceleración rápida
- final de arranque

3.8. Diagnóstico

Debido a la creciente preocupación por las emisiones vehiculares, el sistema del motor está obligado a realizar tareas de diagnóstico, capaces de detectar el mal funcionamiento del mismo. Los sistemas a diagnosticar son el sistema de inyección, recircu-

lación de gases de escape, control de combustible, sobrealimentación, la eficiencia de los sistemas de postratamiento; ya que el número de funciones de diagnóstico es creciente en motores actuales surge la necesidad de incluir un determinado sensor en el sistema. Como referencia, en los motores de encendido provocado se utiliza dos sondas lambda con el fin de diagnosticar el correcto funcionamiento del catalizador, encargado de reducir los gases contaminantes por reacciones químicas, este sistema avisa al usuario si existe alguna falla mediante luces de testigo en el panel de control, y a su vez almacena esta información sobre los errores a través de un conector normalizado para facilitar el mantenimiento, según sea la gravedad de la falla la ECU adopta diversas acciones para reducir el impacto y proteger el sistema. Así, en fallos netamente riesgosos el sistema puede inmovilizar el arranque o limitar la potencia entregada en el motor [15].

3.9. Optimización y calibración en MCIA

Como desventaja los microcontroladores trabajan con gran cantidad de información que define el accionamiento de sistemas de control en función de datos que brindan los sensores a cada instante, el proceso que sigue para obtener las actuaciones que efectuará el motor en condiciones de operaciones se lo conoce como proceso de calibración del motor; a los parámetros de funcionamiento obtenidos durante el proceso se los denomina parámetros de calibración, entre los cuales se encuentran valores de referencia como presión de inyección, avance de inyección, gasto de aire, temperatura, etc.

La complejidad de este proceso se refleja en los aspectos a tomarse en cuenta que son:

- de la calibración que se realice depende el comportamiento, prestaciones y emisiones contaminantes del motor;
- el sistema puede tener calibraciones diferentes según la operación ya que es un sistema no lineal el cual dificulta en total su calibración;
- las normativas de emisiones contaminantes y la protección de la mecánica establecen límites y criterios para la calibración, y,
- la calibración realizada a los motores debe ser netamente en operaciones dinámicas ya que la variación a las que se encuentra sometido es rápida como el régimen de giro y el par, por

esta razón no basta una calibración en puntos estabilizados.

La calibración se la realiza primero estáticamente y posteriormente en un banco de pruebas dinámico donde se ajustan los controladores y se prueba la dinámica del motor para validar el funcionamiento del mismo en diferentes condiciones [15].

3.10. Tendencias del mercado y control de MCIA

Se espera que la importancia de los sistemas de control se mantenga creciente y se refuercen con:

- incorporación de numerosos sistemas de control electrónicos;
- aumento en la flexibilidad del motor que sea capaz de adaptarse a distintos modos de operaciones y diferentes combustibles para aprovechar una mayor tendencia del mercado;
- aumentar la capacidad de autodiagnóstico no controlada por los usuarios;
- coordinación de diferentes parámetros y sistemas para el confort y seguridad de los usuarios;
- aumento en la coordinación inalámbrica con diferentes flotas de vehículos que rijan la gestión de tráfico mejorando la seguridad; e,
- investigación de sistemas autodirigidos controlados electrónicamente con el fin de simplificar el proceso del tráfico existente.

Existen dos líneas de evolución no excluyentes:

1. Desarrollo de sistemas de control que se basan en modelos para describir el funcionamiento del motor, los cuales pueden usarse como un modelo de predicción en un sistema de control predictivo. La principal ventaja de estos sistemas es notoria, por el empleo de modelos físicos que contienen la descripción de fenómenos que puedan surgir en el motor que va a necesitar menores parámetros experimentales. Requiere un aumento significativo de microcontroladores, así como métodos para identificar los modelos para brindar la confianza del comportamiento del motor.

2. Sistemas que se adapten con los de control, que sean capaces de mejorar las prestaciones, basados en captadores mediante algoritmos y lenguajes de aprendizaje continuo. Este sistema permitiría absorber dispersiones y desgaste de señales para moldear los parámetros en tiempo más preciso y real.

Actualmente existe grandes limitaciones para el desarrollo netamente automático de un vehículo, por una parte, se encuentra la falta de sensores capaces de proporcionar información no supervisada con rigidez y precisión y un sistema que pueda proporcionar información sobre las emisiones contaminantes y prestaciones exactas que pueden brindar los diferente MCIA.

4. Conclusiones

La implementación de sistemas de control ha venido evolucionando desde la primera aplicación en los automotores con la invención de los componentes electrónicos y microprocesadores que han brindado resultados favorables para el control de los parámetros de funcionamiento de MCIA y del uso de sensores y actuadores para brindar estabilidad de motor a plena carga, en ralentí y arranque, sin despreciar la importancia que tuvieron, para su invención, evolución y funcionamiento, las normas regidas por departamentos gubernamentales para la reducción de emisiones de gases contaminantes emitidos por MCIA. En este punto, cabe recalcar la importancia de la historia y la evolución con el pasar de los tiempos para enfocarnos en tendencias futuras a fin de que se mantenga la importancia de los sistemas de control electrónico en el motor que vendrán con el avance de tecnologías aplicadas a los microprocesadores.

Referencias

- [1] L. Guxxella, Introduction to modeling and control of internal combustion engine systems, Springer, 2010.
- [2] R. Van Basshunyesen, Internal combustion engine handbook: basics, components, systems, and perspectives., SAE International, 2004.
- [3] J. M. D. Francisco Payri, Motores de combustión interna alternativos, 1.ª ed., vol. I, Reverte, 2011.
- [4] Sciarretta, A y Guzella, L, «Control of hybrid electric vehicles,» *IEEE Control Systems Magazine*, pp. 60-70, 2007.
- [5] J. Conesa, «Motor de Combustión Interna,» 2011.
- [6] U. Kiencke, Automotive control systems for engine, driveline, and vehicle, Springer, 2005.
- [7] C. Guardiola, Detección y compensación de irregularidades de inyección a través de la medida del régimen instantáneo del turbogrupo, Reverté, 2005.
- [8] Hillion, M., Chauvin, J., Grondin, O. y Petit, N., «Active combustion control of Diesel HCCI engine: Combustion timing,» *SAE Technical Paper*, 2008.
- [9] Lapuerta, M., Armas, O. y Hernández, J. J., «Diagnosis of DI Diesel combustion from in-cylinder pressure signal by estimation of mean thermodynamic properties of the gas,» *Applied Thermal Engineering* 19, pp. 513-529, 1999.
- [10] R. Moos, «A brief overview on automotive exhaust gas sensors based on electroceramics,» *International Journal of Applied Ceramic Technology*, 2(5), pp. 401-413, 2005.
- [11] K. Ogata, Ingeniería de control moderna, Pearson Education, 2003.
- [12] A. G. López, «Ecuaciones Diferenciales I,» Madrid, 2004, p. 115.
- [13] Dauron, A., «Model-Based Powertrain Control: Many Uses, No Abuse,» *Oil & Gas Science and Technology*, pp. 427-433, 2007.

- [14] J. E. Guarella, J. E. Guarella, L. Rodríguez y I. Bagatto, *Sensores y actuadores en motores*, Buenos Aires, 2011.
- [15] Proakis, J. G. y Manolakis, D. G., *Tratamiento digital de señales*, Prentice Hall, 2007.
- [16] BES - Bosch Extranet Service, *Sistemas de Inyección Electrónica*, 2010.
- [17] Munoz, M. y Payri, F., *Motores de combustión interna alternativos*, Fundación General de la UPM, 1989.
- [18] Galindo, J., Climent, H., Guardiola, C. y Doménech, J., «Modeling the vacuum circuit of a pneumatic valve system,» *Journal of Dynamical Systems Measurement and Control*, p. 131, 2009.
- [19] D. C. Montgomery, *Diseño y análisis de experimentos*, Limusa-Wiley, 2002.

Identificación de Patrones de Movilidad Utilizando Datos en Tiempo Real Generados por Access Points en una Red de Comunicaciones de Campus. Caso de estudio: Universidad Central del Ecuador

Identification of Mobility Patterns Using Real-Time Data Generated by Access Point on a Campus Communications Network. Case Study: Central University of Ecuador

Chávez-Estrella M.¹, Cadena-Flores G.², Enríquez-Reyes R.³, Moncayo-Unda M.⁴

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería Informática, Quito, Ecuador
e-mail: mrchavez@uce.edu.ec

²Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería Informática, Quito, Ecuador
e-mail: grcadena@uce.edu.ec

³Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería Informática, Quito, Ecuador
e-mail: renriquez@uce.edu.ec

⁴University of Liège, Faculty of Applied Science, School of Engineering, Local Environment Management & Analysis (LEMA) – Urban and Environmental Engineering (UEE)
Liège, Bélgica
e-mail: mgmoncayo@uliege.be

Información del artículo

Recibido: Julio 2020

Aceptado: septiembre 2020

RESUMEN

El trabajo presentado a continuación tiene como objetivo ofrecer información verídica, objetiva y en tiempo real, relacionada con patrones de movilidad generados por los usuarios en el campus, pudiendo identificarse características de los usuarios. Esto se logra mediante el uso de una plataforma informática conformada por dos aplicaciones: un API para el proceso de extracción y almacenamiento de la data depurada en la base de datos relacional, y una aplicación WEB que muestra al usuario final los resultados. Fueron utilizadas herramientas de código abierto para el desarrollo de esta plataforma. Los datos se originan en los *access points* ubicados en la red de comunicaciones del campus, y esta data obtenida es anonimizada y depurada para su análisis. La plataforma ha sido desplegada en un contexto universitario, específicamente en la Universidad Central del Ecuador, para ser utilizada como caso de estudio.

Palabras clave: *aplicación WEB, API, tecnología, patrones de movilidad, big data, tiempo real.*

ABSTRACT

The work presented below aims to provide truthful, objective and real-time information, pertaining to mobility patterns generated by users on campus, being able to identify user characteristics, this is achieved through the use of a computer platform made up of two applications: an API for the process of extracting and storing the purified data in the relational database, and a web application that shows the results at the end. Open source tools were used for the development of this platform. The data originates from the access points located in the campus communication network, and this data obtained is anonymized and refined for analysis. The platform has been deployed in a university context, specifically at the Central University of Ecuador, to be used as a case study.

Keywords: *WEB application, API, technology, mobility patterns, big data, real time.*

1. Introducción

El continuo desarrollo de la tecnología, juntamente con las redes móviles y su acceso a internet generan nuevas oportunidades para el estudio de patrones de movilidad. Cabe mencionar en este contexto, el estudio realizado en un campus canadiense [1], en donde se logró con éxito identificar la localización temporal y espacial de actividades mediante la utilización de big data. Sin embargo, en el estudio mencionado se presentan correcciones necesarias mediante la aplicación de métodos estadísticos para sesgar los datos. Como complemento del estudio se corrobora la riqueza informativa de los datos que se obtienen al emplear encuestas y otros métodos tradicionales de levantamiento en campo, pero más importante, en los resultados están presentes datos de la dimensión social [1].

En el mismo ámbito del artículo se presentó otro estudio basado en Dhaka, en el cual se emplea un análisis similar a través de una red de dispositivos móviles. En este estudio se realiza la comparación del método de levantamiento en campo denominado matriz de origen destino (OD) mediante puntos fijos. Se demostró que los modos tradicionales para llenar las matrices (OD) son apreciados como una alta inversión económica y un largo periodo de elaboración, a diferencia de los métodos de dispositivos móviles en una red de internet [2].

La aplicación de tecnologías digitales desde dispositivos móviles, como son el geoposicionamiento global y sistemas de información geográfica, ha dado paso a aportes característicos en estudios relacionados a la movilidad. La obtención de datos, anteriormente realizada a través de la observación de entidades en el sitio, ya sean éstas personas, automóviles u otras, hoy son remplazadas por sistemas de datos colectados en tiempo real, con una ubicación cada vez más precisa.

Además de lo mencionado anteriormente, consideramos la posibilidad de ahondar en los datos recolectados, haciendo posible la vinculación de atributos específicos a las entidades, como identificación de los dispositivos móviles, el tipo de dispositivo, el tiempo de conexión, el punto del registro e inclusive las trazas de movilidad, mediante varios dispositivos tanto fijos, proveedores de la red de datos (tal es el caso de los access points-APs), como

móviles, en el caso de los receptores y usuarios de esta red (teléfonos inteligentes, tablets, etc.).

Se conoce evidencia actual sobre la adquisición de información de patrones de movilidad mediante puntos fijos, la cual ha sido procesada y ha otorgado excelentes resultados capaces de ser aplicados en estudios similares. Tal es el caso del estudio de [3], quienes lograron con gran precisión modelar la movilidad a partir de puntos wifi, comprendiendo así la segmentación de la población localizada. Otro estudio efectuado por [4], realiza una técnica similar desde la extracción de información donde se incluye perfiles de usuarios y clasificación de los dispositivos tecnológicos, con un costo relativamente bajo.

Otros estudios inclusive han llegado a plantear modelos predictivos de ocupación del espacio, como es el caso de [5] y de simulación de la movilidad humana, planteando regularidad del comportamiento espacio temporal de los usuarios de dispositivos móviles, como es el caso de [6].

La estructura del artículo está dividida en 4 apartados. El primero de éstos es la Introducción, encargada de poner en contexto la presentación de este artículo, basado en publicaciones que están relacionadas con el estudio de patrones de movilidad. El segundo apartado es la Fundamentación, en la cual se describe un concepto sólido del artículo, basado en ideas que están vinculadas con el desarrollo de la plataforma de movilidad. Un tercer apartado abarca los Resultados y discusión, en donde se presentan los casos de estudios en el campus universitario, mediante la aplicación de ciertos casos de consulta, explicando los parámetros válidos para cada uno de éstos. El cuarto y último apartado son las Conclusiones, en donde se incluye los trabajos futuros.

Fundamentación

Con la finalidad de generar nuevos métodos para estudios de patrones de movilidad se propone desarrollar una plataforma informática capaz de recopilar información obtenida desde los access points, ubicados en la red inalámbrica del campus, y generar una aplicación WEB que entregue una visualización de los patrones de movimiento en tiempo real mediante una interfaz amigable con el usuario, para así poder tomar decisiones basadas en datos [7].

La plataforma de movilidad está construida con datos que entregarán una importante cantidad de información para futuros estudios estadísticos, planificaciones y análisis de movilidad, debido a que éstos almacenan características principales de cada usuario en el campus, intervalos de conexión a la red e información sobre los dispositivos desde donde se realizaron las conexiones [7].

Para lograr este fin, se ha seleccionado a la Universidad Central del Ecuador como caso de estudio para obtener sus patrones de movilidad; de esta forma, miembros de la comunidad, interesados en conocer estos patrones para estudios o mejora de servicios, podrán acceder a ellos de una manera sencilla, verídica y confidencial [7]. El campus universitario ha tenido varios inconvenientes relacionados con la infraestructura arquitectónica original de la universidad, el uso que se hace de la misma y el acceso a internet dentro del campus. Entre estos inconvenientes, se presentan los más relevantes:

- Accesos peatonales (puertas) cerrados por motivos de seguridad, lo que causa que se elijan otras rutas que a veces complican la movilidad dentro del campus universitario.
- Ubicación de los access points en lugares incorrectos, lo que causa que varios de éstos se saturen por muchas conexiones, al igual que otros no sean usados a su capacidad total o que casi no se usen.
- Áreas verdes de la ciudadela universitaria con apariencia desagradable. Esto a causa de los senderos creados por los estudiantes ya que les facilita su movilidad.
- Robos en determinados lugares donde no existe personal de seguridad, ya que las autori-

dades no tienen una visión real de cuántos estudiantes se conectan y su lugar de conexión; por esta razón la seguridad es escasa en zonas específicas, sin un análisis previo, lo que dificulta la llegada a ciertos lugares donde ocurren los percances.

Los datos que servirán para la construcción de la plataforma de movilidad otorgan gran cantidad de información útil para futuras planificaciones, estudios estadísticos y análisis de movilidad, pues almacenan las características principales de cada individuo, intervalos de tiempo e información sobre los dispositivos que realizaron la conexión. Nos permite definir diferencias entre métodos tradicionales y los obtenidos con la ayuda de tecnología, que es el aporte del trabajo.

2. Metodología

La investigación propone un método para identificar de forma gráfica las correlaciones entre variables de tipo métrico, cualitativo y espacial. Para la presentación de este método se creó una plataforma de movilidad constituida por dos componentes. El primer componente, denominado API (interfaz de programación de aplicaciones), se encarga de obtener la información, depurarla, clasificarla y almacenarla en la base de datos; el segundo componente, es una aplicación WEB que permite mostrar de una forma gráfica la información que se obtiene al someter a un proceso de análisis los datos recolectados por el API.

La plataforma de movilidad utiliza varias herramientas de desarrollo de software, tanto para frontend como para backend. En la siguiente tabla se muestran los detalles de cada una de las herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación:

Tabla 1. Herramientas usadas para la realización de la plataforma de movilidad [7].

Nombre	Descripción	Versión
Windows	Sistema operativo	10
Java jdk	Kit de desarrollo Java	1.8.0
Java jre	Java runtime environment	1.8.0
Spring framework	Framework que usa Java	5.1.9
Spring tool suite	IDE de desarrollo	3.9.8
Spring boot	Autoconfiguración proyectos Spring	2.1.8
PostgreSQL 10	Motor de base de datos	10.10
pgAdmin 4	IDE de administrador	4.13
Apache Tomcat 8.5	Contenedor de servlets	8.5
QGIS	Sistema de información geográfica	2.8.8
QGIS2WEB	Complemento de QGIS	2
Apache csv	Librería que trabaja con archivos csv	1.5
Thymeleaf extras	Librería que permite trabajar sobre Frontend	3.0.2
Apache BeanUtils	Librería de arquitectura basada componentes	1.9.3
IText Core	Librería para crear y manipular PDF	5.5
jQuery	Interactuar con los documentos HTML	3.4.1
HTML5	Estructurar y presentar el contenido	5
CSS3	Lenguaje de diseño gráfico para HTML	4

En la siguiente imagen se muestra la arquitectura de la plataforma de movilidad desde una perspectiva técnica, tomando como inicio la recolección de la data desde los access points del campus en estudio, hasta la presentación de los patrones de movilidad al usuario, luego de haber sido estos datos depurados, clasificados e interpretados en la aplicación WEB.

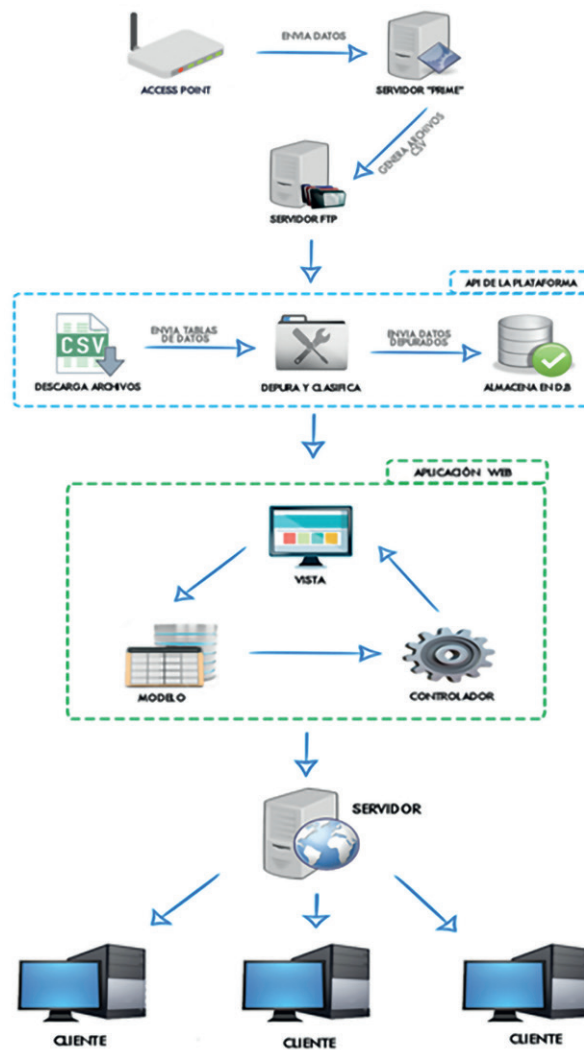


Figura 1. Arquitectura de la plataforma de movilidad.

El primer paso dentro de esta arquitectura es obtener los datos de todas las conexiones que se realizan a la red inalámbrica de la universidad. Esta tarea la realiza un servidor alojado en el data center de la universidad que recoge la información recolectada por cada uno de los access points ubicados en el campus principal y la almacena en un servidor FTP como archivos con extensión .csv para su posterior tratamiento y uso.

En esta etapa del proceso entra en ejecución la API; esta API se ejecutará como un proceso adicional del servidor en el cual está instalada la aplicación, ya que siempre va a estar ejecutándose y encargán-

dose de copiar datos de los archivos que se encuentran en el servidor FTP; todos estos datos pasarán por un proceso de depuración, validación, clasificación y almacenamiento.

- Depuración: Los archivos son generados con un encabezado especificando todo lo que contiene el archivo, este encabezado es eliminado ya que no forma parte de los datos de interés para la plataforma.
- Validación: Se verifica que los diferentes registros tengan todos los campos, que no existan campos vacíos y, además, cada campo no tenga caracteres especiales.

- Clasificación: Se clasifica todos los datos de acuerdo con el siguiente modelo entidad relación:

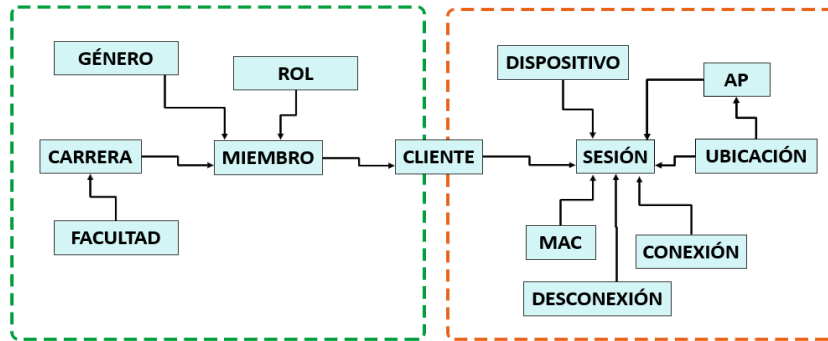


Figura 2. Modelo entidad relación que utiliza la plataforma de movilidad.

En el modelo de la figura 2 se muestran dos conjuntos de datos clasificados. El primer conjunto de datos está constituido por las tablas género, rol, facultad, carrera, miembro. Todas estas tablas contienen información de los individuos que conforman la comunidad universitaria, mientras que el segundo conjunto de datos constituido por las tablas cliente, dispositivo, sesión, AP, ubicación, MAC, conexión, desconexión, representan los datos que se obtienen de las conexiones, precisamente los datos que se encarga de almacenar el API.

- Almacenamiento: Con todos los pasos aplicados satisfactoriamente, el siguiente paso consiste en el almacenamiento de los datos dentro de una base de datos, en este caso se usó la base de datos relacional PostgreSQL.

Con todos los datos consolidados en la base de datos, ya pueden ser usados por la aplicación WEB que permite mostrar de forma gráfica los resultados del proceso y análisis de estos datos.

3. Resultados y discusión

Los mapas que presenta la aplicación son graficados con base en filtros que el usuario debe elegir previamente antes de que se grafiquen. Entre estos filtros se encuentran los siguientes:

- Filtro del tiempo:
 - mes, semana, día y hora
- Filtro de género:
 - Masculino, femenino e invitado (los invitados son personas no pertenecientes a la comunidad universitaria que se conectan a los access points para hacer uso del internet).

- Filtro de rol:
 - estudiantes, docentes, servicios e invitados.
- Filtro de lugar:
 - Se debe elegir la facultad de acuerdo con lo que se quiere buscar. Una vez que se escoja la facultad se puede elegir una carrera o todas las carreras de la facultad seleccionada.

El software desarrollado proporciona la funcionalidad de obtener datos estadísticos en tiempo real o histórico de patrones de movilidad, estos datos pueden ser consultados mediante 4 filtros principales, estos son:

- Según el rol:
 - estudiante, docente y administrativo
- Filtro de género:
 - masculino y femenino
- Filtro de ubicación:
 - departamento, piso y nombre del access point
- Filtro de origen:
 - miembros pertenecientes a cierta facultad y cierta carrera

Los datos pertenecientes a los miembros de la comunidad universitaria han sido sometidos a filtros de anonimización, dando solo resultados estadísticos sin información personal, de acuerdo con la Ley de Protección de Datos que fue entregada a la Asamblea Nacional en busca de su aprobación.

Después de algunas consultas hemos podido observar patrones de movilidad que permiten a los investigadores elaborar modelos con más información que los métodos tradicionales con encuestas

y con costos significativamente menores. A continuación, mostramos resultados relevantes de las consultas, en función de su cantidad y precisión que sería muy costoso realizarlo con encuestas:

Movilidad de estudiantes de cultura física

Mediante una consulta a la aplicación, con datos relacionados a los estudiantes de la Facultad de Cultura Física, se puede mostrar un mapa con to-

dos los recorridos dentro del campus principal que han realizado los estudiantes de esta facultad. Para este caso se eligió la gráfica de los recorridos en un intervalo de tiempo de un mes, dando como resultado el siguiente mapa [7]:

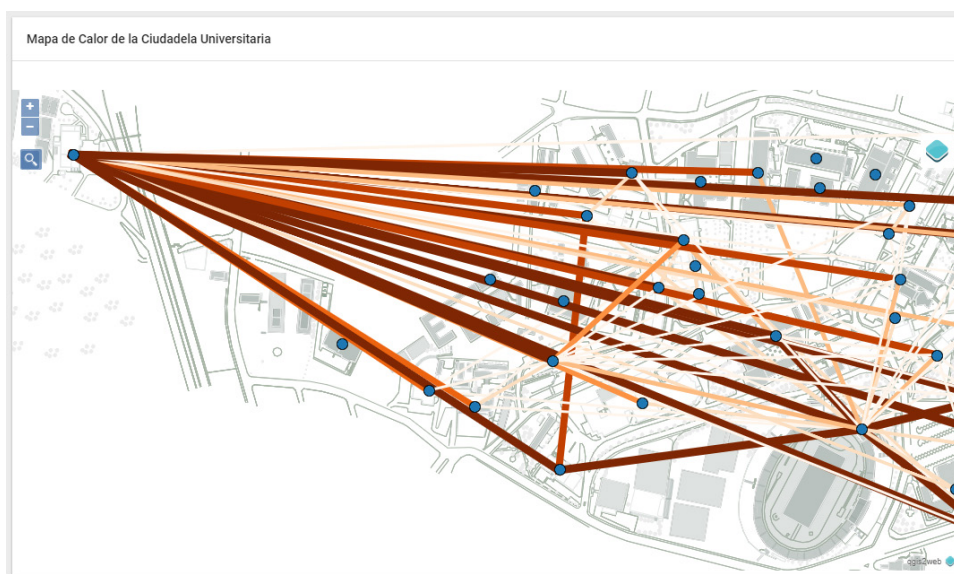


Figura 2. Mapa de movilidad de los estudiantes de la Facultad de Cultura Física [7].

Este mapa genera una tabla de datos, para entender su interpretación, la cual se muestra a continuación:

Tabla 2. Datos del mapa de movilidad de los estudiantes de la Facultad de Cultura Física [7].

Origen	Destino	N.º de usuarios
Estadio	Facultad Cultura Física	976
Facultad Cultura Física	Estadio	952
Edificio de Idiomas	Facultad Cultura Física	388
Facultad Cultura Física	Edificio de Idiomas	323
Facultad Cultura Física	Biblioteca	269

El informe presenta una participación de más de 3000 personas que recorrieron las vías, lo que significa que usando los métodos tradicionales se necesitaría muchos encuestadores durante el mismo tiempo de muestra, impactando en el presupuesto

de los proyectos de movilidad en un campus, tomando en cuenta que sería muy complejo físicamente determinar a qué facultad pertenecen; con el software se puede granular la información de acuerdo con la estructura de la base de datos.

Concentración de invitados en el campus

La figura 3 muestra las conexiones que realizan los invitados, la cual se puede obtener al realizar una consulta con los datos de las personas que se conectan a la red de invitados del campus [7].



Figura 3. Mapa de calor de los invitados en la ciudadela universitaria.

Al visualizar el mapa de la ciudadela universitaria, expresado como mapa de calor, se puede ver que existen 3 lugares que concentran las conexiones de usuarios que se conectaron a la red de invitados; para comprender de una manera más fácil lo que

representa el mapa también existe una tabla la cual presenta datos relacionados a las conexiones que se hacen a cada access point de la ciudadela universitaria [7]:

Tabla 3. Datos del mapa de calor de los invitados en la ciudadela universitaria

Origen	Destino	N.º de usuarios
Dirección General Financiera	Administración-Teatro	9567
Biblioteca General	Administración Central	6575
Derecho	Facultad de Jurisprudencia	6245
Biblioteca General	Administración Central Interior	6194
Economía Edificio A	Facultad de Economía Biblioteca	5610

Haciendo una comparación con los métodos tradicionales vemos que sería muy costoso sacar este patrón, pues se necesitaría encuestadores durante

periodos largos de tiempo, además la precisión de los datos no se podría comparar con los obtenidos con la tecnología en tiempo real.

Lugares de conexión de los estudiantes de ciencias médicas

Una de las opciones de la aplicación permite visualizar en tiempo real o en una fecha específica las estadísticas de las conexiones dentro del campus

universitario. Para definir el patrón se utilizaron los datos de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas, dando como resultado el siguiente gráfico [7]:

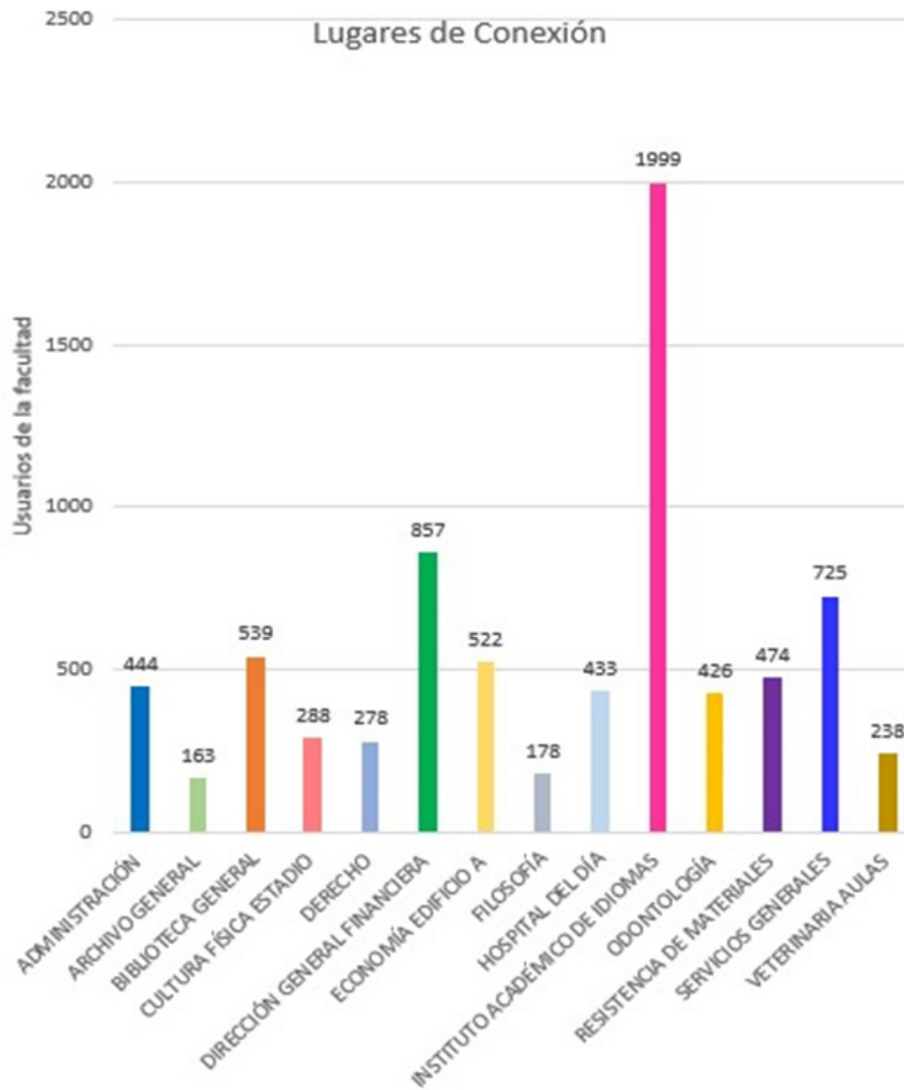


Figura 4. Gráfico de barras sobre los lugares de conexión de estudiantes de Ciencias Médicas [7].

Se puede visualizar que el lugar en donde existen más conexiones es el Instituto de Idiomas, después le siguen la Dirección General Financiera y el Departamento de Servicios Generales [7].

El obtener este nivel de granularidad en los datos es muy costoso por métodos tradicionales. Los resultados obtenidos pueden impactar incluso en las decisiones estratégicas de la universidad para crear

centros satélites con el fin de evitar que alumnos alejados de los edificios de servicios administrativos gasten tiempo y dinero para llegar a sus clases en otro campus.

Si observamos el mapa de calor generado con la misma consulta, se verifica los datos anteriormente expresados:

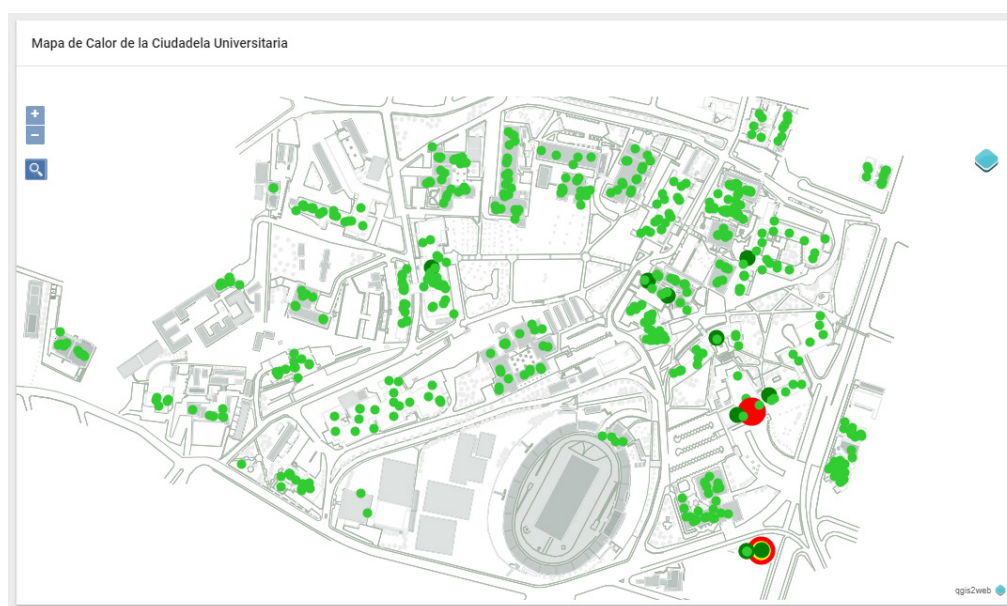


Figura 5. Mapa de calor de los estudiantes de la Facultad De Ciencias Médicas en la ciudadela universitaria [7].

La información que presenta la aplicación muestra el potencial que posee el software desarrollado, al utilizar los access points como elementos para incrementar el nivel de integridad y veracidad de los datos. Con el software se puede obtener información relevante sobre los patrones de movilidad que se producen en el campus central, tales como recorridos realizados, lugares con mayor frecuencia de conexiones, estadísticas de dónde se conectan las personas con los diferentes roles que les asigna la red, entre otros [7].

La información que entrega la plataforma permite conocer los lugares que más frecuentan los integrantes de la ciudadela universitaria. Ha permitido identificar cuáles son los recorridos de grupos de usuarios, detallados por género, rol, facultad de procedencia, entre otras; entregar estadísticas de clasificación de usuarios y dispositivos de conexión, todo esto en tiempo real o histórico, para su posterior análisis [7].

Observamos también que los datos provenientes de los access points permiten analizar información sobre los miembros de la comunidad universitaria, lo que facilita caracterizarlos por género, rol, edad, facultad de pertenencia o lugar de trabajo que incluye dispositivo de conexión, esto permite a la aplicación WEB mostrar estadísticas útiles en estudios de movilidad [7].

4. Conclusiones

El uso de tecnologías de adquisición de datos en tiempo real y la utilización de análisis de big data permite mejorar los métodos tradicionales en función de tiempo y costo.

La arquitectura que se utilizó en el desarrollo de la plataforma de movilidad permite alcanzar los objetivos de los investigadores y la aplicación de tecnologías nuevas como ágil por los desarrolladores, demostrando que es posible la creación de proyectos multidisciplinarios con éxito.

Se puede pensar en la posibilidad de la fusión de la plataforma de movilidad con un sistema de seguridad institucional, en el cual la plataforma contaría con herramientas propias para alertar de posibles sucesos en contra de la integridad de los miembros de la comunidad universitaria.

Referencias

- [1] G. Poucin, B. Farooq y Z. Patterson, "Activity patterns mining in Wi-Fi access point logs", *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 67, pp. 55-67, 2018.

- [2] C. Choudhury, S. Iqbal, P. Wang y M. González, "Development of origin-destination matrices using mobile phone call data.", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 40, pp. 63-74, 2014.
- [3] M. Traunmueller, N. Johnson, A. Malik y C. Kontokosta, "Digital footprints: Using WiFi probe and locational data to analyze human mobility trajectories in cities.", *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 72, pp. 4-12, 2018.
- [4] A. Redondi y M. Cesana, "Building up knowledge through passive WiFi probes.", *Computer Communications*, vol. 117, pp. 1-12, 2018.
- [5] W. Wang, J. Chen, T. Hong y N. Zhu, "Occupancy prediction through Markov based feedback recurrent neural network (M-FRNN) algorithm with WiFi probe technology", *Building and Environment*, vol. 138, pp. 160-170, 2018.
- [6] K. Keramat Jahromi, M. Zignani, S. Gaito y P. G. Rossi, "Simulating human mobility patterns in urban areas", *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 62, pp. 137-156, 2015.
- [7] M. Chávez, R. Enríquez y G. Cadena, "Desarrollo de una plataforma informática para identificar patrones de movilidad en la Universidad Central del Ecuador mediante los datos en tiempo real generados por los access point ubicados en la Ciudadela Universitaria", tesis pregrado, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2020.

Eco-Innovación y Design Thinking: Una Oportunidad de Negocios Sostenibles

Eco-Innovation and Design Thinking: An Opportunity for Sustainable Business

Tapia-Moya M.J.¹, Villarreal-Satama F.L.²

¹ Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias Administrativas, Quito, Ecuador
e-mail: mariaj.tapia@ute.edu.ec

² Universidad Dos Hemisferios, Dirección de Investigación, Quito, Ecuador
e-mail: leninv@uhemisferios.edu.ec

Información del artículo
Recibido: Julio 2020
Aceptado: septiembre 2020

RESUMEN

Las actividades humanas son ahora tan penetrantes y profundas que están alterando la estabilidad de la Tierra en formas que amenazan al sistema de soporte vital del que depende la humanidad. El campo del diseño ha contribuido a la creación de problemas socio ecológicos muy complejos, pero también se está adaptando como fuente de soluciones. El *design thinking* y la eco-innovación son herramientas con un enfoque que podría ayudar a crear tales soluciones y contribuir al desarrollo sostenible estratégico. A medida que la creatividad y el enfoque del diseñador se convierten en una necesidad para resolver problemas relacionados con los negocios, en un mundo cada vez más complejo, es más importante la eco-innovación en los negocios que se espera que crezca más y más, pero respetando el entorno medioambiental.

Palabras clave: *Innovación, pensamiento de diseño, ciclo de vida, eco-innovación, desarrollo sostenible, sostenibilidad.*

ABSTRACT

Human activities are now so pervasive and profound that they are altering the stability of the earth in ways that threaten the life support system on which humanity depends. The field of design has contributed to the creation of such complex socio-ecological problems, but it is also adapting as a source of solutions. Design Thinking and Eco-Innovation are tools with an approach that could help create such solutions and contribute to strategic sustainable development. As creativity and the approach of the designer become a necessity to solve problems for business in an increasingly complex world, eco-innovation in business is more important than expected to grow more and more but respecting the environmental environment.

Keywords: *Innovation, design thinking, life cycle, eco-innovation, sustainable development, sustainability.*

1. Introducción

El design thinking se empezó a desarrollar de forma teórica en la Universidad de Stanford en California (EE. UU.) a partir de los años setenta, y su primera aplicabilidad con fines lucrativos como «design thinking» la llevó a cabo la consultoría de diseño IDEO, siendo hoy en día su principal precursora [1]. Se ha erigido en los últimos tiempos como herramienta de gran utilidad enfocada a fomentar la innovación en las organizaciones de una forma eficaz y exitosa [2]. Design thinking se identificó como un enfoque posible que podría ayudar a crear soluciones a la estabilidad de la Tierra y contribuir al desarrollo sostenible estratégico [3]. Se considera una forma de lidiar con la mayor complejidad de la empresa, podría argumentarse que el design thinking aumenta en importancia y utilidad cuanto más avanzado esté el camino desde el «diseño ecológico» hasta las «soluciones de progreso», juega un papel importante en la práctica sostenible en el futuro [4].

Gracias a su aplicación, se generan importantes beneficios en el diseño de soluciones, permitiendo a las empresas obtener mejores resultados en su comercialización. Los negocios enfocados en los resultados de la eco-innovación del design thinking, junto con la creciente evidencia de un vínculo entre el rendimiento financiero, la práctica sostenible y diseño, tal vez también hay una oportunidad para vincular un enfoque de la sostenibilidad con la innovación práctica [4]. Tradicionalmente, los diseñadores a menudo expresan ideas conceptuales como varias declaraciones verbales, lo que lleva a un proceso ad-hoc que dificulta la capacidad de innovación del desarrollo de productos. El design thinking no es una decisión única, un método basado en ciertos algoritmos fijos para optimizar el resultado del diseño; ni es una teoría de diseño exacta que impone una visión normativa hacia el proceso de diseño. Más bien, es un marco independiente del dominio basado en bases bien establecidas definiciones en lógica, epistemología y estudios filosóficos [5].

En las últimas décadas, el desarrollo del diseño y los objetivos vinculados han cambiado drásticamente desde la aplicación limitada como estilo, para diseñar la integración en el proceso empresarial más allá del nuevo nivel avanzado de uso del diseño como transformación del negocio [6]. Los

cambios externos son las razones básicas para la búsqueda continua de nuevos métodos y herramientas para enfrentar ciclos de vida de productos más cortos, rivalidades intensas, problemas de diferenciación de productos, requisitos de financiación incrementados en desarrollos rurales tradicionales, ciclos económicos, desafíos de competitividad global y cambios en los aspectos sociales y ambientales —conciencia—. Los métodos comerciales tradicionales, basados en la única contracción continua de los costos y el aumento de la eficiencia, no son ilimitados y conducen a resultados comerciales problemáticos y a una pérdida de competitividad a largo plazo.

Conceptos tales como el design thinking y la eco-innovación están entrando notablemente en el entorno empresarial mediante nuevas aplicaciones conceptuales para fomentar el orden en el caos externo. Las políticas nacionales de innovación, el apoyo financiero y los sistemas educativos todavía no se han puesto al día, particularmente en Ecuador, donde el pensamiento comercial tradicional y las industrias de bajo valor agregado están ampliamente presentes.

La eco-innovación es un concepto que apunta a unir los intereses de la industria y las empresas con los de la sostenibilidad, identificados por la Unión Europea para la transición a una economía más eficiente en el uso de los recursos. En especial si se requiere aumentar la rentabilidad a lo largo de la cadena de valor, es así que se mira cada eslabón dentro del ciclo de vida para aprovechar todo el potencial de la eco-innovación.

Pensar desde la perspectiva del ciclo de vida significa considerar todas las fases del ciclo de vida del producto, enfoque que permite a las empresas evaluar dónde se puede hacer un progreso significativo frente a los principales desafíos que enfrenta la industria, anticipar y evitar futuros y la eco-innovación pueden ayudar a transformar estos desafíos en nuevas oportunidades de mercado.

Como consumidores, comenzamos a modificar nuestro comportamiento y empezamos a comprar servicios en lugar de productos, fortaleciendo la participación del sector privado en la promoción de la transición hacia una economía más eficiente en el uso de los recursos y las prácticas de consumo y producción sostenibles. Innovados y probados, los materiales, tecnologías y procesos adecua-

dos para cumplir los requisitos de los productos y servicios, permiten obtener un efecto positivo en la reputación de la compañía.

Las empresas eco-innovadoras, tienen cada vez más posibilidades de atraer recursos. Los gobiernos locales y las instituciones de todo el mundo proporcionan fondos y préstamos a empresas con sólidos enfoques de sostenibilidad, para estimular la innovación social y ambiental dirigida a las PYMES. Estos van desde fondos para I+D hasta nuevas tecnologías y otras actividades relevantes. También se pueden obtener subvenciones a nivel nacional y regional para probar productos y llevarlos al mercado.

2. Metodología

El «design thinking» se presenta como una metodología para desarrollar la innovación centrada en las personas, ofreciendo una lente a través de la cual se pueden observar los retos, detectar necesidades y, finalmente, solucionarlas [2]. Es un proceso de innovación centrado en el ser humano que enfatiza la observación, la colaboración, el aprendizaje rápido, la visualización de ideas, el prototipo rápido de creación de conceptos y el análisis simultáneo del negocio, lo que influye finalmente en la innovación y la estrategia [7].

En otras palabras, el «design thinking» es un enfoque que se sirve de la sensibilidad del diseñador y su método de resolución de problemas para satisfacer las necesidades de las personas de una forma que sea tecnológicamente factible y comercialmente viable [2]. Es un concepto cuya metodología se ha venido implementando gradualmente en los últimos años en diferentes empresas como una forma de crear productos y servicios que tiendan a satisfacer de mejor manera las necesidades de los usuarios, haciéndolos parte activa del proceso de creación [8].

La importancia y el protagonismo de éste se ha empezado a evidenciar en la actualidad relacionado directamente con la innovación y creatividad de sus productos, llegando a ser capaz de cambiar las reglas de mercado como es el caso de Apple con el diseño de sus smartphones [8]. La necesidad de las organizaciones hoy en día es crear nuevos modelos, dejando atrás las formas tradicionales para buscar diferenciarse en el mercado y ser más competitivos; el design thinking es un concepto que va

muy ligado a los diseñadores y a sus formas de solucionar problemas [8].

Según Tim Brown, actual CEO de IDEO, el design thinking: «Es una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado» [1].

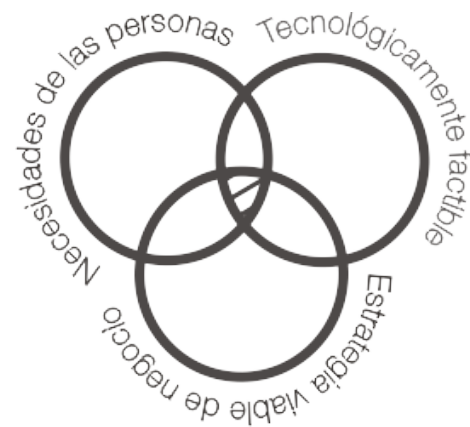


Figura 1. Mapa design thinking [8].

Empresas como Apple, Google o Zara utilizan esta metodología. Al ser un gran generador de innovación, se puede aplicar a cualquier campo; desde el desarrollo de productos o servicios hasta la mejora de procesos o la definición de modelos de negocio. Su aplicabilidad tiene como límites nuestra propia imaginación.

Durante los últimos años, Ecuador se ha caracterizado por ser un país emprendedor y ha ocupado los primeros lugares en el proyecto global entrepreneurship monitor (GEM), en donde los resultados mostraron que Ecuador tiene un alto nivel de emprendimiento; sin embargo, las cifras muestran que 1 de cada 3 adultos inician trámites para establecer un negocio y estos proyectos tienen una vida de 42 meses. Lorena Troya, diseñadora y máster en creatividad, innovación y design thinking, asegura que los emprendedores deben recurrir a nuevas herramientas que no únicamente exijan calidad, sino que el usuario se identifique con la marca y el valor de la misma y, por consiguiente, le permita ganar espacio en el mercado. En este contexto, tanto los emprendedores como empresas tienen que recurrir a nuevas formas de

concebir productos e innovar ante las exigencias del mercado [9].

Gracias al pensamiento de diseño se desarrollan proyectos desde una triple perspectiva: viable, factible y deseable, de modo que genera un triple impacto positivo tanto en la empresa u organización como en el cliente o usuario [10] además de perfeccionar el proceso creativo de desarrollar propuestas de valor sostenibles y mejorar el negocio en general [11].

El pensamiento de diseño es un enfoque adecuado para negocios sostenibles en combinación con mapeo de valor. Los prototipos conceptuales del pensamiento de diseño también apuntan a su beneficio potencial para una amplia gama de otras herramientas de gestión, conjuntos de herramientas y talleres dentro del negocio [11].



Figura 2. Perspectivas del pensamiento de diseño [10].

El design thinking es una forma de pensar, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Forma de pensar del design thinking [1].

Colaborativa	Especialmente con otras personas que tengan experiencias diferentes y complementarias.
Abductiva	Inventando nuevas opciones para encontrar novedosas soluciones a nuevos problemas.
Experimental	Construyendo prototipos, planteando hipótesis, poniéndolas a prueba y la iteración de esa actividad para encontrar lo que funciona y lo que no funciona para gestionar el riesgo.
Personal	Teniendo en cuenta el contexto particular de cada problema y las personas involucradas.
Integrativa	Percibiendo todo un sistema y sus vínculos.
Interpretativa	La elaboración de la forma de encuadrar el problema y juzgar las posibles soluciones.

Las personas con un pensamiento de diseño se caracterizan por tener estas 5 cualidades:

- son capaces de generar empatía;
- disponen de un pensamiento integrador y global;
- gustan de la experimentación como un método de trabajo;
- disfrutan el trabajo en colaboración con los demás;
- son optimistas.

Durante el proceso se desarrollan técnicas con un gran contenido visual y plástico. Esto hace que se ponga a trabajar la mente creativa como la analítica, dando como resultado soluciones innovadoras y a la vez factibles [1]. Para comenzar a utilizar la metodología es muy importante preparar estos cuatro puntos:

Los materiales.- Los usados en las técnicas de design thinking están al alcance de cualquiera: rotuladores, hojas de papel, notas adhesivas, lápices de

colores, pegamento y una cámara de fotos. Serán nuestras herramientas para promover la comunicación visual, que es fundamental en la metodología. Una imagen vale más que mil palabras y, lo que es más importante, una imagen puede evocar un sinnúmero de ideas, ya que da pie a la interpretación.

El equipo.- En el design thinking es imprescindible trabajar en equipo. Cuanto más diverso sea, mejor. Así se podrá sumar puntos de vista, conocimientos y experiencia. Es imprescindible que haya al menos una persona con conocimientos sobre la metodología que sepa guiar el proceso. Y aunque debe tener un núcleo estable de personas que participen hasta el final, se podrán sumar otras dependiendo de la fase en la que nos encontremos. Por ejemplo, en la generación de ideas o en la prueba de prototipos.

El espacio.- Durante el proceso se necesitará un espacio de trabajo, aunque también se desarrollarán técnicas fuera de él. Se debe buscar un sitio lo suficientemente amplio para trabajar en torno a una mesa, con paredes libres donde pegar la información que se vaya generando

La actitud.- En el design thinking es imprescindible la actitud. Se debe adoptar la que se denomina «actitud del diseñador». Ser curioso y observador. En cualquier detalle se puede encontrar información trascendente. Perder el miedo a equivocarse, y ver los errores como oportunidades [1].

Fases del desing thinking

El proceso de design thinking se compone de cinco etapas. No es lineal. En cualquier momento se podrá ir hacia atrás o hacia delante si fuera necesario, saltando incluso etapas no consecutivas. Se comenzará recolectando mucha información, generando una gran cantidad de contenido, que crecerá o disminuirá dependiendo de la fase en la que se encuentre.

Definición del reto

Parece muy raro, pero no lo es tanto, antes de empezar a innovar, se tiene que tener claro hacia dónde se quiere innovar, esto es lo que se denomina el «reto» [12]. Hacia dónde se va a centrar los esfuerzos de innovación con el equipo, porque hay que tener en cuenta que no se puede arreglar el mundo en unas semanas y los problemas de la empresa tampoco, pero sí permite agilizar los resultados y

obtener propuestas diferenciales [12]. Se debe definir el reto hacia el que se va a orientar, pero sin crear productos y servicios innovadores todavía, se debe confiar en el proceso. A lo largo del proceso se irá afinando ese contenido hasta desembocar en una solución que cumpla con los objetivos del equipo. Y, seguramente, incluso los supere.



Figura 3. Esquema gráfico del proceso de pensamiento de diseño [1].

Empatizar - observar al usuario

El proceso de design thinking comienza con una profunda comprensión de las necesidades de los usuarios implicados en la solución que se está desarrollando, y también de su entorno. Se debe tener la capacidad de ponerse en la piel de dichas personas para ser capaces de generar soluciones consecuentes con sus realidades [1]. Las personas suelen mentir mientras más hablan, a veces de forma consciente y otras de forma inconsciente, la razón es porque no se acuerdan o porque fingen determinados detalles que a otros les puede parecer una tontería. El cerebro a veces juega malas pasadas [12].

Así que la clave de esta fase es el trabajo de campo, si se quiere poner realmente en la piel del cliente se necesita «pasar por donde él pasa» física y emocionalmente, cuanto más emocional el producto/servicio, más necesario es involucrarse a fondo [12]. Se tiene que observar a las personas qué hacen, qué dicen y después entrar en profundidad con ellos sobre por qué. En esta fase existen varias herramientas que pueden ayudar al desarrollo de la misma, por ejemplo, se tiene:

- Mapa mental

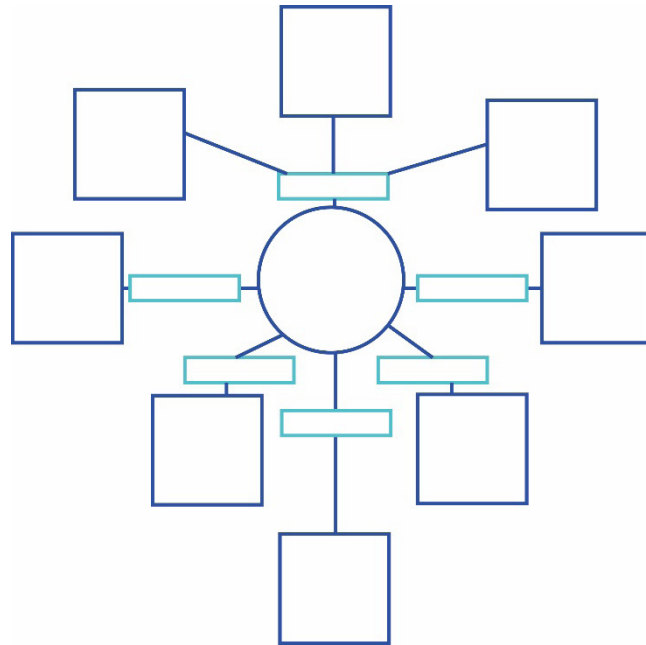


Figura 4. Ejemplo de modelo gráfico de mapa mental.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- 5 por qué

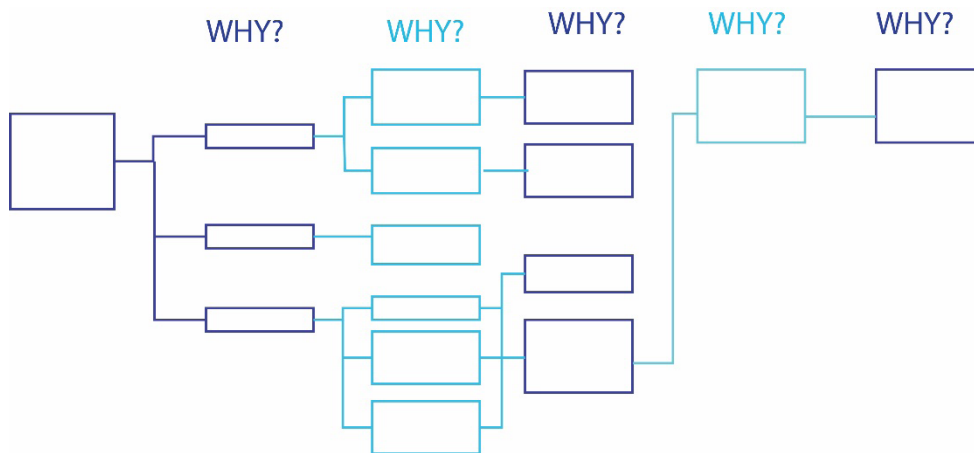


Figura 5. Ejemplo de modelo gráfico de diagrama de 5 por qué.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- Scamper

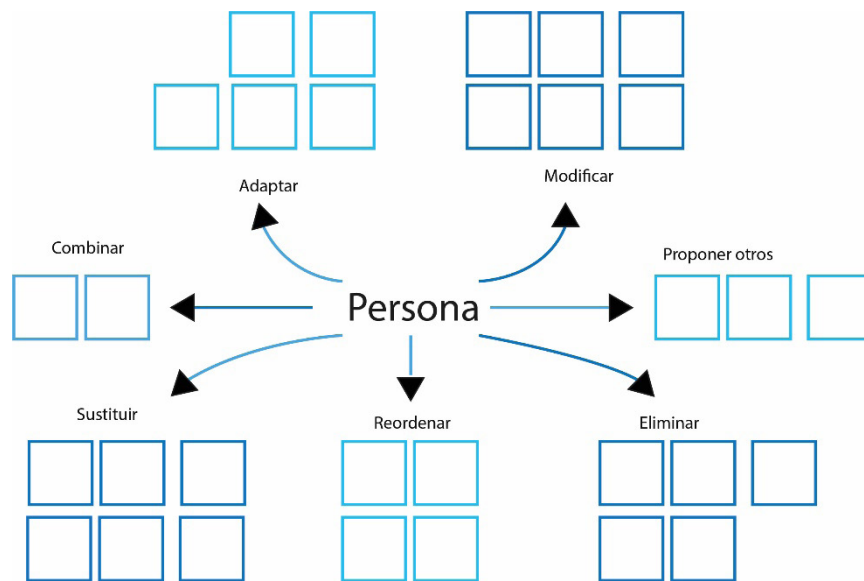


Figura 6. Ejemplo de modelo gráfico de diagrama Scamper.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- Mapa de empatía



Figura 7. Ejemplo de modelo gráfico de mapa de empatía.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Definir o entender el problema

Durante la etapa de Definición, se debe cernir la información recopilada durante la fase de Empatía y quedarnos con lo que realmente aporta valor y nos lleva al alcance de nuevas perspectivas interesantes. Identificaremos problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado

innovador [1]. En esta fase se maneja una cantidad grande de información y si ésta es inmanejable se debe resumirla en un único problema, al que debemos buscarle solución. Puede ser grande o pequeño, pero uno [12]. En esta fase se utilizan herramientas, tales como:

- Diagrama causa-efecto

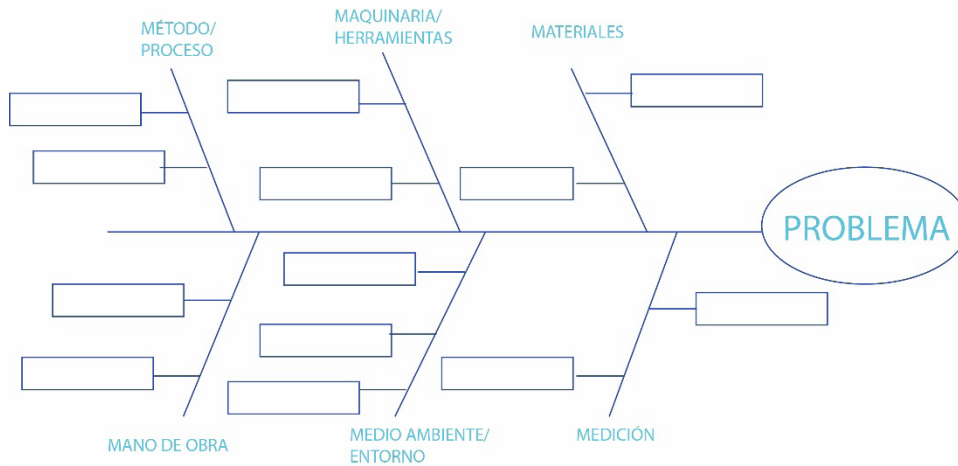


Figura 8. Modelo gráfico de diagrama de causa-efecto.

Fuente: elaboración propia de los autores.

- Método de pesos ponderados

FACTOR	PONDERACIÓN DEL FACTOR	ALTERNATIVAS			
		A	B	C	D

Figura 9. Ejemplo gráfico de método de pesos ponderados.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- Satura y agrupa, o «clustering»



Figura 10. Ejemplo gráfico de herramienta ideas satura y agrupa.

Recuperado de <https://i.ytimg.com/vi/yy2qCkIBkWY/hqdefault.jpg>

Idear

Después de haber tenido toda la creatividad del grupo encerrada para que no rompiera el proceso, ahora es el momento de dejarla salir. La etapa de Ideación tiene como objetivo la generación de un sinfín de opciones. No debemos quedarnos con la primera idea que se nos ocurra. En esta fase, las actividades favorecen el pensamiento expansivo y debemos eliminar los juicios de valor [1]. El proceso incluye dos etapas:

Generar el máximo número de ideas posibles. Hay que buscar los extremos, para generar ideas radicales para solucionar la causa: qué pasaría si quitáramos determinados elementos de la ecuación; si cambiamos tiempo y espacio.

Filtrar y elegir las ideas más prometedoras que resuelvan mejor el problema. Atención, no descartemos ninguna idea en esta fase por motivos económicos. Lo importante es que encajen bien para solucionar el problema de nuestro usuario.

Prototipar

En la etapa de Prototipado volvemos las ideas realidad. Construir prototipos hace las ideas palpables y nos ayuda a visualizar las posibles soluciones, poniendo de manifiesto elementos que debemos mejorar o refinar antes de llegar al resultado final. Se tiene que tangibilizar la idea brillante que he-

mos seleccionado y que va a resolver el problema de los usuarios. Una forma de prototipar productos es con impresoras 3D, o a través de maquetas.

Testear

Durante la fase de Testeo se probará los prototipos con los usuarios implicados en la solución que se esté desarrollando. Esta fase es crucial y ayudará a identificar mejoras significativas, fallos a resolver, posibles carencias. Durante esta fase evolucionaremos nuestra idea hasta convertirla en la solución que estábamos buscando. Se tiene algo físico, una maqueta, un 3D, un video y se lo lleva al cliente porque así se notará cómo interactúa con el prototipo [12]. Toda esa información permitirá volver a mejorar el producto o servicio que se esté creando. Se utiliza herramientas como:

Prototipado de la experiencia.- Validar la experiencia del usuario con respecto al uso del producto o servicio, Se pedirá a un usuario o grupo de usuarios que hagan uso de un prototipo, debiendo narrar su experiencia. Sus impresiones y satisfacción con respecto a cómo el prototipo cubre sus necesidades [1].

Prototipado en bruto.- Agilizar la definición de ideas o posibles soluciones, éste implica acompañar la explicación de una idea con el desarrollo de prototipos rápidos con cualquier material que se encuentre alrededor. Ayuda a mejorar la interac-

ción entre los miembros del equipo y a llegar a definiciones más concisas de las ideas a desarrollar.

La eco-innovación es el desarrollo y la aplicación de un modelo empresarial, conformado por una nueva estrategia comercial, que incorpora la sostenibilidad en todas las operaciones comerciales basadas en el concepto de ciclo de vida y en cooperación con los socios de toda la cadena de valor. Implica un conjunto coordinado de modificaciones o soluciones novedosas para productos bienes/servicios, procesos, enfoque de mercado y estructura organizativa que conduce a un mejor rendimiento y competitividad de la empresa.

Los principales presidentes ejecutivos ya han identificado la necesidad de cambiar sus estrategias comerciales y señalar el cambio sistémico incorporando la sostenibilidad en la toma de decisiones central de una empresa e integrándola en todas las dimensiones comerciales.

Según UNEP, el ahorro compartido crea un precio más atractivo para el consumidor al aplicar el ciclo

de vida y trabajar con socios en toda la cadena de valor, las empresas pueden lograr ahorros compartidos a partir de un conjunto de actividades coordinadas, por ejemplo, diseño y procesos de productos y componentes, distribución, estructura organizativa y métodos [13]. Los ahorros de estas medidas pueden dar como resultado precios más bajos para los clientes que conducen a precios minoristas más atractivos.

La innovación verde enfatiza la innovación hacia la sostenibilidad, contribuyendo a los esfuerzos en reducir las cargas ambientales. Las innovaciones sostenibles son invenciones que proporcionan un progreso esencial con respecto a las preocupaciones sociales, económicas y ecológicas [14]. Estos esfuerzos incluyen desarrollar tecnologías y productos que ayudan a ahorrar energía y materias primas, utilizar la energía de manera eficiente e implementar empaques biodegradables [15]. La innovación verde está asociada positivamente con las empresas que mantienen una ventaja competitiva llamada competencias centrales verdes [16].



Figura 11. Condiciones para la eco-innovación [17].

A través de este método, las empresas eco-innovadoras crean valor para el negocio, el medio ambiente y la sociedad en general. El resultado es una empresa más flexible, capaz de responder a las cambiantes tendencias del mercado con nuevas soluciones por delante de sus competidores. El valor agregado de la eco-innovación se detalla con los cinco impulsores del negocio:

1. acceso a mercados nuevos y emergentes;
2. aumento de la rentabilidad a lo largo de la cadena de valor;
3. mantenerse a la vanguardia de los estándares y la normativa;
4. atraer inversión; y,
5. aumento de la productividad y la capacidad técnica [17].

3. Resultados

Muchos países en desarrollo tienen un gran número de consumidores sensibles a los precios, que buscan productos asequibles y duraderos para satisfacer sus necesidades cotidianas. La eco-innovación también implica la colaboración con otros socios en toda la cadena de valor, brindando oportunidades para acceder a conocimientos y redes.

La eco-innovación es estratégica, al igual que sus decisiones con respecto a futuros productos, soluciones o servicios y su aplicación puede ayudar a desarrollar soluciones personalizadas para satisfacer la creciente demanda del mercado por delante de sus competidores; así las empresas pueden mejorar la vida de las personas ofreciendo bienes y servicios de bajo costo, mejor calidad y más sostenibles.

Specialized Solar Systems es una empresa que proporciona soluciones de energía renovable para satisfacer la demanda del mercado de las comunidades rurales en África con acceso limitado o nulo a la energía. También apunta a cambiar las normas en los patrones de consumo de electricidad. La empresa despliega *kits* de microrredes alimentadas con energía solar y modifica los electrodomésticos para usar la corriente continua, siendo paneles efectivos por 20 años. Proporciona además una capacitación gratuita para garantizar el mantenimiento local directo a través de una asociación con el gobierno local y las instituciones de investigación técnica.

Natura es una empresa de Brasil cuya estrategia comercial se basa en la innovación para la sostenibilidad y la diferenciación del mercado a través de sus innovaciones en la línea de productos para el cuidado del cuerpo y el baño. Propuso un nuevo producto que reduce los impactos a lo largo de su ciclo de vida mediante la innovación de la fórmula de los ingredientes, el empaquetado a lo largo de la cadena de suministro. Se utilizó menos material y se mejoró y optimizó el tiempo de fabricación y el transporte. Tiene una nueva forma de trabajar con los proveedores, seleccionándolos no sobre la base de su oferta de precio más baja, sino más bien a los costos más bajos que tienen sus productos en el medio ambiente y la sociedad está constantemente expandiendo el programa de abastecimiento estratégico.

Se prevé que la demanda de productos y servicios sostenibles crecerá significativamente en todo el mundo y Ecover, pequeña empresa emprendedora fabricante de productos ecológicos de limpieza en Bélgica, aprovechó la oportunidad de esta creciente demanda. Comenzó con mejoras en el reemplazo de ingredientes, empaquetado y opciones de reabastecimiento, innovando en todas las dimensiones de su negocio. Algunos detergentes son efectivos en un lavado con agua fría y la empresa aprovechó esta oportunidad innovadora para utilizarlo en la limpieza de edificios públicos.

Cada vez más los gobiernos, en muchos países y en todos los niveles, están utilizando la contratación pública sostenible para impulsar la innovación hacia mejoras ambientales y sociales en sus mercados. Los criterios de sostenibilidad en las adquisiciones se han convertido en un enfoque corporativo clave para garantizar la resiliencia, la continuidad y la calidad del suministro.

Kering es una empresa que usa contabilidad de pérdidas y ganancias ambientales para colaborar con proveedores de una nueva, midiendo y monetizando la huella de una compañía en toda la cadena de suministro, cambiando la forma en que el grupo trabaja con los proveedores.

Para esto se recomienda usar una estrategia comercial, la que busca cambiar los patrones de consumo de los bienes de consumo y responder a la demanda del mercado de los fabricantes de productos, los minoristas y los consumidores finales por un embalaje reducido. El uso del dispensador crea ahorros compartidos para la mayoría de los

actores en la cadena de valor. Los fabricantes de productos pueden eliminar la necesidad de un embalaje individual, ahorrando costos de casi el 80% en comparación con los envases individuales convencionales. El transporte se puede optimizar logrando así un valor alto de confiabilidad con bajo consumo de recursos.

Además, UNEP indica que la escasez y el agotamiento de los recursos no renovables están haciendo subir los precios [13]. Sin embargo, al mismo tiempo, podría recuperarse un 30% más de materiales que hoy en día se emplean. Las empresas de todos los tamaños están innovando para encontrar soluciones alternativas y crear sistemas que reduzcan la dependencia de ciertos materiales y recuperen otros. Dichos sistemas se desarrollan más fácilmente en asociación y colaboración con proveedores y otras compañías, organizaciones locales o instituciones académicas. Encontrar soluciones y sistemas alternativos permite a las empresas construir una cadena de mayor valor económico, social y ambiental. En las economías emergentes y en desarrollo, el potencial de crecimiento y uso de tales sistemas es mayor ya que las empresas no están atrapadas en los sistemas de fabricación o de infraestructura existentes. Las empresas en estos países tienen la posibilidad de transformar sus modelos de negocios y beneficiarse de los mercados no explotados.

Al realizar estos cambios en la cadena de valor se obtienen muchos beneficios, tales como:

- nuevas soluciones innovadoras para puntos críticos medioambientales, económicos y sociales = mayor capacidad de recuperación y valor añadido;
- uso optimizado de transporte y materiales;
- ahorro acumulado de la eficiencia operativa;
- costos compartidos de asistencia técnica y difusión de información;
- fortalecimiento de la capacidad organizativa para la colaboración y el intercambio de información; y
- conocimiento mejorado de ventajas, tales como tecnología.

Así, por ejemplo, se puede hacer referencia del programa mexicano de suministro ecológico, mismo que se jactó de una tasa de creación de valor

positiva para las empresas participantes. Para [18] este programa mexicano de suministro ecológico fue un proyecto de demostración público-privado entre autoridades federales y locales mexicanas y un grupo de grandes empresas para desarrollar un mecanismo innovador y replicable para involucrar a las PYMES. El desempeño sostenible basado en el enfoque de colaboración de la cadena de valor ha resultado en beneficios económicos y ambientales mutuos para todas las partes involucradas.

Los proyectos que se centraron en los esquemas de colaboración produjeron beneficios económicos significativamente más altos que los basados en intervenciones singulares con una amortización promedio de un año o menos. Alrededor del 94% de los proyectos implementados en el programa condujo a la creación de valor positivo para las empresas. Este proyecto también demostró que la cooperación de la cadena de suministro fortaleció la capacidad organizativa de las empresas para la colaboración y el intercambio de información y, al mismo tiempo, creó ventajas tangibles basadas en el conocimiento. El costo de la asistencia técnica también podría compartirse, y por lo tanto reducirse.

Ahora, pasando al tema de políticas verdes, en los últimos años se ha notado que el paisaje político está cambiando, una gama de nuevas iniciativas políticas se está desarrollando para alentar la incorporación de enfoques basados en el ciclo de vida que promuevan el mejoramiento ambiental y social de productos y negocios [13]. Por ejemplo, Francia, seguida de la Unión Europea, está considerando medidas relacionadas con la evaluación y la comunicación de la huella ambiental de productos y organizaciones en función de varios indicadores del ciclo de vida. Se pueden ver otros ejemplos alrededor del mundo en Japón, Brasil, Túnez y Tailandia. Esto será de extrema importancia para las empresas y sus respectivas cadenas de suministro repartidas por todo el mundo. En la UE, las directivas como REACH (registro, evaluación, autorización y restricción de productos químicos) para uso químico afectan a una amplia gama de fabricantes, importadores y exportadores en muchos sectores. Su cometido cubre una variedad de productos, desde componentes químicos para su venta posterior hasta productos terminados, como ropa, muebles o artículos de plástico. La directiva WEEE (desperdicio de aparatos eléctricos y elec-

trónicos) transfiere la responsabilidad de la fase posterior al uso al productor y al RoHS (restricción del uso de sustancias peligrosas). La dirección restringe el uso de ciertas sustancias en los productos.

Este tipo de regulaciones ha sido un fuerte impulsor de la innovación ecológica en una variedad de sectores, incluidos los textiles, la agroalimentación y la electrónica. Regulaciones similares también se han implementado en países como Corea del Sur, China y Argentina. La tendencia también es notable en otras regiones, donde muchos gobiernos han promovido un aumento en la regulación ambiental y normas técnicas centradas en el producto en los últimos 3 a 5 años. Por ejemplo, en el área de medio ambiente, salud y seguridad, aproximadamente 500 regulaciones adicionales fueron adoptadas en 2012 en comparación con 2009.

Así, por ejemplo, Multibax aprovecha la oportunidad de una creciente demanda de bolsas biodegradables. La compañía tailandesa Multibax está duplicando con creces su capacidad de producción para su nueva línea de bolsas biodegradables debido a la fuerte demanda internacional. Multibax bio bag ha pasado varios estándares internacionales de biodegradabilidad, como ASTM 640054, lo que les permite vender sus productos a Europa, Estados Unidos, Medio Oriente, Australia y Sudáfrica. Hay pocas empresas capaces de cumplir con los estrictos estándares de embalaje biodegradable que permitieron a Multibax aprovechar esta demanda y entrar en los mercados internacionales. La compañía desarrolló una bolsa de plástico biodegradable junto con universidades locales y agencias gubernamentales. Basándose en el análisis de la información y la tecnología disponibles, Multibax formuló la composición de las bolsas centrándose en la materia prima abundante localmente, y luego creó una red con investigadores externos para desarrollar su propia resina de base biológica para las bolsas. Dado que la demanda en el mercado nacional aún no es suficiente para estas líneas de productos, la compañía está basando su estrategia en aumentar las exportaciones.

3.1. Discusión

La innovación para la sostenibilidad implica construir una capacidad de recuperación a largo plazo que aumente el atractivo comercial de una empresa. Los inversores a largo plazo están descubriendo que las inversiones que abordan los desafíos de la

sostenibilidad pueden ofrecer retornos financieros atractivos y reducir los riesgos futuros. De hecho, el ángulo de la sostenibilidad agrega atractivo para cualquier inversor que se vincule con la reputación y el valor de marca, así como una mayor correlación con la resiliencia del proyecto, particularmente a largo plazo. Esto se demuestra por el hecho de que la información sobre el desempeño de sustentabilidad de las empresas ahora es cada vez más demandada por las bolsas de todo el mundo.

En países como Corea, Brasil, India, China y Sudáfrica, los programas gubernamentales se centran en la investigación y el desarrollo del conocimiento y la tecnología relacionados con la eco-innovación. En Malasia, Filipinas, México, Canadá, Reino Unido, Japón, Australia, Nueva Zelanda, los Estados Unidos y Tailandia, los gobiernos ofrecen programas de financiación para ayudar a las PYMES a emprender proyectos de sostenibilidad e innovación.

La Agencia Nacional de Innovación en Tailandia está proporcionando emparejamiento entre bancos y PYMES con el fin de proporcionar esquemas de financiación para iniciativas eco-innovadoras, mientras que la Comisión Europea proporciona un gran número de subvenciones que promueven específicamente la eco-innovación a nivel de las PYMES.

Natura se ha beneficiado de la financiación y el apoyo. La empresa brasileña recibió 43 millones en 2012 específicamente para innovación, capacitación, logística y tecnología de la información de instituciones nacionales. La empresa estableció alianzas de investigación con proveedores, productores locales y ONG que les ayudaron a obtener financiamiento.

En algunos países, los fondos de pensiones y los bancos están invirtiendo en empresas y proyectos con un enfoque y objetivos de sostenibilidad a largo plazo. Nigeria fue el primer país del mundo en lanzar los principios de banca sostenible en 2012. Exigen que los bancos equilibren los riesgos ambientales y sociales de sus inversiones, cuya adopción e implementación son obligatorias. El lanzamiento de la iniciativa ha abierto un nuevo mercado en servicios de sostenibilidad para empresas locales y extranjeras

Triodos Bank duplicó su tamaño debido al aumento de capital para iniciativas de sostenibilidad. La estrategia de inversión demuestra el creciente inte-

rés financiero en compañías eco-innovadoras. En un momento en que la mayoría de las instituciones financieras han experimentado dificultades, el banco se ha duplicado debido al aumento de capital disponible para iniciativas de sostenibilidad. La estrategia de inversión se dirige a las empresas que demuestran un enfoque integrado de sostenibilidad, evaluado según criterios rigurosos a lo largo de toda su cadena de suministro.

La financiación colectiva y fusiones, canalizan el financiamiento directamente de las personas a las empresas. Un método cada vez más popular de atraer inversiones para ideas y proyectos de eco-innovación es a través de organizaciones de financiación colectiva. Éstas conectan a los inversores individuales con las empresas y han ganado un impulso significativo en los últimos años. Las empresas ecológicas son atractivas a las adquisiciones, fusiones y asociaciones ya que se han creado como marcas sólidas como resultado de la eco-innovación. Esto lleva a un aumento en el valor para las compañías haciéndolas candidatas atractivas y potenciales.

Una serie de pequeñas empresas innovadoras muy valoradas han sido compradas por grandes compañías. Algunos ejemplos incluyen la compañía de bebidas Innocent que fue adquirida por la multinacional estadounidense Coca Cola. También ha habido un aumento significativo en el interés de las corporaciones para crear o financiar compañías subsidiarias especializadas en innovación y tecnología limpia. Estas adquisiciones son una indicación del crecimiento potencial para las empresas con modelos comerciales innovadores.

La eco-innovación implica un proceso de cambio organizacional que mejora el capital humano y social, que son activos clave de una empresa, donde aumenta la productividad y la capacidad técnica. La eco-innovación generalmente implica un impulso para el intercambio de información y la participación en los procesos de innovación de diferentes unidades dentro de su empresa, así como la adquisición de conocimiento mediante la colaboración con socios de la cadena de valor e institutos técnicos.

El aprendizaje resultante y el proceso creativo conducen a una mayor participación de los empleados, la capacidad técnica en las competencias clave y la base general de habilidades que se correlacionan

positivamente con la productividad de la empresa. El fabricante de productos ecológicos de limpieza Ecover observó que, a través del proceso de eco-innovación, sus socios aportaron diferentes pericias y perspectivas a la empresa que aumentaron su capacidad para desarrollar soluciones innovadoras para el mercado.

El grupo industrial mexicano KUO logró aumentar la productividad, reducir los costos y mejorar la eficiencia general de las operaciones en paralelo al desarrollo de su capacidad de investigación y desarrollo (I + D). KUO ahora comercializa componentes especializados basados en tecnología patentada, como materiales compuestos para neumáticos con características más sostenibles que se venden en mercados internacionales.

La cultura de trabajo de una empresa determina la fortaleza del capital social que puede afectar directamente el éxito de la empresa. Cada vez más empresas eco-innovadoras se dan cuenta de que aumentando el compromiso de los empleados, pueden crear fuerzas de trabajo más eficientes y productivas, estas empresas tienden a involucrar a su fuerza de trabajo en un proceso participativo de intercambio de conocimientos, capacitación y fomento de la comunicación bidireccional. El sentido de compromiso y satisfacción de los empleados lleva a una mejor retención de habilidades y una tasa de desgaste reducida que corresponde, a su vez, a una mayor productividad, rentabilidad y crecimiento de una empresa.

La compañía Ecover tiene un gerente de Innovación a largo plazo que colabora con todos los departamentos de la compañía. Esto está ayudando a impulsar el cambio dentro de la compañía, pero también a desarrollar capacidades internas en su núcleo. La empresa tiene una cultura de intercambio de información que alienta a los empleados a expresar sus ideas para impulsar la sostenibilidad y la innovación.

4. Conclusiones

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) son particularmente receptivas a la eco-innovación debido a su adaptabilidad y flexibilidad, y como contribuyentes de hasta el 70 por ciento del PIB, esta metodología es potencialmente un impulsor clave de una economía eficiente en el uso de los recursos.

Se puede aseverar que es de gran importancia introducir la eco-innovación a la cadena de valor, puesto que da muchos beneficios a la empresa, se puede lograr ahorros significativos de insumos y mano de obra a través de la optimización de diseños, procesos de producción, distribución, estructura organizativa y métodos. Los ahorros de estas medidas pueden dar como resultado precios más atractivos para los clientes que conducen a precios minoristas también más atractivos.

Esto sumado a estar delante de las regulaciones y normas ambientales, logrará que la industria tenga conciencia de la reducción del impacto ambiental que ha logrado y que la empresa se posicione y consolide como líder y referente de políticas medio ambientales por tener soluciones innovadoras para puntos críticos medioambientales, económicos y sociales, lo que equivale a una mayor capacidad de recuperación y valor añadido. Esta actitud permitirá estar a la vanguardia en procesos e innovaciones sustentables potenciando el crecimiento de la empresa, el reconocimiento a nivel internacional, pudiendo ser colaboradores de otras industrias, todo con el fin de crear una conciencia ecológica positiva tanto en las empresas como también en los consumidores.

Hay que aprovechar las nuevas políticas públicas que fomentan la eco-innovación, el asesoramiento y asistencia para las PYMES, líneas de crédito verde para compañías que demuestran una sólida visión de sostenibilidad. Donde los proveedores de servicios y otros expertos relevantes pueden brindar asesoramiento sobre lo que se debe considerar y cómo implementar las diferentes fases del proceso. La actual investigación permite ampliar futuros trabajos específicos para el sector industrial en el Ecuador.

Referencias

- [1] Dinngo, «Design thinking en español,» [En línea]. Available: <http://www.design-thinking.es/home/index.php>.
- [2] Innovation Factory Institute, «¿Qué es design thinking?,» 01 octubre 2013. [En línea]. Available: <https://www.innovationfactoryinstitute.com/blog/que-es-el-design-thinking/>.
- [3] H. Shapira, A. Ketchie y M. Nehe, «The integration of Design Thinking and Strategic Sustainable Development,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 277-287, 2017.
- [4] G. Young, «Design thinking and sustainability,» creative commons., Sidney, 2010.
- [5] S. Lu y A. Liu, «Innovative design thinking for breakthrough product development,» *The 10th International Conference on Axiomatic Design, ICAD 2016*, pp. 50-55, 2016.
- [6] T. Volkova y I. Jakobsone, «Design thinking as a business tool to ensure continuous value generation,» *Intellectual Economics*, pp. 63-69, 2016.
- [7] D. C. Chou, «Applying design thinking method to social entrepreneurship project,» *Computer Standards & Interfaces*, p. 73-79, 2017.
- [8] J. J. Isaza, «¿Qué es el design thinking?,» 16 Mayo 2016. [En línea]. Available: <http://bienpensado.com/que-es-el-design-thinking/>.
- [9] L. Briceño, «Caja Negra,» 02 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://lacajaneegra.com.ec/el-design-thinking-rompe-los-parametros-del-emprendimiento/>.
- [10] J. Sobejano, «Metodología Pensamiento de Diseño,» [En línea]. Available: <http://innodriven.com/metodologia/>.
- [11] M. Geissdoerfer, E. Kultink J y B. Nancy, «Design thinking to enhance the sustainable business modelling process- A workshop based on a value mapping process,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-23, 2016.

- [12] Á. Alba, «Guía Design Thinking en español para dummies: Como crear productos y servicios innovadores diferentes,» 03 Mazo 2015. [En línea]. Available: <https://innolandia.es/guia-design-thinking-en-espanol-para-dummies-como-crear-productos-y-servicios-innovadores-diferentes>.
- [13] UNEP, «The Business Case For Eco-innovation,» Nairobi, 2014.
- [14] E. Rosca, M. Arnold y J. C. Bendul, «Business models for sustainable innovation – an empirical analysis of frugal products and services,» *Journal of Cleaner Production*, pp. S133-S145, 2017.
- [15] D. Kammerer, «The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation.: Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany,» *Ecological Economics*, pp. 2285-2295, 2009.
- [16] Y.-S. Chen, «The driver of green innovation and green image–green core competence,» *Journal of business ethics*, pp. 531-543, 2008.
- [17] T. Bisgaard y K. Tuck, «The Business Case of Eco-Innovation,» 2014. [En línea]. Available: http://unep.ecoinnovation.org/wp-content/uploads/2017/06/UN_The_business_case_for_eco-innovation.pdf.
- [18] B. v. H. Thomas P. Lyon, «Evaluación del Programa de Cadenas de Suministro Verdes en México,» Gaceta de Economía, 2016.
- [19] S. Rovira, J. Patiño y M. Schape, «Ecoinnovación y producción verde,» Febrero 2017. [En línea]. Available: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40968/1/S1700072_es.pdf.

Sistemas de Gestión y su Importancia para el Desarrollo Sostenible

Management Systems and their Importance for Sustainable Development

Sandoval D.¹, Albuja D.²

¹ Universidad de Písa, Facultad de Ingeniería Civil e Industrial, Pisa, Italia
email: d.sandoval@studenti.unipi.it

² Universidad de las Américas, Dirección de Ciencias Físicas y Matemáticas, Quito, Ecuador
email: diego.albuja@udla.edu.ec

Información del artículo

Recibido: Julio 2020

Aceptado: septiembre 2020

RESUMEN

Los modelos del sistema de gestión, de carácter voluntario para las organizaciones, han comenzado a considerarse como una estrategia para alcanzar el éxito institucional y adoptar direcciones innovadoras. El establecer y gestionar estos modelos, independientemente, para una misma organización conlleva ciertas dificultades. Por lo que se preferiría que sea un sistema más lógico para brindar una visión global de todos los estándares, de manera que se logre integrar a todos. Los sistemas de gestión integrados pueden adecuarse a los requisitos de la organización, esto implica diversos estándares de sistemas de gestión. Por lo tanto, no existe un patrón frecuente preciso para dichos estándares globales. Estos sistemas de gestión proporcionan a las organizaciones una filosofía de gestión para que los procesos se manejen con éxito y logren los resultados deseados. Cuando la filosofía de gestión precedente es aplicada por la gerencia y los colaboradores, se forma una cultura corporativa. Las consecuencias de los sistemas de gestión integrados aplicados en el desarrollo sostenible de la organización se pueden clasificar en seis categorías: gestión, personas, mercado, producción, medio ambiente y salud y seguridad ocupacional.

Palabras clave: *sistemas de gestión, modelos de sistema de gestión.*

ABSTRACT

The models of the management system, of a voluntary nature for organizations, have begun to be considered as strategic to achieve institutional success and adopt innovative directions. Establishing and managing these models independently for the same organization entails certain difficulties. So, it would be preferable to be a more logical system to provide a global view of all standards, so that it is possible to integrate everyone. The integrated management systems can be adapted to the requirements of the organization, this implies different standards of management systems. Therefore, there is no precise frequent pattern for such global standards. These management systems provide organizations with a management philosophy so that processes are managed successfully and achieve the desired results. When the relevant management philosophy is applied by management and collaborators, a corporate culture is formed. The consequences of integrated management systems applied to the sustainable development of the organization can be classified into six categories: management, people, market, production, environment and occupational health and safety.

Keywords: *management systems, management system models*

1. Introducción

El desarrollo sostenible es entendido como un proceso con un alto grado de complejidad, donde se determina si el entorno en el que se relacionan los factores, ambientales, políticos, económicos y sociales son un entorno sostenible, y en el caso de que no sea sostenible implementar las estrategias necesarias para que el mismo se desarrolle de una manera que tenga menos impacto en el medio ambiente y, por ende, en la sociedad [1].

Las potencias mundiales y económicas son los principales explotadores de recursos y emanación de residuos contaminantes al medio ambiente, al igual que los países en vías de desarrollo que en su afán de crecer económicamente han incrementado la contaminación [1].

Los sistemas de gestión son de suma importancia para que la sociedad tenga un desarrollo sostenible —como por ejemplo un sistema de gestión medioambiental— son procesos cíclicos que se integran con una planificación, revisión, implementación y mejoras en los procesos y actividades de las organizaciones para alcanzar los objetivos de las políticas medioambientales [2].

La gestión sustentable es el asegurar la existencia y disponibilidad para el abastecimiento de recursos que logren cubrir las necesidades de las generaciones actuales y las del futuro. De la misma manera, es necesario que los sistemas de gestión cumplan con los factores del desarrollo sostenible que son: factores medioambientales, factores económicos y factores sociales [3].

En un mundo cada vez más competitivo impulsado por cambios rápidos, las empresas se enfrentan al desafío de perseguir el desarrollo sostenible a través de la innovación [4], los sistemas de gestión sostenibles se dirigen principalmente a disminuir el impacto ambiental, social y económico negativo de las empresas o sociedades en general, de esta forma las empresas o sociedades que implementen sistemas de gestión sostenibles en sus actividades, ya sean actividades económicas o actividades de la vida cotidiana, serán un elemento activo para la construcción del desarrollo de la sociedad [5].

En los últimos años, la estrategia de desarrollo sostenible para empresas es un tema importante en todo el mundo, en este sentido, existen 3 sistemas de gestión: ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001, que

son de mucha ayuda a las pequeñas y medianas empresas para crear ventajas competitivas sostenibles [6].

1.1. Revisión de la literatura

ISO 9001.- sistema de gestión de calidad

Esta norma conceptualiza los requisitos para poder mejorar la satisfacción del cliente por medio del cumplimiento de los requisitos y obligaciones legales de una organización. Las actividades importantes de la norma son los deberes, la autoridad y responsabilidades, organigrama, el uso adecuado de recursos, la interrelación de los procesos, mejora continua y documentación [7].

El objetivo principal del sistema es evitar los defectos o errores que puedan ocasionarse en el servicio o producto final, o disminuir a escalas aceptables mediante controles rápidos. Los beneficios externos aumentan la satisfacción y lealtad del cliente, el incremento de la participación del negocio en el mercado, la disposición para auditorías y el aumento del poder competitivo [7].

Boiral, concluye que la ISO 9001 puede originar beneficios tanto internos como externos a las organizaciones [8]. Como beneficios internos, el autor identificó mejoras en la gestión operativa (productividad, eficiencia y reducciones de costos), proceso mejorado y calidad del producto. Respecto a beneficios externos, la ISO 9001 contribuye a un mejor servicio al cliente, menos quejas con proveedores y ventajas de marketing [8].

En una perspectiva diferente, los beneficios de la certificación ISO 9001 son los más relevantes, es decir, producto mejorado en calidad, plazos de entrega cortos, reducción de costos, documentación del sistema mejorada y superior conciencia de la calidad [9].

ISO 14001.- Sistema de gestión ambiental

En la actualidad, los recursos se están terminando en un proceso inalterable, dado que todos los elementos que son parte del medio ambiente están amenazados de manera global. Sin embargo, varios Estados han preparado muchas regulaciones para poder disminuir el daño al medio ambiente [7].

La ISO 14001 es una norma internacional que indica las condiciones en que deben realizarse, a ma-

nera de un análisis de riesgos para cada peligro en cada etapa, desde el diseño hasta los procesos de consumo de los servicios o productos [7].

Además, que los sistemas de gestión ambiental pueden facilitar la implementación del GSCM (gestión de la cadena de suministro verde). En consecuencia, las empresas pueden tener una mayor propensión a expandir su enfoque más allá de sus límites organizacionales y utilizar las prácticas de GSCM para minimizar los impactos ambientales en todo el sistema [10].

La adopción de una certificación ISO 14001 actúa como herramienta de evaluación para proporcionar una valoración visual, monitorear el residuo de producción y desempeño ambiental dentro de la empresa [11].

Sistemas de gestión integrados (IMS)

Los sistemas de gestión integrados (IMS) son cada vez más importantes, pero las experiencias pueden diferir entre regiones y empresas de diferentes tamaños y sectores [12]. La integración de sistemas de gestión se conceptualiza como un conjunto de elementos vinculados que acceden a implantarse y conseguirse según la política y los objetivos de una organización, en lo que se refiere a los aspectos de calidad, seguridad y salud, medio ambiente u otras actividades [13].

Para que una empresa pueda efectuar las operaciones de una forma sistemática lo que debe hacer es cumplir con las leyes, mantener sistemas de gestión (MSS) y analizar limitaciones del cliente [7].

Tabla 1. Número de mss de documentación por años

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
ISO 9001	1 076 525	1 009 845	1 017 279	1 022 877	1 036 321	1 034 180	6 197 027
ISO 14001	239 880	243 393	260 852	273 861	296 736	319 496	1 634 218
ISO/ IEC/27001	15 626	17 355	19 620	21 604	23 005	27 536	124 746
ISO 50001	-	459	2236	4826	6765	11 985	26 271
ISO 22000	18 580	19 351	23 278	24 215	27 690	32 061	145 175

Existen varios puntos para la integración en las organizaciones:

1. Cada sistema que existe por su propia identidad en la institución se lo denomina sin integración [7].
2. La integración parcial se refiere, en el nivel de administración, a que los sistemas tienen que construirse de acuerdo con el desempeño del negocio [7].
3. La integración completa en cambio pierde la identidad y sobresale el único sistema multiuso. Los sistemas se formarán a nivel ejecutivo y operativo [7].

Los sistemas de gestión integrados se pueden implementar de acuerdo a las necesidades de la organización. Sin embargo, los IMS señalan que las normas ISO 9001 (sistema de gestión de calidad, QMS), ISO 14001 (sistema de gestión ambiental, EMS) y OHSAS 18001 (sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, OHS) son las que más se han investigado [7].

ISO 45001 (OHSAS 18001) - sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

Cada año, cerca de 2,3 millones de trabajadores tienen enfermedades y más de 6000 trabajadores pierden la vida. Las organizaciones cada vez tienen más interés en las prácticas de seguridad y salud ocupacional, debido a las regulaciones legales, las políticas y la seguridad de los empleados [14].

En la tabla 1 se indica el número de sistemas de gestión que la ISO difunde periódicamente y los cálculos de documentación.

En la figura 1 se observa el modelo ejemplar de sistemas de gestión integrados (IMS).

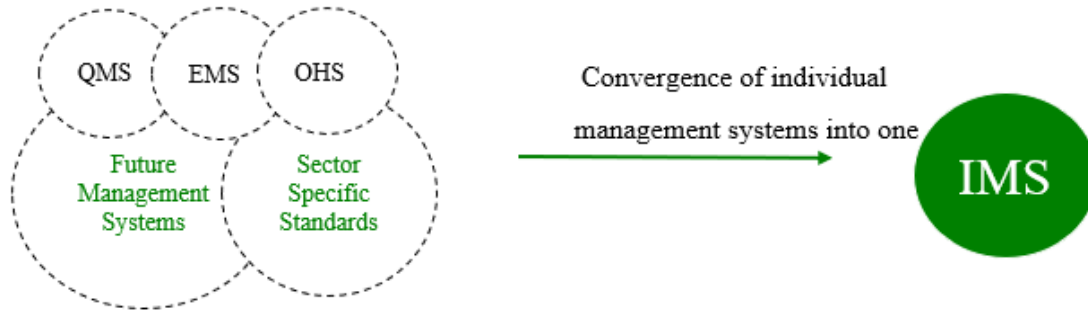


Figura 1. ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 IMS.

1.2. Modelos

Modelos sistema de gestión integrado (IMS)

ISO no publicó una norma de gestión integrada. Sin embargo, se han hecho investigaciones, 37 de 57 que se usan actualmente se pueden adaptar de una forma integrada en términos de definiciones, estructura y contenido. IMS puede intercambiar según las áreas de misión y visión, necesidades y actividad de las organizaciones [7].

Modelo de evolución de los sistemas de gestión

El modelo de evolución de los sistemas de gestión desarrolla una evaluación general de los cambios realizados por los sistemas de gestión en el tiempo y crea un nuevo modelo al calcular los dos modelos de integración. Este modelo consta de 3 fases: integración, racionalización y estandarización. Renfrew y Muir, consideran la norma ISO 9001 como un punto de inicio en IMS [7]. La evaluación de la conformidad implica un conjunto de procesos que muestran que su producto, servicio o sistema cumple con los requisitos de una matriz estándar [15].

En la figura 2 se observa un modelo de evolución de los sistemas de gestión de Renfrew y Muir.

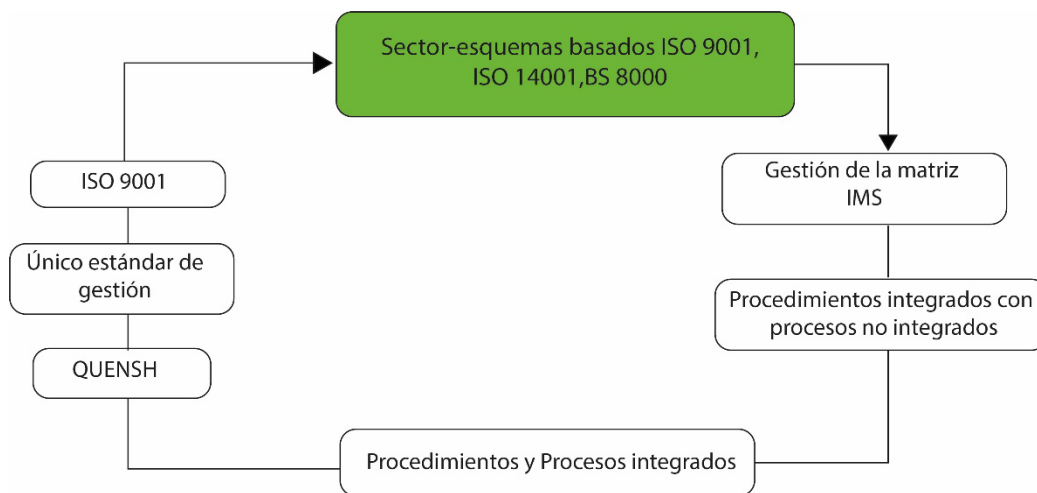


Figura 2. Modelo de evolución de los sistemas de gestión de Renfrew y Muir.

Modelo de excelencia de la fundación europea para la gestión de la calidad (EFQM).

El modelo de excelencia EFQM fue preparado por la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad en 1988 para mejorar los aspectos competitivos de las organizaciones europeas. El modelo de excelencia EFQM fue desarrollado de tal manera que puede ser empleado como un sistema de calidad por todo tipo de organizaciones sin importar las diferencias de sector y capacidad. La filosofía de este modelo se basa en la autoevaluación de las propias organizaciones.

Este método permite a las organizaciones identificar su situación actual y desarrollar nuevas estrategias para mejorar los procesos. EFQM incluye nue-

ve criterios, cinco de los cuales son habilitadores y los cuatro restantes son resultados. Estos criterios son liderazgo, estrategia, personas, asociaciones y recursos, procesos, productos y servicios, resultados de personas, resultados de clientes, resultados de la sociedad y resultados de rendimiento clave [7].

Vale la pena mencionar en este punto que el modelo de excelencia efqm no se desarrolló para la integración de sistemas de gestión. Sin embargo, los criterios sugeridos por efqm se superponen en gran medida con los mss. Por lo tanto, la integración es posible con referencia a los criterios efqm [7].

En la figura 3 se presenta el modelo de excelencia EFQM.

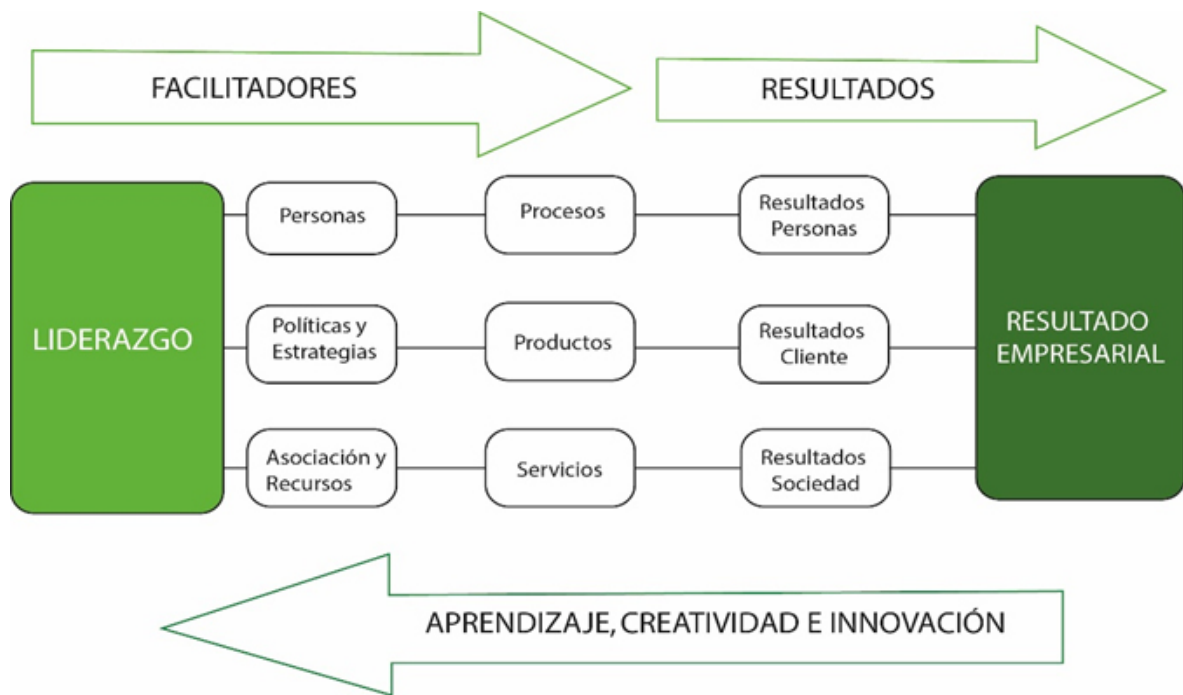


Figura 3. Modelo de excelencia EFQM.

Guía ISO 72

La guía 72 de ISO define todos los elementos comunes de MSS y propone un cierto orden racional para los IMS. Por lo tanto, es posible desarrollar, revisar, comparar y revisar muchos estándares, al mismo tiempo que aumenta la compatibilidad entre estándares.

Cada uno de los MSS se revisa de acuerdo con las coyunturas y condiciones cambiantes. Como la compatibilidad entre estándares se

toma en cuenta para las revisiones mencionadas anteriormente, se podría esperar un número creciente de estándares similares en el futuro en términos de estructura y contenido. Por lo tanto, el autor considera que la implementación de diferentes tipos de integración será aún más fácil en el futuro [7].

En la tabla 2 se muestra elementos comunes definidos para MSS en la norma ISO guía 72 [7].

Tabla 2. Elementos comunes de la ISO 72

Principales asignaturas que son comunes a todos los SMS.	Elementos comunes
1. La política	1.1. Política y principios
2. Planificación	2.1. identificación de necesidades, requerimientos y análisis de temas críticos;
	2.2. selección de temas significativos a tratar;
	2.3. establecimiento de objetivos y metas;
	2.4. identificación de recursos;
	2.5. identificación de la estructura organizativa, roles, responsabilidades y autoridades;
	2.6. planificación de procesos operativos;
	2.7. preparación para contingencias para eventos previsibles.
3. Implementación y operación	3.1. control operacional;
	3.2. gestión de recursos humanos;
	3.3. gestión de otros recursos;
	3.4. la documentación y su control;
	3.5. comunicación; y,
	3.6. relación con proveedores y contratistas.
4. Evaluación del desempeño	4.1. seguimiento y medición;
	4.2. análisis y manejo de no conformidades; y,
	4.3. auditorías del sistema.
5. Mejora	5.1. acción correctora;
	5.2. acción preventiva; y,
	5.3. mejora continua.
6. Revisión de la gerencia	6.1. Revisión de gestión.

Modelo de integración basado en ISO 9001

La historia de la norma ISO 9001 es más antigua que las otras normas. Además, se reconoce que, en la actualidad, las empresas establecen inicialmente esta norma, ya que es aplicable a todos los sectores. Este es el modelo más común para el establecimiento de IMS. El modelo de enfoque del sistema, el modelo de evolución de los sistemas de gestión, el modelo de matriz IMS y la guía ISO 72, todos

cumplen con la integración basada en ISO 9001. En este sistema de integración, la norma ISO 9001 se estableció inicialmente, y otros sistemas se integraron luego de su implementación. Este modelo se basa en el enfoque de procesos [16].

Modelo de integración basado en ISO 14001

En este sistema de integración, ISO 14001 se establece inicialmente, y otros sistemas se integran

después de su realización. La opinión del autor es que esto rara vez se implementa, ya que generalmente es el preferido por las compañías cuyos productos o servicios producen graves daños a las condiciones ambientales. Es posible beneficiarse de la matriz IMS en este modelo. El objetivo principal de este modelo es la mejora continua, como es el caso en el ciclo PDCA [7].

1.3. Co-establecimiento de ISO 9001 e ISO 14001, seguido de la integración de otros.

Inicialmente, las normas ISO 9001 e ISO 14001 se establecen conjuntamente como un sistema de gestión integrado, y otros sistemas se incluyen en la integración más adelante [7].

Integración basada en procedimientos integrados o procesos integrados.

El propósito principal de este modelo es preparar documentación común para cada estándar que se integrará. El enfoque principal es la mejora continua. En primer lugar, se determinan los documentos comunes para cada norma. Esto se traduce principalmente en la integración completa de los procedimientos y la integración parcial de los procesos. Esto se debe a que cada estándar tiene sus propios procesos. Luego, la otra documentación se integra en el sistema. Se puede utilizar una matriz IMS para este modelo de integración. Además, este modelo es una de las fases del modelo de evolución de los sistemas de gestión [7].

Estándar de gestión única

Gracias a los beneficios que implica la aplicación de sistemas integrados de gestión (IMS), es que varios países han optado por la publicación de un único estándar de gestión para la integración, y éste fue preparado basado en qué varias organizaciones ya han aplicado dos o más normas [7].

A continuación, se nombran tres de los estándares que han sido determinados:

Gran Bretaña-PAS 99: Primer estándar de gestión integrado, diseñado con el fin de otorgar un marco general a las organizaciones para que éstas tengan la facultad de integrar sus sistemas. Se caracteriza por estar preparado en referencia a seis condiciones generales de la guía 72 de la ISO. De esta forma, este estándar no brinda el beneficio requerido por una organización única sobre un sistema de gestión [7].

Dinamarca DS 8001: La Fundación Danesa de Normas publicó el DS 8001 con el propósito de brindar apoyo a las organizaciones que ya tienen implementado dos o más sistemas de gestión, para que, de esta forma, puedan hacer su paso hacia sistemas de gestión integrados. Entre las normas que incluye la DS 8001, se encuentran la ISO 9001, ISO 14001, así como informes específicos para el modelo EFQM [7].

Dentro de la norma, en su primera sección explica qué características posee una buena gestión; en su segunda sección trata acerca de elementos comunes que deberían existir dentro de un sistema de gestión, y dentro de su tercera sección proporciona términos que permiten la comprensión del sistema [7].

España-AENOR: La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), hizo la publicación de un estándar de sistemas de gestión integrado, el cual se basa en normas ISO 9001 e ISO 14001. Dentro de este estándar se sugieren dos tipos de modelo: integración parcial e integración completa [7].

Comparación de los sistemas integrales de gestión

Basaran (2017) indica que todos los estándares poseen igual importancia, pero sus diferencias radican en el alcance y la integración que éstos presentan, así como sus propias ventajas y desventajas.

A continuación, se muestra en la tabla 3, una comparación acerca de los sistemas de gestión integral existentes:

Tabla 3. Comparación de modelos IMS [7].

Modelo	Alcance	Características del modelo	Propósito	Limitaciones
El enfoque del sistema	Los requisitos en los estándares	Un ims basado tanto en el círculo pdca como en el enfoque del proceso	Evitar los problemas relacionados con diferentes modelos subyacentes	Ignora la cultura
IMS Matriksi	Los propios estándares	Armonización de los elementos en las normas	Mostrar combinabilidad	Alineado no integrado
Guía ISO 72	Los elementos comunes	La integración de elementos comunes	Evitar la duplicación	Alineado no integrado
Documentación integrada	La documentación	Un manual de gestión para todos los sistemas	Simplificar y reducir la documentación	Alineado no integrado
EFQM	Gestión de calidad total	Incluye la gestión estratégica y cultural	Excelencia en negocios	No abordar los requisitos de certificación iso
ISO 9001 basado en ims	Los requisitos en los estándares	Un ims basado en el enfoque del proceso	Un ims basado en el enfoque del proceso	Ignora la cultura
IMS basado en ISO 14001	Los requisitos en los estándares	Un ims basado en el círculo pdca	Un ims basado en el círculo pdca.	Ignora la cultura
El único estándar de gestión	Los propios estándares	Basado en un solo estándar común	Una empresa, un sistema	iso no existe, potencialmente inflexible, debe ser actualizado regularmente

El ciclo de Edward Deming y sus catorce principios establecen los hábitos de calidad, entre los que se citan hacer bien las cosas a la primera vez, mantener altos niveles de proactividad, de sinergia, afilar la sierra, los cuales además conducen a la mejora continua [17].

Algunos autores, se refieren a la cultura organizacional mediante el modelo de investigación-acción, cuya aplicación se fundamenta en la aplicación de los siguientes pasos:

- identificación de la cultura actual;
- contratación de asesores o expertos en el tópico de la cultura organizacional;
- recopilación de información;
- diagnóstico;
- retroalimentación del personal;
- plan de acción;
- ejecución del plan de acción;
- evaluación de la alternativa de solución ejecutada, y,
- mejora continua con acciones correctivas y preventivas [17].



Figura 4. Principios de la gestión de la calidad y la alineación organizacional.

Las empresas deben desarrollar una cultura de calidad que facilite la implementación del sistema de gestión de la calidad, al lograr que los colaboradores contribuyan por su propia voluntad con el cumplimiento de los requisitos y sumen esfuerzos conjuntos en equipo, para alcanzar los máximos estándares de la norma técnica aplicada, promoviendo de esta manera la máxima satisfacción de los clientes y de las demás partes interesadas (Figura 4).

2. Metodología

El presente es un trabajo investigativo, ha sido desarrollado a través de una metodología basada en la investigación científica de tipo explicativo, así como en el método deductivo de investigación, puesto que, a más de describir los elementos que son objeto del estudio realizado y las relaciones generadas entre éstos, se busca determinar el porqué de los hechos con el fin de establecer relaciones de causa y efecto. Por consiguiente, este estudio inspecciona investigaciones ya existentes acerca de los sistemas de gestión vigentes en la actualidad, sus características e impacto; con el fin de establecer qué tipo de relación presentan con el desarrollo sostenible y cómo forman parte en el proceso de aplicación del mismo.

Para esto, y con el fin de recopilar información sobre el tema, se ha recurrido a fuentes bibliográficas relacionadas especialmente a temas concernientes con sistemas de gestión con enfoque en el desarrollo sostenible, entre otros, todo esto con el propósito de realizar un reflexión y deducción de conclusiones sobre el tema abordado en el desarrollo del escrito, que puedan evidenciar la efectiva relación e influencia que tienen los sistemas de gestión frente a la tendencia actual del desarrollo sostenible aplicada en grandes empresas alrededor del mundo.

3. Resultados y análisis

Ventajas de los sistemas integrados de gestión

Con base en la información expuesta anteriormente a lo largo de la investigación, se puede determinar que el tratamiento de riesgos, asociados a factores económicos, ambientales y sociales que presentan las organizaciones, a través de la implantación de sistemas de gestión, y sobre todo sistemas de gestión integrados, puede traer un sinnúmero de ventajas, las cuales se las puede resumir en 6 ámbitos principales: gestión, personas, producción, mercado, ambientales y seguridad y salud laboral.

Tabla 4. Ventajas en seis ámbitos de sistemas integrados de gestión [7].

Resultados	Ventajas
Gestión	<ul style="list-style-type: none"> • La imagen de la empresa se vio afectada positivamente y ganó prestigio internacional; • Mejoró la gestión de las relaciones con proveedores y subcontratistas; • Se ofreció una perspectiva holística a los eventos; • Surgió un enfoque de gestión transparente; • Ahorro de tiempo y costes mediante auditorías internas/externas conjuntas; • Facilitó la interrelación de actividades y la coordinación; • Se atribuye eficiencia a la comunicación interna y externa; • Facilita el control de los riesgos; • Fue beneficioso para una definición más clara y explícita de responsabilidades y autoridades; • Aseguró el uso eficiente de los recursos; • Facilitó la planificación estratégica y la toma de decisiones para ejecutivos; • La burocracia y los procedimientos disminuyeron, mientras que la documentación se simplificó; • El tiempo y costo de implementación de los sistemas disminuyó; • Incompatibilidad entre ISO 9001, ISO 14001 y 18001 reducida; • La innovación <i>interna</i> aumentó; • Se logró un sistema de gestión más fácil y eficiente.; • El suministro de capital se hizo más fácil; • Se inició un <i>proceso de mejora continua</i>; y, • La organización gana flexibilidad y rapidez para el cambio.
Personas	<ul style="list-style-type: none"> • La motivación y la conciencia de los empleados aumentaron; • Empleados participaron en obras del sistema al más alto nivel; • Los empleados adoptaron el sistema más rápidamente; • Los empleados tienen más lealtad hacia la organización; y, • Personal recién contratado que se adapta al sistema de forma más rápida y sencilla.
Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Productividad aumentada; • Se reducen los desechos y desperdicios; • Hay una caída considerable en la tasa de error durante el proceso; • Hay un recorte de tiempo de producción; • Se mejora el proceso de entrega de las producciones; • Costos disminuidos y aumento de ganancias; y, • Minimización en las auditorías de clientes.

Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Hay un aumento en la demanda de los clientes; • Hay una disminución en las quejas de los clientes; • Hay un aumento en la satisfacción del cliente; • Existe una amplificación en la percepción de calidad de los clientes hacia la organización; • Potencia competitiva mejorada; y, • La cuota de mercado y la rentabilidad crecieron.
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con las obligaciones legales hacia el medio ambiente se hizo más fácil; y, • El número de daños ambientales disminuyó.
Seguridad y salud laboral	<ul style="list-style-type: none"> • La adhesión a los requisitos legales en términos de salud y seguridad laboral se hizo más fácil; y, • Hay una disminución en el número de accidentes laborales.

Inconvenientes de los sistemas integrados de gestión y dificultades de implantación

A pesar de ofrecer muchas ventajas a las organizaciones los sistemas de gestión integrados también pueden presentar inconvenientes.

- enfoque desproporcionado en los IMS;
- complicación en la documentación y gestión;
- incremento de los costos y papeleo requeridos; y,
- desaprovechamiento de los recursos humanos [7].

Con respecto a las dificultades de implantación que implican los IMS, se pueden destacar los siguientes:

- insuficiencia de recursos;
- falta de información;
- cultura corporativa;
- dificultades para centrarse en diferentes campos;
- cambio constantemente las normas y reglamentos;
- falta de personal calificado;
- conflictos entre empleados; y,
- dificultades para hacer cambios [7].

4. Conclusiones

En la actualidad, todos los sectores económicos en los que se desempeñan las organizaciones, ya sea en el sector agrícola, sector industrial e incluso en

el sector de información, tanto en el ámbito público como privado, requieren de nuevos enfoques para lograr satisfacer a sus clientes que cada vez se vuelve más exigentes, a la par de que deben buscar una diferenciación con su competencia, para lograr tener éxito en el mercado.

Es por esto que, para que una organización pueda destacarse dentro de un mercado competitivo, es necesario que tenga una gran consideración por valores comunes como el medio ambiente, la responsabilidad social y los recursos humanos, debido a que estos pueden ser considerados activos dentro de la empresa. Es aquí en donde los sistemas de gestión, y sobre todo los sistemas de gestión integrados, hacen ver su importancia.

El desarrollo sostenible de las organizaciones tiene que ver con la capacidad de gestionar, de manera eficiente, los riesgos asociados a los valores antes mencionados (ambientales, económicos y sociales), con el fin de generar un valor a largo plazo en las mismas, y es a través de la implantación de sistemas de gestión que esto puede llevarse a cabo, ya que éstos proporcionan una filosofía de trabajo que permitirá a estas organizaciones obtener procesos gestionados con mayor éxito y, a su vez, les llevará a tener resultados óptimos.

Al lograr resolver dichos riesgos a través de los IMS, es posible la creación de contribuciones positivas para el desempeño y desarrollo sostenible de las organizaciones. No obstante, la internalización de la filosofía de gestión por parte de ejecutivos y colaboradores dentro de las empresas resulta pertinente para que ese impacto positivo pueda ser

expandido en toda la organización y ésta pueda sacar provecho de los beneficios que éstos le pueden otorgar.

A pesar de que la implantación de estos sistemas de gestión pueda presentar ciertas dificultades, si se realiza una comparación con respecto a los beneficios que éstos traen, el porcentaje de aportaciones positivas es mucho mayor. La investigación abre una brecha para desarrollar nuevos aportes cualitativos y cuantitativos para la implantación de sistemas de gestión y desarrollo sostenibles en las organizaciones.

Referencias

- [1] R. Vitonas, J. N. Muñoz y J. Banguera, «Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental,» 2011. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/trabajogbi/>.
- [2] ISM, «Sistemas de Gestión Medioambiental como herramientas de sostenibilidad en la empresa,» 15 Mayo 2019. [En línea]. Available: <http://www.ismedioambiente.com/agenda/sistemas-de-gestion-medioambiental-como-herramientas-de-sostenibilidad-en-la-empresa-2>.
- [3] GRN, «Gestión sustentable,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.grn.cl/desarrollo-sustentable/gestion-sustentable.html>.
- [4] A. Hernandez y C. Cruz, «Sustainable innovation through management systems integration,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 1176-1187, 2018.
- [5] M. Caballero, «Sistemas de Gestión Sostenibles,» 2017. [En línea]. Available: <https://denkeringenieria.com/sistemas-de-gestion-sostenibles/>.
- [6] W.-H. Tsai y W.-C. Chou, «Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP,» *Expert systems with applications*, vol. 36, nº 2, pp. 1444-1458, Marzo 2009.
- [7] B. Başaran, «Integrated Management Systems and Sustainable Development,» *Quality Management Systems-a Selective Presentation of Case-studies Showcasing Its Evolution*, 20 Diciembre 2018.
- [8] O. Boiral, «ISO 9000 and organizational effectiveness: A systematic review,» de *ISO 9001:2015 EDITION- MANAGEMENT, QUALITY AND VALUE*, 2012, pp. 16-37.
- [9] J. Williams, «The impact of motivating factors on implementation of ISO 9001:2000,» *Management Research News*, pp. 74-84, 2004.
- [10] N. Darnall, J. Jolley y R. Handfield, «Environmental management systems and green supply chain management: complements for sustainability?,» *Business Strategy and the Environment*, 2006.
- [11] S. Shah, E. Ganji y H. Syed, «Environmental Management Systems and Sustainability in SMEs,» 2016.
- [12] R. Salomone, «Integrated management systems: experiences in Italian organizations,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 1786-1806, 2008.
- [13] Dictionary Cambridge, «Significado de integración en inglés,» s.f.. [En línea]. Available: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/integration>.
- [14] Comité técnico, «Organización Internacional de Normalización,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/63787.html>.
- [15] S. MacCurtain, «Organización Internacional de Normalización,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/conformity-assessment.html>.
- [16] Organización Internacional de Normalización, 2015. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/62085.html>.

- [17] A. Hernández, «Aproximación teórica a modelo de cambio planeado de gestión organizacional para la innovación educativa desde la Teoría de la Complejidad y Empowerment.,» *Educación en Contexto*, p. 17, 2016.
- [18] W. R. Valenzuela, «Integración de Sistemas de Gestión,» 08 Mayo 2013. [En línea]. Available: <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/08/integracion-de-sistemas-de-gestion/>.

Energías Renovables y Diseño Industrial: Influencia en Sudamérica

Renewable Energies and Industrial Design: Influence in South America

Gavilánez A.¹, Caiza G.², Tapia M.³, Mora J.⁴

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Facultad de Ingeniería Mecánica, Quito, Ecuador
email: andres.gavilanez@trialmech.com

² Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Valencia, España.
email: glacaich@etsid.upv.es

³ Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias Administrativas Universidad, Quito, Ecuador.
email: mariaj.tapia@ute.edu.ec

⁴ Unidad Educativa "Eloy Alfaro", Quito, Ecuador.
email: jennymoraaguilar@gmail.com

Información del artículo

Recibido: Julio 2020

Aceptado: septiembre 2020

RESUMEN

En las últimas décadas, al hacerse más evidentes los efectos del calentamiento global, es indiscutible no pensar en el empleo de energías renovables y alternativas; de esta manera la idea de vivir en un mundo más limpio motiva cada día a más países y con ello a sus empresas y gobiernos a la búsqueda de medios que se sustenten solo en energías renovables. Este documento procura analizar el impacto que tiene el diseño industrial como un factor indispensable en el uso de energías renovables, mediante proyectos innovadores que parten de la idea de reducir el impacto ambiental, disminuyendo el consumo de energías no renovables que incrementan este factor. Se evalúa la evolución del uso de energías renovables en países sudamericanos y su desempeño mediante la aplicación de esta poderosa herramienta. Finalmente se concluye haciendo hincapié en la importancia de crear productos o servicios para incrementar el uso de energías renovables a través del diseño industrial.

Palabras clave: *Calentamiento global, desarrollo sustentable, energías renovables, energías alternativas, diseño industrial.*

ABSTRACT

In the last decades, as the effects of global warming become more evident, it is indisputable not to think about the use of renewable and alternative energies, in this way the idea of living in a cleaner world motivates more countries every day and thus its companies and governments in search of means that rely only on renewable energies. This document seeks to analyze the impact of industrial design as an indispensable factor in the use of renewable energies, through innovative projects based on the idea of reducing environmental impact, reducing the consumption of non-renewable energies that increase this factor. The evolution of the use of renewable energies in South American countries is evaluated, and its performance through the application of this powerful tool. Finally, it is concluded emphasizing the importance of creating products or services to increase the use of renewable energies through Industrial Design.

Keywords: *Global warming, sustainable development, renewable energies, alternative energies, industrial design.*

1. Introducción

En la actualidad es imposible pensar en una vida sin electricidad. En los últimos años las poblaciones de las grandes ciudades aumentaron, y diferentes autores afirman que en los siguientes años van a seguir incrementando su número. Las energías renovables representan el 17,5% del consumo energético mundial en el 2016. El uso de recursos renovables para generar electricidad aumentó rápidamente, pero no hubo grandes avances en materia de calefacción y transporte. Con respecto a la eficiencia energética, la intensidad energética primaria a nivel mundial fue de 5,1 megajulios por dólar en el mismo año. La tendencia de electrificación comenzó acelerarse en 2015 y se logró la conexión eléctrica de 153 millones de personas más por año entre 2015 y 2017, a una tasa anual de más de 1 punto porcentual. Los esfuerzos de electrificación han sido particularmente exitosos en Asia Central y meridional, donde el 91% obtuvo el acceso a la electricidad en 2017. En el 2016, la proporción de recursos renovables en el consumo final total creció al ritmo más rápido registrado desde 2012 y alcanzó casi el 17,5%, la proporción de recursos renovables modernos en el consumo total de energías llegó al 10,2%, respecto al 8,6% en 2010; mientras que la proporción de usos tradicionales de biomasa disminuyó del 7,9% al 7,3%. La proporción de recursos renovables en el consumo de electricidad aumentó 1 punto porcentual, al 24% en el 2016. Este fue el crecimiento más rápido desde 1990 más del doble registrado en el 2015 [1]. Como consecuencia, se acrecienta el consumo energético de las mismas y los recursos utilizados para generar electricidad, los cuales pueden ser renovables o no renovables, y resultan escasos ante las necesidades de la población. Sin embargo, para satisfacer la necesidad del ser humano, es indispensable pensar en agotar toda fuente de energía, brindando al consumidor satisfacción; pero es aquí en donde se debe plantear la siguiente cuestión: ¿Cómo el diseño industrial puede contribuir para resolver esta problemática?, para responder esta pregunta, sin duda alguna el desarrollo sustentable ayudará a los diseñadores a proponer soluciones que pueden ir más allá de la creación de productos o servicios, que mediante el uso de energías renovables consigan un fin esperado, manteniendo el equilibrio del medio ambiente,

y de la misma manera satisfaciendo las necesidades de las sociedades.

2. Marco teórico

Crisis Ambiental

La crisis ambiental se contempla como una realidad que trasciende la sumatoria de problemas de orden biofísico o natural en donde las relaciones del ser humano nunca han sido amistosas con el medio ambiente, debido a los impactos ocasionados por el hombre al presentarse la industrialización de los procesos de producción y consumo de bienes y servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad, y de esta manera provocando a través del tiempo una crisis ambiental, que ha desatado el efecto invernadero, con consecuencias vistas de cerca por la humanidad como el cambio climático y desastres naturales.

Naturalmente, este cambio climático sucede por el calentamiento global que se define como «El acelerado calentamiento de la temperatura en la tierra, causado debido a un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, monóxido de carbono y gases de azufre» [2]. En el siguiente gráfico, se indica el porcentaje de gases de efecto invernadero que continuamente están afectando el equilibrio ambiental.

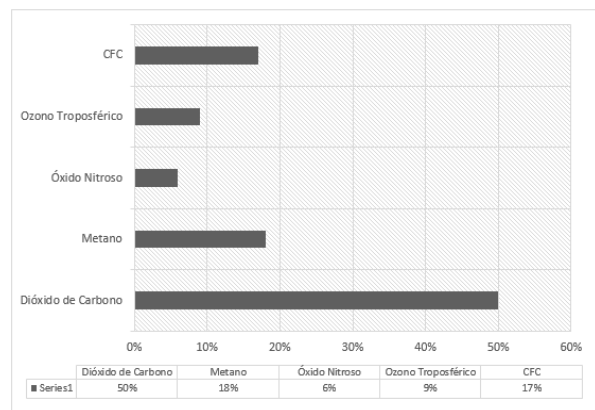


Figura 1. Porcentaje de gases efecto invernadero [3].

Como se observa en la figura 1, el dióxido de carbono provoca la mayor emisión dentro de los sectores económicos contaminantes alrededor del mundo. En Latinoamérica, durante el año 2010 Venezuela, México, Argentina y Brasil aportaron

el 79% del total de gases invernadero emitidos por Latinoamérica y solo Brasil emitió el 52% de toda la región [3].

La industria energética, por ejemplo, es una de las más contaminantes, con un porcentaje del 41% (Figura 2), incluye las emisiones de CO₂, HC₄ y N₂O generadas por la quema de combustibles en las actividades de extracción y producción de petróleo y gas natural y en las centrales termoeléctricas, refinerías, centros de tratamiento de gas, coquerías, altos hornos y carboneras.

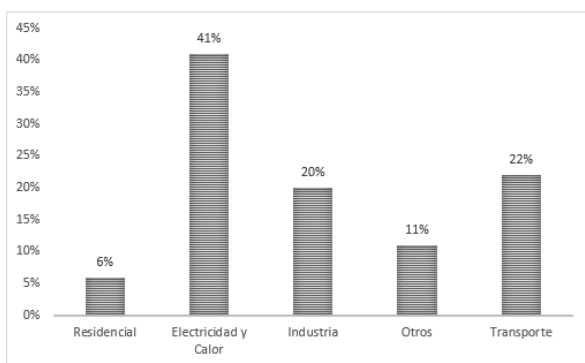


Figura 2. Porcentajes de emisiones de GEI por sectores [2].

En cuanto a utilización de combustibles fósiles para la generación de electricidad, los fósiles son los que cubren la mayoría de la demanda (67,1% en 2009: 13.456 TWh), destacando nuevamente el carbón (40,6% del total de la demanda) como principal combustible utilizado en la generación de electricidad [4].

Esto desmejora porque el alza de las emisiones se acelera: entre 2000 y 2010 aumentó un 2,2% cada año, mientras que entre 1970 y 2000 aumentó solo 1,3% anualmente. Para alcanzar este nivel de temperatura, según un análisis realizado por Daniel Murillo, editor del portal ojo al clima de la Universidad de Costa Rica, expresa que «el planeta debe reducir entre 40% y 70% las emisiones de GEI de aquí a 2050 (con relación a 2010) y hacerlas desaparecer en 2100. Reducir fuertemente las emisiones exige inversiones de varios cientos de miles de millones de dólares por año hasta 2030» [5].

La sustentabilidad en el diseño industrial

El diseño debe asumir su más auténtica y noble función que es la de mejorar la calidad de vida de la sociedad, para ello es transcendental aplicar criterios de sustentabilidad, es decir, satisfacer las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades. Las mismas que, generación tras generación, han comprometido al medio ambiente, provocando deplorables consecuencias que están a la vista, como el calentamiento global, déficit ecológico, pérdida de la biodiversidad, etc. [6].

Por las razones mencionadas, es completamente necesario un compromiso social-ambiental que tienen los ingenieros en diseño industrial al momento de crear productos nuevos, pues se cree que son un excelente medio para alcanzar y fomentar la sustentabilidad.

Uno de los medios para alcanzar este objetivo, es la conservación de energía, ya sea empleando energías alternativas, o el uso de materiales de bajo contenido energético, optando por el menor consumo de energía, tanto en la extracción de materiales como en el proceso productivo, manufactura y el transporte [7] [8].

En el diseño industrial, es importante conocer qué aplicaciones ofrecen dichos recursos para poder proponer soluciones proyectuales que se hallen en concordancia con estas nuevas prioridades que se muestran como pautas a tomar en cuenta y que pertenecen a una nueva forma de ver la realidad. Es por ello, que es complejo desarrollar un producto que en todos sus aspectos sea igualmente sustentable, lo cual dependerá de los requisitos y funciones de cada producto, y es ahí donde el diseñador tomará decisiones dándole prioridad a unos aspectos sobre otros [8].

El ciclo de vida de un producto, por ejemplo, contiene cierto proceso, empezando por la extracción de la materia prima, manufactura, distribución, uso y residuo; aunque este proceso varía dependiendo del objeto, es inevitable el gasto de energía y un impacto ambiental, aun cuando el producto se haya concebido con normativa dedicada al medio ambiente [9]. Entonces se torna importante acoger una tecnología sustentable, tales como son

las energías renovables (energía eólica, solar, hidráulica, etc.).

Es en estas pequeñas modificaciones donde el diseño industrial puede producir grandes cambios y concientizar a las personas, contribuyendo de esa manera en el desarrollo sustentable de la sociedad.

Energías renovables

El uso de energías renovables supone una fuente de energía inagotable de la que se puede aprovechar para un futuro no muy lejano. Las energías renovables se obtienen de forma continua de los recursos naturales, siendo éstas inagotables para el uso humano, y a las que se puede recurrir de manera permanente debido a que se renuevan continuamente lo que las hace diferentes a las energías generadas por combustibles fósiles los cuales existen en determinadas cantidades y reservas agotables en un tiempo determinado [10].

Las principales formas de energías renovables son la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas. Éstas provienen, de forma directa o indirecta, de la energía del Sol; constituyen una excepción la energía geotérmica y la de las mareas [10].

En el mundo actual las energías renovables contribuyen con respecto al consumo de energía total en el mundo un 8% y tan solo en Europa un 6%, dichos porcentajes corresponden a las energías hidráulica y biomasa [10], según datos publicados por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés) la capacidad de generación de energía por fuentes renovables se incrementó en el año 2016 con respecto a años anteriores (Figura 3) [11].

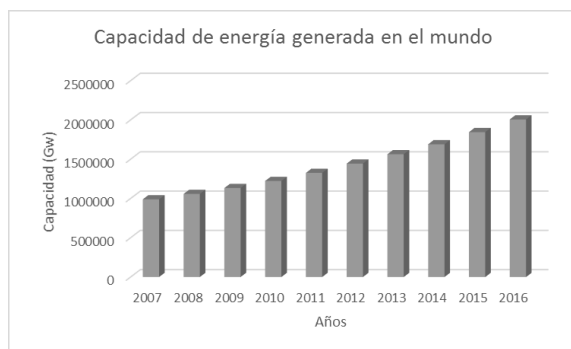


Figura 3. Capacidad generada a lo largo de los años a nivel mundial [11].

En la tabla 1 se muestra cómo ha ido incrementando los valores en mega watts (MW) de la capacidad de generar energía a través de fuentes renovables en donde se evidencia que en el 2016 hubo un aumento de 161.000 MW representando un aumento del 8,7% con respecto al año 2015.

Tabla 1. Capacidad de generación de energía por fuentes renovables

Años	Capacidad (MW)
2007	989.213
2008	1.058.208
2009	1.133.347
2010	1.223.089
2011	1.326.016
2012	1.444.143
2013	1.563.539
2014	1.690.177
2015	1.845.180
2016	2.006.202

Fuente: [11].

IRENA destaca en especial el fuerte crecimiento de la energía solar, que registró en 2016 un incremento en la potencia instalada (nuevas instalaciones) superior a la energía eólica. «Estamos presenciando una transformación en el mundo de la energía, un proceso que se observa claramente en otro año de récord en las nuevas capacidades de energía renovable», ha indicado el director general de la IRENA, Adnan Z. Amin [12].

En la figura 4 se muestra el crecimiento de la energía solar en relación con la energía eólica a través de los años, hasta llegar al año 2016.

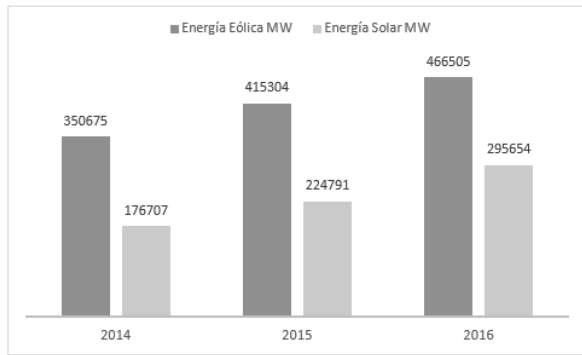


Figura 4. Capacidad de energía: solar vs. eólica [11].

La tabla 2 muestra los valores en (MW) que se han generado a partir de energías, tanto solar como eólica.

Tabla 2. Capacidad de generación (en MW) de energías solar y eólica

Años	Energía eólica	Energía solar
2014	350675	176707
2015	415304	224791
2016	466505	295654

Fuente: [11].

Países que en américa del sur invierten en energías renovables

El año 2015 fue cuando por primera vez los países en proceso de desarrollo dedicaron más dinero a la generación de energías limpias que los países desarrollados. Acorde al informe sobre *Tendencias de inversión en energías renovables*, la inversión a nivel mundial fue de USD 285.900 millones de los cuales China, India y Brasil aportaron USD 156.000 millones. En américa Latina con más de USD 1.000 millones a excepción de Brasil fueron México, Chile y Uruguay [13].

Uruguay, por ejemplo, se logró consolidar como el país con mayor porcentaje de energía eólica de América Latina, reduciendo su vulnerabilidad al cambio climático y las crecientes sequías que están afectando a las hidroeléctricas, en la actualidad el 22% de la electricidad del país sudamericano es generada a partir del viento, para finales del 2018 se espera que el país logre generar el 38% de la electricidad por este medio [11].

Angus McCrone, jefe de Bloomberg New Energy Finance, destaca que las tendencias de inversión en energías renovables van en aumento, en donde, exceptuando a Brasil, hace 10 años la inversión regional era de USD 1000 millones al año, pero en los últimos tres años ha aumentado a USD 6000, USD 7000 y USD 9300 millones lo que demuestra que existe una tendencia de crecimiento indiscutible [14].

Evolución de las energías renovables en el tiempo en américa del sur

A través de los años el uso y la inversión en energías renovables ha ido aumentando en países de América Latina. Según datos publicados por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), en países como Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Uruguay, Paraguay, Chile y Ecuador la capacidad generada en MW ha aumentado con el paso de los años.

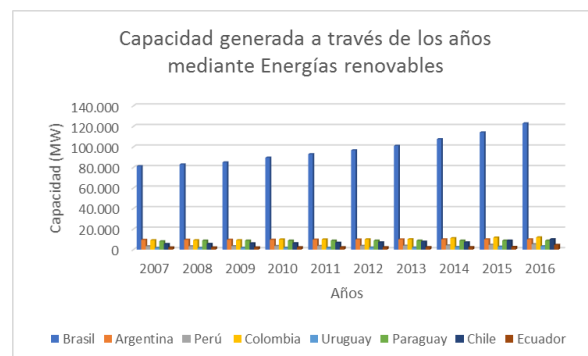


Figura 5. Capacidad generada por américa latina en los últimos 9 años [11].

La figura 5 muestra el avance a través de los años de la capacidad generada de energía por países de Latinoamérica, donde es evidente que el país donde existe mucha más generación a través de energías limpias es Brasil, debido a su alta inversión, llegándose a consolidar como el país con más generación de energía limpia a nivel de Sudamérica, la tabla 3 muestra la capacidad generada a través de los últimos 9 años [11].

Tabla 3. Capacidad en MW generada por Brasil con el paso de los años.

Año	Capacidad (MW)
2007	81.219
2008	82.940
2009	84.933
2010	89.559
2011	92.917
2012	96.726
2013	101.081
2014	107.513
2015	114.121
2016	122.951

En Argentina, Perú, Colombia, Uruguay, Chile y Ecuador de igual manera se observa una tendencia de crecimiento en la capacidad generada según los datos publicados por IRENA, a excepción de Paraguay, el cual se mantiene en un rango constante desde el año 2008 en 8810 MW generados [11].

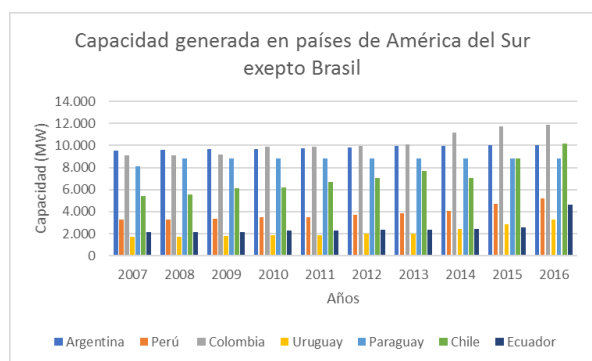


Figura 6. Capacidad generada en América del Sur, excepto Brasil.

Relación existente entre el diseño industrial y las energías renovables

En el mismo contexto, la cultura ha crecido desde hace muchos años, basada, de alguna manera, en

la revolución industrial y la exigencia de satisfacer necesidades humanas, facilitando el progreso; sin embargo, este mismo progreso ha afectado el medio ambiente y en la actualidad existe la paradójica situación que la propia calidad de vida lograda a costa de la naturaleza es al mismo tiempo la que se pone en peligro a sí misma.

Sin duda, la incorporación del diseño industrial en el sector de las energías renovables, a través de la innovación de nuevos productos, procesos y servicios, constituye una excelente y poderosa herramienta para el futuro de la industria, la tecnología y el mercado, ya que posibilita competir con mayor ventaja ante una dura disputa alrededor del mundo.

Entonces, la relación existente entre estos dos importantes conceptos, ha permitido generar un nicho de mercado local con crecimiento a nivel mundial y la alternativa de exportar productos o ideas. Aplicar esta metodología es trascendental, ya que permite reducir el consumo de combustibles fósiles y generar importantes ahorros económicos a los usuarios a la par de cuidar el medio ambiente [15].

Según Mateo Hernández, autor del artículo «El diseño industrial en el ámbito de las energías renovables», expresa y cita que, «el hecho de incorporar como un factor importante el Diseño Industrial dentro del grupo de investigación y desarrollo, ha permitido plantear soluciones que han podido ser enfocadas para plantear artefactos como productos, sujetas a coste, función y estética adecuada al contexto de colocación y uso» [16].

Lo que trata de decir es justamente que, gracias al diseño industrial, hoy en día se puede disponer de proyectos altamente innovadores de la forma más eficiente y de gran calidad con un coste ajustado al mercado, por ejemplo, captadores solares térmicos, objetos mediante paneles fotovoltaicos, avances en movilidad, en fin, cualquier cantidad de productos, procesos y servicios usando energías renovables, que reduce el consumo energético y económico de las sociedad, priorizando un equilibrio ambiental.

3. Proyectos de diseño industrial con energías renovables

No basta con solo tener el mejor producto, éste debe ser lo más competitivo posible en el mercado. Un sector de futuro para la industria, tecnología y el mercado, constituye la incorporación del diseño

industrial en el sector de las energías renovables. Además de conceptualizar artefactos como productos y ponerlos a disposición del consumidor (dotándole de valor agregado y beneficio para los usuarios, el contexto y los mercados), se ha convertido en una poderosa herramienta para competir con las iniciativas asiáticas presentes ya desde algunos años, ofreciendo a los usuarios mayores ventajas [17].

Existen grandes iniciativas en el campo de los artefactos más limpios y comunes, los mismos generan y transforman energía solar captada principalmente en sistemas fotovoltaicos y sistemas térmicos. Son productos que se relacionan directamente con los usuarios debido a que abastecen de agua caliente a sus hogares, estas características le permiten ser concebido como un electrodoméstico y mediante el diseño industrial pueden ser tratados como producto.

El mundo no puede seguir dependiendo de la energía procedente de los recursos fósiles puesto que a éstos les queda poco tiempo de existencia debido a que se han estado explotando de una manera desmedida, en la actualidad es cada vez mucho más difícil la extracción de petróleo; los pozos petrolíferos son más profundos y los daños al medio ambiente son más grandes, además los hidrocarburos son un gran aporte de emisiones de CO_2 , uno de los gases de efecto invernadero que ha aumentado en los últimos 50 años produciendo el cambio climático en el planeta [18].

La energía solar, eólica, hidroeléctrica, energía de las mareas, biocombustibles son algunas de las fuentes de energía no convencional, las que provienen de la naturaleza las cuales no son explotadas a su máximo potencial, la energía verde abunda alrededor de todos nosotros en el mundo, varios ejemplos de éstos son:

La energía producida por el agua salada: este tipo de energía se origina a partir del agua de mar, se está convirtiendo en una de las fuentes más prometedoras de energía renovable que no se ha explotado aún, tal vez porque es necesario invertir grandes cantidades de energía para desalinizar el agua y los elevados costes que implica la implementación de un proyecto de tal magnitud [18].

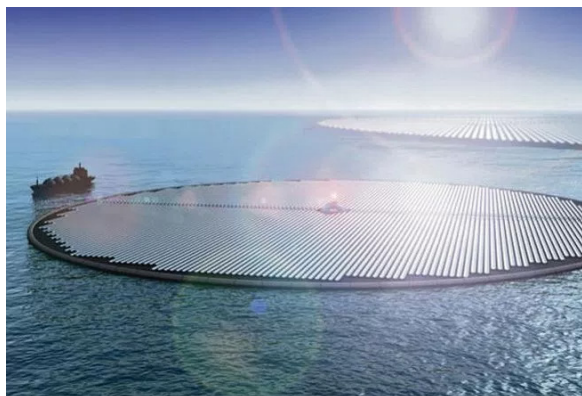


Figura 7. Paneles solares ayudados de energía marítima para producción de energía eléctrica Francia [19].

En la figura 7 un proyecto solar de Adelaide que Geits ANZ propone es la construcción de una planta de energía solar flotante diseñada para ser eficiente en más de un 50 por ciento que los sistemas de energía solar basados en tierra, este proyecto es conjunto con la energía solar y marítima para la generación de energía eléctrica [19].

El heliocultivo (Figura 8), es otro tipo de energía alternativa la cual tuvo como principal protagonista la empresa llamada Biotecnologías Joule [19]. Por medio de éste se genera un tipo de combustible que tiene como base hidrocarbón, organismos fotosintéticos, dióxido de carbono y la luz solar. Por medio de este proceso se produce combustible en forma de etanol o hidrocarburos que no es necesario refinarlo [20].

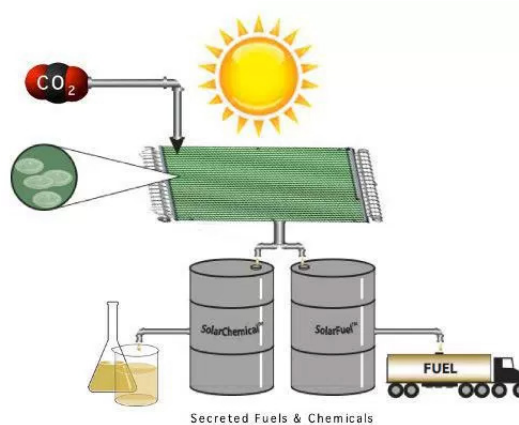


Figura 8. Hidrocultivo [18].

El aumento de la población mundial a los 7500 millones de habitantes en el mundo en el año 2017 [21], ha generado la iniciativa del uso de la piezoelectricidad, siendo ésta una forma de energía alternativa que utiliza varios materiales que pueden generar un campo eléctrico por medio de placas hechas a base de este tipo de materiales, colocadas a lo largo de rutas o caminos con afluencia de personas para así generar electricidad mientras se camina [22].

Un nuevo tipo de energía alternativa es la geotermal a partir de las rocas, la cual funciona mediante el bombeo de agua salada fría hacia las rocas que se han calentado por conducción desde la corteza terrestre y degradación de elementos radioactivos en la misma, mientras el agua es calentada, la energía es convertida en electricidad por una turbina de vapor [23]. Otra forma de energía alternativa que se está desarrollando en la actualidad es la que se obtiene por medio de vibraciones inducidas por vórtices debido a las corrientes lentas de agua inspirada en los movimientos de los peces, esta energía es apresada a medida que el agua fluye a través de unos rodillos alternados de modo que se cree una energía mecánica [24].

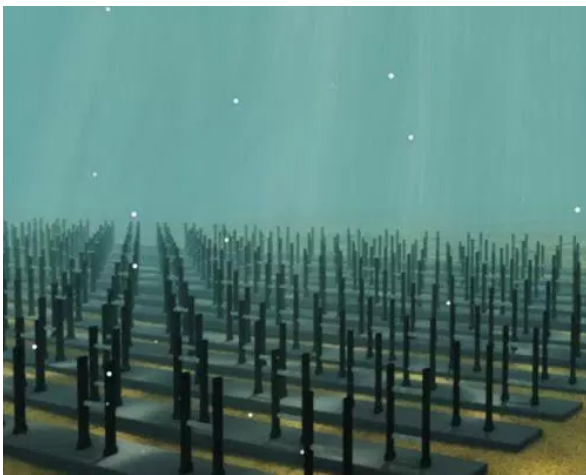


Figura 9. Vibraciones inducidas por vórtices [18].

Incremento de energías renovables mediante el diseño industrial

De acuerdo a los datos de la International Energy Agency (IEA), a nivel global el 23% del total de electricidad generada es a partir de energías renovables. En el 2015 se evidenció el máximo creci-

miento (un 5%), esto se debe a las políticas públicas globales que han permitido así el desarrollo de estas energías limpias.

Además de los beneficios ambientales y seguridad energética que genera el uso de las energías renovables, se sabe que las energías renovables son más competitivas en el mercado. Según un informe de la organización Carbon Tracker, se concluye que los costos globales de desarrollar un proyecto energético utilizando energías limpias es más barato que utilizando fuentes de energías convencionales. Por las caídas del precio del petróleo y del carbón, el costo de inversión en proyectos fue menor, pero esto también aportó que los países eliminen las políticas públicas orientadas a subsidiar proyectos petrolíferos, según la IEA, los flujos de dinero con respecto al gas y petróleo cayeron un 25% en el 2015, provocando que las inversiones a nivel global bajen un 8%, sin embargo, la demanda energética a nivel global aumentó en un 1,9%.

Esta situación se evidenció notablemente en una mayor inversión en proyectos con energías renovables por parte de países en vías de desarrollo, así lo señala el Centro de Colaboración para la Financiación de Clima y Energía Sostenible de UNEP (el programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas), también menciona que la región de Latinoamérica es una de las regiones más atrayentes y propensas para invertir proyectos con energías limpias, tanto por su diversidad económica, social cultural e incluso geográfica, las condiciones de inversión y disponibilidad de recursos naturales es variada en cada país [25].

La inversión en tecnologías de fuentes renovables que enfrenta cada país conlleva riesgos, los mismos que pueden ser políticos (entre ellos, inestabilidad política, inseguridad jurídica, riesgos de transferencia de regalías y dividendos, ruptura de contratos) y macroeconómicos (por ejemplo, riesgos cambiarios e inestabilidad de precios), riesgos de proyecto (construcción y operación o a la interrupción en la disponibilidad de recursos), riesgos de costos y liquidez, insuficiencia de conocimientos y experiencia con respecto a nuevas tecnologías. Una de las principales barreras es la falta de financiamiento de los proyectos.

Es necesario contar con más programas que incentiven al uso de energías renovables, y a la vez con más líneas de financiamiento proveniente de

instituciones nacionales y buscar fuentes internacionales también.

En Brasil, las dos principales iniciativas de promoción de la inversión privada en ERNC (energías renovables no convencionales) puestas en vigor por el gobierno son el Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA) y las subastas específicas para fuentes alternativas de energía. El PROINFA tuvo como primera meta instalar 3300 MW de energías renovables distribuidos en iguales proporciones entre plantas de generación eólica, biomasa y en hidroeléctricas pequeñas, a través de contratos de largo plazo. En el periodo 2008-20012 los bancos que financiaron los proyectos son: BNDES, MMA-BNDES, Banco do Nordeste, Caixa y Banco do Brasil y Santander.

En el caso de Chile, los bancos de este país han invertido en la industria de las energías renovables, un elemento que favorece a que entidades financien proyectos es que los costos de financiamiento son los más bajos en comparación de América Latina y el Caribe. Además, Chile cuenta con el financiamiento nacional para el desarrollo del país (CORFO) que es un organismo ejecutor de las políticas gubernamentales en el ámbito del emprendimiento y de la innovación. Cuenta con instituciones financieras internacionales para el desarrollo, así se puede nombrar: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Corporación Interamericana de Inversiones (CII), el Banco Europeo de Inversiones (BEI), la Corporación Financiera Internacional (IFC), la Overseas Private Investment Corporation (OPIC), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Corporación Alemana de Inversiones (DEG)-KfW. De esta manera se desarrollaron proyectos como complejo PCH en el río Juruena, complejo eólico en Palmares do Soul.

Por su parte Uruguay, cuenta con una fuerte participación del sector estatal. Cuenta con instituciones que financian proyectos a tasa de interés relativamente convenientes, en este caso se tiene: Dirección Nacional de Energía (DNE), Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM); Agencia Nacional de Investigación e Innovación; Dirección Nacional de Industrias (DNI). En cuanto al financiamiento externo se tiene las siguientes instituciones: el BNDES de Brasil, el DEG y el KfW de Alemania, el Instituto de Crédito Oficial, mediante

el FIEM, de España, el Banco de Desarrollo de los Países Bajos, el IFU de Dinamarca (que promueve la transferencia de tecnología danesa para la constitución de empresas conjuntas en países en desarrollo), Finnfund de Finlandia (que provee capital de riesgo a largo plazo para proyectos privados de inversión en países en desarrollo), y Swedfund de Suecia (que proporciona préstamos, asistencia técnica y capital a proyectos en mercados emergentes) [26].

Es necesario saber con exactitud sobre los recursos renovables de cada país, así se contará con datos confiables para emprender en un proyecto. También se debe romper las barreras institucionales, es decir, anteponer a la política energética por encima de la política ambiental, desarrollar más núcleos técnicos y profesionales capacitados en el campo de las energías renovables. Crear más incentivos y beneficios por parte de las autoridades a los proyectos desarrollados [27].

Discusión

Todas las sociedades necesitan de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas básicas (por ejemplo, de alumbrado, cocina, ambientación, movilidad, y comunicación), y para asegurar los procesos productivos; estos requerimientos o necesidades se satisfacen mediante el diseño y construcción de bienes y servicios que se ponen a disposición de un público. Para un desarrollo sostenible, el abastecimiento de servicios energéticos deberá ser seguro y tener un impacto medioambiental bajo. El éxito de un desarrollo social y económico sostenible admite un acceso seguro y asequible a los recursos de energía necesarios, con el fin de facilitar servicios energéticos básicos y sostenibles. Para lo cual es necesario estrategias presentes en los distintos niveles del desarrollo económico, con el debido respeto del medio ambiente, buscando que la prestación de servicios energéticos genere un impacto medioambiental bajo y, a la par, emisiones de GEI bajas. En el cuarto informe de evaluación (CIE) del IPCC, de la década pasada, los combustibles de origen fósil forman el 85% de la energía primaria total. Asimismo, la combustión de origen fósil representó un 56,6% de las emisiones de GEI [28].

En la actualidad, el tema de las energías renovables y alternativas es tratada por la agenda pública, es decir, por autoridades o la sociedad civil, constitu-

yéndose en un medio útil para incentivar las iniciativas de aprovechamiento de las energías renovables. Las diferentes iniciativas observadas en los países se consideran desde una visión integral del sector energético, lo que implica condicionar su evolución a las exigencias del desarrollo sostenible. De ahí, deberían surgir líneas estratégicas orientadas a formular políticas públicas, las mismas deberían ponderar de manera correcta la participación de las energías renovables en el crecimiento económico, empleo, medio ambiente, desarrollo rural, energización universal, gobernabilidad de los recursos; debido a que cada país cuenta con un marco normativo y legal en relación con las fuentes de energías renovables.

Sin embargo, es importante contar con una poderosa herramienta que incursiona en el ámbito de energías renovables, mediante la creación o innovación de productos, procesos y servicios que genere importantes ahorros energéticos y económicos, siempre con la intención de cuidar al medio ambiente; tal herramienta es el diseño industrial, sin duda, es el futuro de la industria, tecnología y del mercado, permitiendo ser una fuente competitiva al crear ideas realizables alrededor del mundo.

La capacidad generada a través de energías renovables ha ido en aumento dentro de los últimos 9 años en América del Sur, donde países como Brasil, Argentina, Chile y Uruguay son referentes, destacándose en la utilización de fuentes de energía renovable para generar electricidad evitando así el agotamiento de los recursos y la contaminación ambiental por el uso de combustibles fósiles, Brasil se ha convertido en el pionero de la utilización de fuentes renovables para la generación de su energía, las hidroeléctricas, el etanol para los automóviles y el uso del carbón vegetal en la siderurgia, ha dado a éste un lugar importante en el mundo como una de las mayores potencias medioambientales en el mundo.

En un contexto mundial, se evidencia que cada vez está más influenciado por la amenaza del cambio climático, la contaminación creada por las fuentes de energía convencionales y los avances tecnológicos orientados al aprovechamiento de recursos naturales, la ventaja generada por los proyectos destinados a la explotación de fuentes renovables es creciente, tanto desde los Estados nacionales, como desde los inversores privados. Es posible

emprender en el camino de las energías renovables si se cuenta con políticas adecuadas y recursos naturales que generen interés y confianza en el sector privado, de tal manera que apuesten por financiar proyectos de esta índole, con tasas de interés relativamente bajas; también es importante apoyarse en programas ejecutados a nivel nacional e internacional, donde se busca desarrollar proyectos enfocados en energías limpias, como es el caso de Proinfa y Corfo en Brasil y Chile, respectivamente.

Por ello se han realizado muchos avances en América del Sur con grandes proyectos en países como Brasil, Chile, Perú y varios miembros de la Alianza de Energía y Clima de las Américas, los cuales han dado pasos para preparar el cambio hacia una economía menos intensa energéticamente al aprovechar sus recursos renovables y aumentar la eficiencia económica con una reducción en la inversión en infraestructura energética [29].

4. Conclusiones

Gracias al incremento de inversiones en el ámbito energético y al aporte del diseño industrial, en la actualidad se puede disponer de proyectos altamente innovadores de una manera más eficiente, de mejores características técnicas, y de buena calidad, tomando en cuenta los costos para que sean asequibles en el mercado, tales como: captadores solares térmicos, paneles fotovoltaicos, transporte, confort, salud, entre otras. Esta infinidad de productos, procesos y servicios utilizan energías renovables, que reducen el consumo energético y económico de la sociedad, priorizando un equilibrio ambiental.

Al mismo tiempo, aparte de los beneficios ambientales y seguridad energética que genera el uso de las energías renovables, se tiene que las energías renovables son más competitivas en el mercado, ya que los costos a nivel internacional en el desarrollo de los proyectos energéticos que se valen de las energías limpias resultan más baratos que la utilización de energías convencionales.

El carácter interdisciplinario del diseño industrial les permite a los diseñadores, junto a otros profesionales de diferentes disciplinas, actuar en conjunto en diferentes campos y temáticas.

América del Sur debido a que posee innumerables recursos naturales, es una de las regiones más aptas para la creación de fuentes de energía

renovable, el agua, el viento, la capacidad solar se pueden aprovechar de una manera impresionante con proyectos donde el diseño industrial jugaría un papel fundamental con productos o servicios que puedan utilizarse con ésta o en el mejor de los casos que tengan la capacidad de aprovechar estos recursos para la producción de electricidad.

Finalmente, el impacto del diseño industrial es un 50% mayor en otros países, gracias al apoyo que sus gobiernos y entidades financieras han proporcionado para su elaboración, sin embargo, en países sudamericanos aún falta incrementar de manera exponencial dichos avances enérgicos a través de bienes y servicios con energías renovables puesto que únicamente se enfocan en instalar fuentes o plantas de energía limpia.

Referencias

- [1] B. I. d. R. y. F. Mundial, «Seguimiento del ODS 7 Informe sobre los Avances en materia de energía,» Washington, 2019 .
- [2] Ministerio del Medio Ambiente, «Servicio Meteorológico,» 12 Mazo 2014. [En línea]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/ForosClimaticos/Foros%20Regionales/2015/VII%20Foro/Cambio%20climatico-%20Efectos%20en%20Ecuador-%20Ing.%20Lucia%20Paguay-%20MAE.pdf>.
- [3] R. Ojeda, «Gases de defecto invernadero, peligro potencial para la Tierra,» México D.F, 2011.
- [4] Plan Avanza, «Emisiones en el mundo,» España, 2011.
- [5] D. Murillo y &. A. Arguedas Ortiz, «El cambio climático en cifras,» Costa Rica, 2015.
- [6] S. Zamborlini, «Diseño sustentable: El diseño industrial y un compromiso urgente.,» p. 15, 2015.
- [7] S. Fiori, *Diseño Industrial Sustentable: Una percepción desde las ciencias sociales.*, Córdoba - Argentina: Editorial Brujas, 2005.
- [8] M. Bonalcaza, «Influencia del diseño industrial ante la crisis energética,» UP, Argentina, 2016.
- [9] G. Mulzet, «Diseño Industrial en productos sustentables,» Buenos Aires, 2015.
- [10] J. C. Schallenberg Rodríguez, G. Piernavieja Izquierdo, C. Hernández Rodríguez, P. Unamunzaga Falcón, R. García Déniz, M. Días Torres, D. Cabrera Pérez, G. Martel Rodríguez, J. Pardilla Fariña y V. Subiela Ortin, *Energías Renovables y Eficiencia Energética*, Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008.
- [11] International Renewable Energy Agency, «Estadísticas de capacidad renovable 2017,» IRENA, Abu Dabi, 2017.
- [12] J. Elcacho, «La energía renovable marca un nuevo récord mundial de crecimiento,» 30 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.lavanguardia.com/natural/20170330/421312784724/balance-irena-energia-renovable-2016.html>.
- [13] BBC Mundo, «Los países de América Latina que más y menos invierten en energías renovables,» 01 Abril 2016. [En línea]. Available: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160329_ciencia_energia_renovable_inversion_america_gtg.
- [14] A. Martins, «Cómo Uruguay logró ser el país con mayor porcentaje de energía eólica de América Latina,» 14 Marzo 2016. [En línea]. Available: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/03/160314_uruguay_energia_eolica_am.
- [15] INER, «Energía Solar en Diseño Industrial,» Ecuador, 2013.
- [16] J. Mateo Hernández, «El diseño industrial en el ámbito de las energías renovables,» *Indexhibit*, p. 1, 2017.
- [17] Diseñador Industrial, «El Diseño Industrial en el ámbito de las energías renovables,» Diciembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.xn--diseadorindustrial-q0b.es/index.php?/rd/62-energia-y-diseno-industrial/>.

- [18] B. Nelson, «10 fuentes sorprendentemente fáciles de energía alternativa,» 30 Noviembre 2009. [En línea]. Available: <https://www.mnn.com/earth-matters/energy/photos/10-surprisingly-easy-sources-of-alternative-energy/unconventional-energy>.
- [19] Australian Solar Quotes PTY LTD, «Planta de energía solar flotante Adelaide para mejorar la eficiencia solar,» 23 Junio 2014. [En línea]. Available: <https://www.australiansolarquotes.com.au/2014/06/23/adelaide-solar-power-plant-improves-efficiency/>.
- [20] M. Paredes, «Fuentes de energía alterna,» 06 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/fuentes-de-energ%C3%ADa-alterna-mar%C3%ADa-fe-paredes-neyra>.
- [21] ONU, «Población,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>.
- [22] N. Burneo y D. Rodríguez, «Electricidad inteligente: Elementos piezoeléctricos,» 07 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/punto-de-vista/1/electricidad-inteligente-elementos-piezoelctricos>.
- [23] ERENOVABLE, «Energía geotérmica-Qué es, fuentes, usos, ventajas y desventajas de la energía geotérmica,» 07 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://erenovable.com/energia-geotermica/>.
- [24] V. Schnitzer, «“Tecnología del pez” obtiene energía alternativa con corrientes de agua lentas,» 20 Noviembre 2008. [En línea]. Available: https://www.eurekaalert.org/pub_releases_ml/2008-11/aaft-j112008.php.
- [25] KPMG, «Desarrollo de energías renovables: Contexto latinoamericano y el caso de argentino,» Diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ar/pdf/kpmg-energias-renovables-en-latam-y-argentina.pdf>.
- [26] H. Carlino, R. Miranda, A. P. D. Lucena, R. Rathmann, R. Schaeffer y R. Soria, «Expansión de las energías renovables no convencionales en América Latina y el Caribe: El rol de las instituciones financieras de desarrollo,» 2016. [En línea]. Available: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7778/Expansion-de-las-energias-renovables-no-convencionales-en%20America-Latina-y-el-Caribe-el-rol-de-las-instituciones-financieras-de-desarrollo.pdf>.
- [27] Energiza, «Barreras a la penetración de las energías renovables en América Latina,» 2014. [En línea]. Available: <http://energiza.org/noticias-renovetec/123-especial-energias-renovables-en-latinoamerica/725-barreras-a-la-penetracion-de-las-energias-renovables-en-america-latina>.
- [28] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, «Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico,» Michael Melford/National Geographic Stock, 2011.
- [29] F. Giraldo y E. Orozco, «Métodos deductivo e inductivo,» 11 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://proyectogrado.wordpress.com/2011/03/11/metodos-de-deductivo-e-inductivo/Z>.
- [30] Construdata, «Piezoelectricidad alternativa verde para alumbrado público,» 22 Julio 2013. [En línea]. Available: http://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/piezoelectricidad_alternativa_verde_para_alumbrado_publico.asp.
- [31] R. Riquelme, «8 datos sobre producción y consumo de energía mundial,» 27 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/8-datos-sobre-produccion-y-consumo-de-energia-mundial-20170327-0126.html>.

- [32] World economic forum, «Global Energy Architecture Performance Index Report 2017,» World Economic Forum, Geneva, 2017.
- [33] Diseñador Industrial, Diciembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.xn--diseadorindustrial-q0b.es/index.php?rd/62-energia-y-diseno-industrial/>.
- [34] Banco Mundial, 23 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/11/23/energias-renovables-america-latina-futuro>.
- [35] D. Miota, 25 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://blogthinkbig.com/los-proyectos-mas-innovadores-llegan-a-las-energias-renovables>.

Normas para publicar en la revista Ingenio

Los artículos enviados a la revista Ingenio deben ajustarse a los siguientes criterios:

Aspectos generales

1. Podrán ser publicados todos los trabajos realizados por investigadores nacionales o extranjeros, una vez que cumplan los criterios de calidad científica requeridos.
2. La revista Ingenio publica artículos relacionados con investigaciones culminadas, revisiones bibliográficas, informes de desarrollo tecnológico, ensayos científicos, propuestas de modelos e innovaciones, productos de la elaboración de tesis de grado siempre que sean un aporte para el campo de la ciencia y tecnología.
3. La revista Ingenio publica trabajos originales e inéditos en español e inglés; es decir, no pueden haber sido publicados a través de ningún medio impreso ni electrónico.
4. Todo artículo será sometido a un riguroso proceso de arbitraje. (ver procedimientos editoriales y revisión por pares <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/Procedimientoseditorialesyrevisionporpares>)
5. Por tratarse de una publicación arbitrada, el Consejo Editorial aprueba su publicación en base al concepto de pares especializados. La recepción de un documento no implica compromiso de publicación.
6. Es indispensable presentar una carta dirigida al Consejo Editorial autorizando a la revista Ingenio la publicación de la investigación, dando fe de la originalidad y de ser autor de la misma. Además, debe consignar constancia o credencial que conforme la adscripción a la Universidad o Centro de Investigación, tal como firma el artículo.
7. Como reconocimiento a su aporte, a cada autor se le remitirán un ejemplar de la edición en la cual se publica el artículo.
8. El artículo propuesto se debe remitir a: fing.revista.ingenio@uce.edu.ec o a revistaingenio.uce@gmail.com

Requerimientos técnicos

1. Los artículos pueden estar escritos sobre Microsoft Word (.doc o .docx) o LATEX (.tex). Las plantillas a ser utilizadas pueden ser descargadas del sitio web de la revista (próximo a ser abierto).
2. Las ilustraciones y tablas deberán estar numeradas secuencialmente incluyendo una descripción explicativa para cada una. Las ecuaciones incluidas en el artículo deberán también estar numeradas.
3. Por favor revise: formato IEEE. (tomado de https://biblioguias.uam.es/citar/estilo_ieee)

Título del Artículo; Times New Roman; Tamaño-14

Title of the Manuscript, Times New Roman - 12

RESUMEN

Contenido entre 100 a 150 palabras

Palabras clave

Justo después del resumen, mínimo cuatro

Ejemplo:

Palabras clave: *biomasa, pirólisis, lecho fluidizado, bio-aceite, bio coimbustibles*

ABSTRACT

It must contain minimum 50 maximum 100 words

Keywords

Just after the abstract, minimum four

Sample:

Keywords: *biomass, pyrolysis, fluidized bed, bio-oil, bio char*

Texto principal

Columna simple, 11 puntos, Times New Roman, espacio y medio, Microsoft Word

Figuras y ecuaciones en el texto.

Tabla 1, Tablas 1 y 2, Tablas 1 a 3

Fig. 1, Figs. 1 y 2, las Figs. 1 a 3

Eq. 1, Eqs. 1 y 2, Eqs. 1 a 3

Ecuaciones

Usar el Editor de ecuaciones de Microsoft

Ejemplo:
$$\frac{d\alpha W_i}{dt} = R_i \partial \quad (1)$$

Estilo y estructura de los encabezados.

Ejemplo:

Título

RESUMEN

ABSTRACT

1. Introducción

2. Método

2.1 Material

2.2 Configuración

2.2.1 Experimento

3. Resultados y discusión

3.1 Efecto de la temperatura

3.2 Efecto de la velocidad superficial

4. Conclusión

Referencias

Figuras y tablas

Las figuras y tablas se agregarán al final del archivo del manuscrito, y no se agregarán al texto principal. La ubicación de las figuras y tablas se exhibirá insertando sus subtítulos en el texto principal. Una vez aceptado, los archivos de figuras de alta resolución (más de 300 dpi, un archivo por figura) se enviarán al editor.

2. Figura y su leyenda

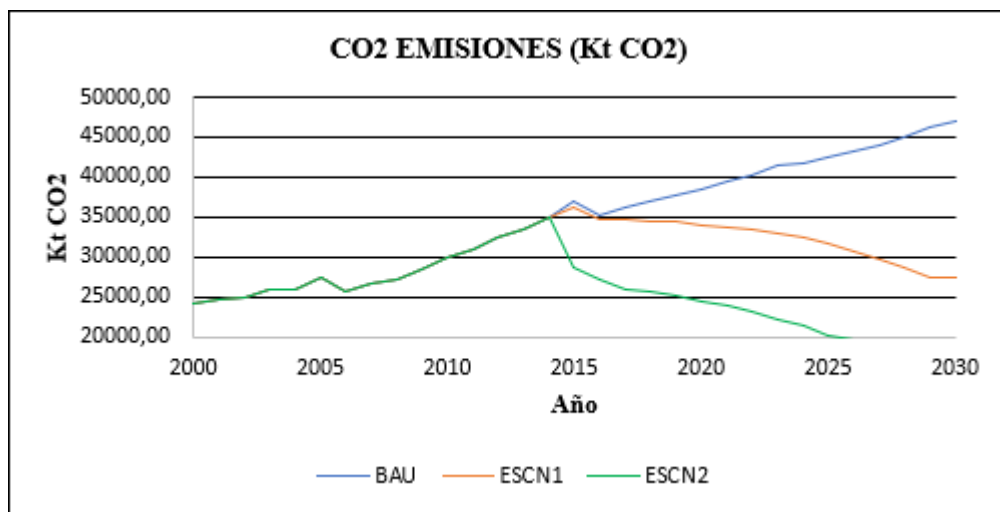


Figura 1. Comparación entre CO2 calculado y escenarios en años

Tablas y su leyenda

Tabla 1. Resultados del análisis del biogás (biodigestor taiwanés).

Resultados obtenidos			
<i>Condiciones de trabajo</i>	Temperatura (°C)		
	20		
<i>RESULTADOS (Composición)</i>	Componente	% peso	% moles
	Nitrógeno	2.55	3.72
	Metano	2.36	6.00
	Dióxido de carbono	93.24	86.35
	Agua	1.54	3.48
<i>RESULTADOS (Propiedades)</i>	Densidad relativa (20°C; 0.72 atm)	1.41	
	Peso molecular promedio [g/mol]	40.63	
	Poder calorífico superior a 25°C [Btu/lb]	1431.16	
	Poder calorífico inferior a 25°C [Btu/lb]	1289.67	

3. *Nota: descripción que usted considere necesario mencionar*

Referencias

Las referencias se enumerarán por orden de citación en el texto (IEEE). [1] --.

[2] -----.

[3] -----.

En el texto, por favor cite cada referencia por número como se muestra a continuación:

Este resultado puede atribuirse a la diferencia de las dos velocidades de reacción según lo informado por Suzana et al. [1]

Este resultado puede atribuirse a la diferencia de las dos velocidades de reacción como se informó previamente [1].

El estilo dependerá del tipo de referencia que se muestra a continuación. Pero no es necesario clasificarlo en los tipos. Simplemente, enumérelos por orden de citación en el texto.

Ejemplos:

Artículos

[1] Couhert C, Salvador S, Commandré J-M. Impacto de la torrefacción en la producción de syngas a partir de madera. *Fuel* 2009; 88: 2286-2290.

Conferencias

- [1] Suzana Y, Mohamad T A, Uemura Y, Anita R, Lukman I, Shuit S H, Tan K T, Lee K T. Revisión sobre la utilización de la biomasa agrícola como fuente de energía en Malasia. En: Actas del 16° Simposio regional de la ASEAN sobre ingeniería química, 1 y 2 de diciembre de 2009, Manila, Filipinas, págs. 86-89.

Sitio web

- [1] MPOB (Junta de Aceite de Palma de Malasia), 2008, "6.8 Productores principales mundiales de aceite de palma: 1999 - 2008." Recuperado el 28 de enero de 2010 de http://econ.mpob.gov.my/economy/annual/stat2008/ei_world08.htm.

Libro

- [1] Corley R H V, Tinker P B. La palma aceitera. 4ta ed. Oxford: Blackwell Science; 2003, p.328.

Arbitraje

1. Revisiones iniciales

Todos los manuscritos enviados y recibidos por la Revista Ingenio serán revisados por el Editor interno para determinar si están preparados adecuadamente y si siguen las políticas éticas de la revista. Los manuscritos que no se ajusten a la política de ética de la revista o que no cumplan con los estándares de la revista serán rechazados antes de la revisión por pares. Los manuscritos que no estén preparados adecuadamente serán devueltos a los autores para su revisión y reenvío. Después de estas verificaciones, el Editor determinará si el manuscrito se ajusta al alcance de la revista y si es científicamente sólido. En esta etapa no se emitirá ningún juicio sobre el impacto potencial del trabajo. Las decisiones de rechazo en esta etapa serán verificadas por el Editor en Jefe.

2. Revisión por pares

Una vez que un manuscrito pase las comprobaciones iniciales, se asignará al menos a dos expertos independientes para su revisión por pares. Se aplica una revisión a doble ciego, donde los revisores no conocen las identidades de los autores y viceversa. Los comentarios de la revisión por pares son confidenciales y solo se divulgarán con el acuerdo expreso del revisor.

En el caso de presentaciones regulares, los editores asistentes internos invitarán a expertos, acorde a las recomendaciones del editor. Estos expertos también pueden incluir miembros del consejo editorial y editores invitados de la revista. También se pueden considerar los posibles revisores sugeridos por los autores siempre y cuando no hayan trabajado ni colaborado con los autores o coautores los últimos 5 años.

3. Decisión editorial y revisión

Todos los artículos, revisiones y comunicaciones publicados en la revista ingenio pasan por el proceso de revisión por pares y reciben al menos dos rúbricas. El editor comunicará la decisión de los pares, que será una de las siguientes:

Aceptar luego de realizar correcciones menores:

En principio, el documento se acepta después de la revisión basada en los comentarios del revisor. Los autores tienen 15 días para revisiones menores.

Reconsiderar después de realizar correcciones importantes:

La aceptación del manuscrito dependería de las revisiones. El autor debe proporcionar una respuesta punto por punto o proporcionar una refutación si algunos de los comentarios del revisor no se pueden revisar. Por lo general, solo se permite una ronda de revisiones importantes. Se pedirá a los autores que vuelvan a enviar el artículo revisado dentro de un período de tiempo adecuado, y la versión revisada se devolverá al revisor para obtener más comentarios.

Rechazar y promover el reenvío:

Si se necesita reforzar el método o elementos experimentales adicionales para respaldar las conclusiones, el manuscrito será rechazado y se alentará a los autores a volver a enviar el artículo una vez que se hayan realizado más experimentos.

Rechazar:

El artículo tiene serios defectos y / o no hace una contribución significativa original. No se ofrece ninguna oferta de reenvío a la revista.

Todos los comentarios de los revisores deben ser respondidos punto por punto. Cuando los autores no estén de acuerdo con un revisor, deben proporcionar una respuesta clara.

4. Apelaciones del autor

Los autores pueden apelar un rechazo enviando un correo electrónico a la Revista Ingenio. La apelación debe proporcionar una justificación detallada, incluidas las respuestas punto por punto a los comentarios de los revisores y/o del editor. Se le pedirá al consejo editor consultado que dé una recomendación de asesoramiento sobre el manuscrito y puede recomendar la aceptación, una revisión por pares adicional o mantener la decisión de rechazo original. Una decisión de rechazo en esta etapa es definitiva y no se puede revertir.

5. Producción y publicación

Una vez aceptado, el manuscrito se someterá a corrección de estilo profesional, edición, revisión por parte de los autores, correcciones finales, paginación y publicación en el sitio web de la revista acorde a la periodicidad.

Antiplagio

Todos los artículos recibidos por la revista Ingenio serán sometidos a un control Antiplagio utilizando diversas herramientas como el sistema Urkund, que analiza los textos en busca de coincidencias gramaticales y ortográficas, lo que garantiza que los trabajos sean inéditos.





Esta edición que consta de 150 ejemplares en papel couché de 115 grs., se terminó de imprimir en 2020, siendo Rector de la Universidad Central del Ecuador el señor Dr. Fernando Sempértegui Ontaneda.



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Pone a disposición de la comunidad los siguientes servicios:

LABORATORIO DE SANITARIA

Telf: (02) 2542026 Ext: 224



ÁREA DE CAPACITACIÓN INFORMÁTICA

Telf: (02) 2542026 Ext: 246



CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

Telf: (02) 2542026 Ext: 218



LABORATORIO DE PROTOTIPOS

Telf: (02) 2542026 Ext: 218



LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Telf: (02) 2542026 Ext: 223



LABORATORIO DE PAVIMENTOS

Telf: (02) 2550910



DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA

Telf: (02) 2238970



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Telf: (02) 2522655



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Telf: (02) 2238744 Ext: 211



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA POPULAR - DIP

Telf: (02) 2542026

Ing. Cecilia Flores Villalva M.Sc.
DECANA

Ing. Flavio Arroyo M.Sc.
SUBDECANO

 <http://uce-ing-informatica.blogspot.com/>