

Resultados de investigaciones técnicas desde la perspectiva multidisciplinaria

Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez




Ediciones
Uleam



Varios autores

**Resultados de Investigaciones técnicas desde la
perspectiva multidisciplinaria, Instituto
Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez**

Varios autores





Texto arbitrado bajo la modalidad doble par ciego

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Ciudadela universitaria vía circunvalación (Manta)

www.uleam.edu.ec

Dr. Marcos Zambrano Zambrano, PhD.

Rector

Dr. Pedro Quijije Anchundia, PhD.

Vicerrector Académico

Dra. Jackeline Terranova Ruiz, PhD.

Vicerrectora de Investigación, Vinculación y Postgrado

Lcdo. Klever Delgado Reyes, Mag.

Dirección de Investigación, Publicaciones y Servicios Bibliográficos

**Resultados de Investigaciones técnicas desde la perspectiva multidisciplinaria,
Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez**

Varios autores

Edición: Primera. Septiembre de 2024. Publicación digital

ISBN: 978-9942-827-96-8

Trabajo de edición y revisión de texto: Mag. Alexis Cuzme Espinales

Diagramación, edición de estilo y diseño de portada: Mag. José Márquez Rodríguez

Una producción de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, registrada en la Cámara Ecuatoriana del Libro.

Prohibida su venta.

Sitio Web: www.uleam.edu.ec

Catálogo editorial: <https://libros.uleam.edu.ec/>

Correo institucional: diist@uleam.edu.ec

Teléfonos: 2 623 026 Ext. 255

Índice

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1	7
Sostenibilidad y seguridad en mantenimientos durante el periodo de veda en embarcaciones pesqueras	7
CAPÍTULO 2	35
Enfoque de la seguridad y salud en las áreas Administrativas	35
CAPÍTULO 3	51
Deserción Estudiantil en la Formación Superior Técnica -Tecnológica de Ecuador.....	51
CAPÍTULO 4	81
Eficiencia en sistemas de refrigeración con utilización de refrigerantes genéricos.....	81
CAPÍTULO 5	107
Sostenibilidad de los Recursos Acuáticos: contribuyendo desde las Funciones Sustantivas.....	107
CAPÍTULO 6	140
La eficiencia energética a través de la inteligencia artificial	140
Capítulo 7	162
Elementos de construcción a base de inyección de polímeros orgánicos reciclados.....	162
CAPÍTULO 8	188
La realidad aumentada aplicada a la supervisión y mantenimiento industrial	188
CAPÍTULO 9	204
Gestión del mantenimiento y su aplicación en la Industria.....	204
CAPÍTULO 10	229
La política comercial en el comercio exterior ecuatoriano.....	229
CAPÍTULO 11	250
Procesamiento de embutidos libres de insumos químicos en la industria artesanal.....	250

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez (ISTLAM) ha avanzado de manera firme y sostenida en el fortalecimiento de sus procesos sustantivos y de apoyo. Este esfuerzo constante ha permitido que la institución sea reconocida como una Institución de Educación Superior Acreditada por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) y alcanzar la condición de Superior Universitario otorgada por el Consejo de Educación Superior (CES).

Los profesionales formados en nuestra institución desempeñan un papel fundamental en el dinamismo económico tanto de la provincia como del país. No solo contribuyen laborando en instituciones públicas y privadas, sino que también generan cientos de empleos mediante la creación de emprendimientos sólidos en diversas áreas tecnológicas.

Con infraestructura repotenciada y pertinente tanto en nuestra sede matriz de Manta como en la extensión de Jaramijó y con un equipo docente y administrativo altamente profesional y comprometido, teníamos un sueño por cumplir, iniciar las publicaciones institucionales que difundan los resultados de los diversos procesos de investigación llevados a cabo por nuestros docentes y estudiantes.

Gracias al invaluable apoyo del Dr. Marcos Zambrano, PhD, rector de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), la guía del personal técnico de la Dirección de Investigación, Publicaciones y Servicios Bibliográficos (ULEAM), junto con la dedicación de un comprometido grupo de docentes que participaron activamente en la elaboración del libro titulado “Resultados de Investigaciones Técnicas desde la Perspectiva Multidisciplinaria, Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez”, podemos afirmar con orgullo que desde manta hemos iniciado una nueva etapa de divulgación técnica-científica.

Es esta riqueza humana de un cantón lleno de gente trabajadora, orgullosa de sus raíces, inteligente y visionaria, alegre y diversa, la que impulsa la demanda de profesionales en diversos campos académicos. Desde el ISTLAM, respondemos a

esta necesidad a través de nuestras 14 carreras tecnológicas superiores, formando el talento que contribuye al desarrollo de la región.

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Tecnología Superior en Mecánica Industrial

Tecnología Superior en Electricidad

Tecnología Superior en Refrigeración y Aire Acondicionado, presencial y dual

Tecnología Superior en Electrónica

Tecnología Superior en Acuicultura

Tecnología Superior en Procesamiento de Alimentos

Tecnología Superior en Logística Portuaria

Tecnología Superior en Logística Multimodal

Tecnología Superior en Mecánica Naval

Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

Tecnología Superior en Mecánica y Operación de Máquinas

Tecnología Superior en Soldadura

Estimados lectores, en esta primera publicación podrán descubrir la riqueza académica de nuestra institución, a través de diversas investigaciones técnicas. En cada uno de los temas, nuestros docentes expertos analizan los desafíos contemporáneos y proponen recomendaciones innovadoras para abordarlos de manera efectiva.

Desde la electrónica, que conecta sociedades, hasta la logística que impulsa la eficiencia, desde la seguridad y salud ocupacional que protege nuestras vidas, hasta la climatización que nos brinda entornos confortables en tiempos de calentamiento global; desde la acuicultura sostenible que desarrolla nuevos métodos para minimizar los impactos hasta el procesamiento de alimentos que permite mejorar la inocuidad de los productos; desde la electricidad que ilumina nuevas ideas hasta la mecánica naval que nos lleva a explorar nuevos horizontes; y en todo ello la docencia y la pedagogía que subyacen como la

piedra angular de todo el quehacer académico del Instituto, esta publicación refleja el rico y diverso tejido académico de nuestro instituto.

Reitero que este es el comienzo de una nueva etapa en la divulgación técnico-científica, dirigida tanto a la academia como a la sociedad en general, desde las aulas, talleres y laboratorios del ISTLAM.

Lo tenemos todo, sólo faltas tú...

Blgo. Hernán Jiménez, Mg.

Rector ISTLAM

CAPÍTULO 1

Sostenibilidad y seguridad en mantenimientos durante el periodo de veda en embarcaciones pesqueras

José Carlos Mieles Álava

ORCID: 0000-0002-5421-6961

Correo: josemieles0404@gmail.com

Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez

Sagia Adriana Delgado Salinas

ORCID: 0000-001-7394-3390

Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez

Publio David Anchundia Hidalgo

ORCID: 0000-0002-8749-436X

Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez

1. SOSTENIBILIDAD

1.1. Sostenibilidad y sustentabilidad

El desarrollo sostenible, concepto que se ha formado desde inicios del milenio, es cada vez más relevante debido al impacto del calentamiento global y la globalización y la continua evolución tanto en los países desarrollados como en desarrollo. Sin embargo, surge la pregunta de si la sostenibilidad es realmente la clave para garantizar que las generaciones futuras puedan disfrutar del mundo tal como lo experimentamos hoy. Como señala Ávila (2018) en su trabajo, este concepto se ha fragmentado con el tiempo y ha perdido cualquier conexión con sus raíces originales. Aunque los términos sostenibilidad y sustentabilidad suelen usarse indistintamente en contextos que implican un destino común, es importante reconocer que estos dos conceptos tienen matices diferentes. Si bien la sostenibilidad aborda la armonía entre varios sistemas, considera cada sistema individualmente (p. 409).

En la actualidad, se está presenciando un crecimiento palpable en la demanda de incorporar la conciencia ambiental en el entorno educativo, lo cual es especialmente evidente en el ámbito de la educación ambiental. Un aspecto crucial en esta evolución es la publicación del influyente Informe Brundtland, que ha propiciado un cambio en la orientación de la educación ambiental, direccionándola hacia el concepto central de

sostenibilidad. En este marco de evolución, resulta de suma relevancia considerar la trascendencia de la conferencia internacional más reciente, denominada *Medio ambiente y sociedad: Educación y conciencia pública para la sostenibilidad* (UNESCO, 1997). En dicha conferencia, el director de la UNESCO, Mayor Zaragoza, hizo hincapié en la urgente necesidad de llevar a cabo una reevaluación profunda de los sistemas educativos en todos los países, con el objetivo de fomentar actitudes y conductas que sean coherentes con una cultura arraigada en la sostenibilidad.

La idea de promover la conciencia ambiental en las instituciones educativas adquiere una dimensión crucial en la sociedad actual donde la preocupación ambiental es cada vez mayor. Con la intensificación de los debates sobre el cambio climático y la degradación ambiental, la educación ambiental ha ido cambiando gradualmente. El Informe Brundtland ha sido fundamental para cambiar el enfoque hacia la sostenibilidad y allanar el camino hacia una perspectiva más holística. Este cambio de paradigma encuentra resonancia en la reciente conferencia internacional “Medio ambiente y sociedad: educación y conciencia pública para la sostenibilidad” (UNESCO, 1997), donde el Director de la UNESCO, alcalde de Zaragoza, destacó la importancia de una revisión exhaustiva de los sistemas educativos en todo el mundo. Su llamado a la acción es promover actitudes y comportamientos compatibles con la construcción de una cultura basada en los principios de la sostenibilidad, cuya importancia es vital para el desarrollo de un futuro equilibrado y duradero (García y Vergara, 2000, p. 473).

1.2. La sostenibilidad en la pesca

La sostenibilidad en la pesca y el transporte marítimo significa la capacidad de mantener un uso equilibrado de los recursos hídricos, garantizando la conservación a largo plazo de las especies y ecosistemas marinos. Esto implica adoptar prácticas de pesca responsables para evitar la sobreexplotación de los recursos y reducir los impactos negativos en el medio ambiente natural.

En el contexto de la pesca, la sostenibilidad implica la imposición de límites de captura basados en la capacidad reproductiva de las especies, así como la aplicación de estrategias de conservación y buena gestión pesquera. Además, busca promover el uso de prácticas de pesca selectiva que minimicen la captura de especies no objetivo y juveniles, así como incentivar la adopción de tecnologías más sustentables como redes de pesca selectiva y dispositivos para evitar la captura de tortugas marinas.

En el caso de los buques, la sostenibilidad significa reducir el impacto ambiental de las actividades pesqueras mediante la adopción de tecnologías más eficientes y limpias, como motores de bajo consumo de combustible y sistemas de gestión de residuos a bordo. Asimismo, busca garantizar la seguridad y el bienestar de los pescadores mediante la creación de condiciones laborales y medidas de seguridad adecuadas en el trabajo.

La importancia de la pesca y los buques sostenibles radica en garantizar la disponibilidad continua de recursos pesqueros, así como en proteger los ecosistemas marinos y mantener la resiliencia de las comunidades pesqueras. Esto requiere la implementación de políticas y regulaciones efectivas, así como la cooperación entre diversas partes interesadas, incluidos gobiernos, pescadores, científicos y organizaciones internacionales, para lograr una gestión responsable del agua y garantizar un futuro viable para la pesca y las actividades marinas (Crespo y Jiménez, 2021).

La sostenibilidad juega un papel importante en la industria pesquera, ya que la industria enfrenta desafíos como la sobreexplotación de los recursos hídricos, la degradación de los hábitats marinos y la captura de peces jóvenes y subdesarrollados. El concepto de pesca sostenible se centra en encontrar un equilibrio entre las necesidades de los pescadores y la conservación de las poblaciones de peces, con el objetivo principal de asegurar la continuidad de las especies y proteger el ecosistema marino circundante. Para lograr este equilibrio se están utilizando enfoques como el cierre de temporadas, que supone suspender la captura de determinadas especies durante su época de reproducción, así como fomentar el desarrollo de instalaciones acuícolas como alternativa viable a la sobreexplotación de recursos y la disminución de las capturas. Para regular y gestionar las actividades pesqueras, la Unión Europea ha establecido la Política Pesquera Común (PPC), cuyo objetivo principal es promover prácticas pesqueras sostenibles y proteger la integridad del medio marino]. En última instancia, la sostenibilidad desempeña un papel fundamental para garantizar la viabilidad a largo plazo de la pesca, así como la disponibilidad de recursos pesqueros para las generaciones futuras.

Durante la fase de cierre, cuando un barco se retira del servicio activo, es esencial un mantenimiento exhaustivo para garantizar que el casco y otros componentes permanezcan en óptimas condiciones. Hay varios tipos de mantenimiento que se deben

realizar para abordar problemas como la corrosión del casco, incrustaciones (acumulación de organismos marinos en el casco) y daños mecánicos al casco. A continuación, se muestra una descripción de estos tipos de mantenimiento:

La corrosión es un problema común en los barcos debido a su constante exposición al agua salada. Durante las fases de cierre es importante examinar y tratar cualquier signo de corrosión en el casco. Esto puede incluir limpiar y eliminar el óxido y aplicar revestimientos anticorrosivos para proteger el casco de daños futuros. Se debe prestar especial atención a las zonas más vulnerables, como las zonas expuestas y las uniones soldadas, para evitar la propagación de la corrosión.

La incrustación es la acumulación de organismos y microorganismos marinos en el casco de una embarcación, lo que puede aumentar la resistencia y reducir la eficiencia de la embarcación. Durante las fases de cierre se deberá realizar una limpieza profunda del casco para eliminar cualquier acumulación de contaminación. Esto puede implicar el uso de equipos de alta presión o técnicas de chorro abrasivo para eliminar eficazmente los organismos adheridos. También existe la opción de pintar el casco con pinturas antiincrustantes para evitar futuras colonizaciones de organismos.

Durante el funcionamiento activo, es posible que el casco sufra daños mecánicos por colisiones, impactos o desgaste. Durante las fases de cierre es importante realizar inspecciones exhaustivas para detectar y reparar cualquier daño en el casco. Esto puede incluir la reparación de grietas, abolladuras u otras formas de daño estructural. La reparación debe realizarse utilizando materiales y técnicas adecuadas para garantizar la integridad estructural y la seguridad de la embarcación. Cada tipo de mantenimiento requiere procedimientos específicos y en algunos casos el apoyo de profesionales especializados para garantizar que la embarcación esté en óptimas condiciones para su próximo período activo.

1.3. Sostenibilidad en mantenimientos durante periodos de veda

En la actualidad se habla mucho sobre la sostenibilidad y su importancia para el desarrollo a nivel mundial, tal es así que, según Brundtland (1987) en el Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo: Nuestro futuro común se define el desarrollo sostenible como *el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus*

propias necesidades, esto con la finalidad de garantizar un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado al medio ambiente y el bienestar de la sociedad.

Es importante comprender que el sector industrial es el principal contaminante del mundo y que a la fecha actual existen tratados y convenios internacionales enfocados en prevenir y controlar la contaminación a nivel mundial, así como también fomentar prácticas de sostenibilidad en todos los procesos industriales.

Tal es así que según Ocena (s.f) la mayor organización internacional dedicada exclusivamente a proteger los océanos del mundo indica que el 90% del comercio mundial se realiza por mar a través de unos 90.000 buques. Al igual que otros modos de transporte que utilizan combustibles fósiles, los barcos emiten dióxido de carbono, lo que contribuye significativamente al cambio climático y a la acidificación del océano. Además de dióxido de carbono, los barcos también emiten una serie de contaminantes que agravan el problema tales como residuos de lubricantes, materiales metálicos y plásticos. Así también menciona que la industria naval es responsable de una gran parte del problema del cambio climático. Así mismo afirma Ocena (s.f.) que más del 3% de las emisiones globales de dióxido de carbono pueden relacionarse con el transporte naval. De hecho, si el transporte naval del mundo fuese un país, sería el sexto emisor de gases con efecto invernadero. Sólo los India, Rusia Estados Unidos, Japón y China, emiten más dióxido de carbono que el resto de las flotas mundiales. Sin embargo, las emisiones de dióxido de carbono que producen las embarcaciones no tienen una regulación.

Se considera a la industria naval como emblemática y estratégica en varios sentidos, dado que maneja grandes rubros los cuales están relacionados con una multitud de industrias conexas, por lo cual se convierte en una pieza importante en el sector de la industria pesada a nivel mundial. Dicho esto, se mencionan algunas de las consideraciones que ubican a la industria naval como una de las más importantes en el mundo, entre las principales tenemos que la navegación es indispensable para el comercio internacional y que se manejan billones de dólares de facturación global anual.

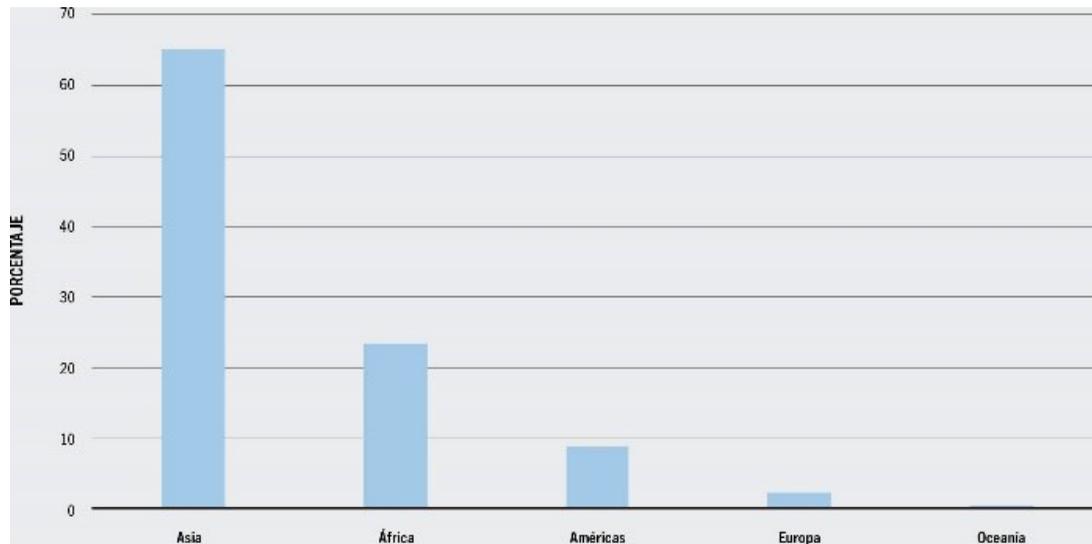
Motivo por el cual la industria naval a nivel mundial genera de forma directa e indirecta un sin número de actividades comerciales relacionadas con la actividad económica específica de las embarcaciones, entre estas tenemos los siguientes sectores: pesquero, turismo, transporte de carga pesada y maquinarias, transporte de alimentos, transporte y abastecimiento de combustibles, militares y de control territorial,

deportivo. Producto de cada una de estas actividades económicas se generan otras actividades relacionadas con la compra de insumos, repuestos, materiales, contratación de servicios logísticos, portuarios, avituallamientos, contratación de servicios de operación y mantenimiento, seguridad física, estiba y descargas, entre otros.

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020) el sector pesquero a nivel mundial contaba con una flota estimada de 4,1 millones de embarcaciones de pesca. Esta cifra ha descendido en los últimos veinte años, principalmente debido a los programas de reducción de flotas llevados a cabo en el continente europeo y en China, que comenzaron en 2000 y 2013, respectivamente, y se tuvieron en cuenta en una revisión reciente de los datos de la FAO sobre las flotas. Esta misma afirma que El tamaño de la flota mundial se redujo algo menos del 10% entre 2015 y 2020 y algo menos del 4% entre 2019 y 2020. Corresponde en el continente asiático la mayor flota pesquera a nivel mundial, estimada en 2,68 millones de embarcaciones o cerca de dos tercios del total mundial en 2020. Esta proporción disminuyó un 8% entre 2015 y 2020. La flota de África ha ido aumentando en relación con la del resto del mundo, y actualmente comprende el 23,5% de las embarcaciones de pesca a nivel mundial, un 10% más que en 2015. Las Américas representan actualmente menos del 9 % de la flota mundial, un 1,5% menos que en 2015. Europa y Oceanía han mantenido un porcentaje estable del 2% y menos del 1%, respectivamente, de la flota total mundial. A continuación, en la figura 1 se muestra en porcentajes la distribución de las embarcaciones de pesca del mundo por continente hasta el año 2020.

Figura 1

Distribución de las embarcaciones de pesca del mundo por continente



Nota. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020)

Gran parte estas embarcaciones se someten periódicamente a paras por mantenimientos ya sea en puertos o diques, estas aprovechan los periodos de vedas para realizar estas actividades, durante los cuales se prohíbe la captura de ciertas especies marinas para evitar la depredación de los recursos naturales y permitir su reproducción y subsistencia.

1.4. Mantenimientos sostenibles

Según Chávez y Robles (2021) la necesidad del mantenimiento en las embarcaciones pesqueras se convierte en un factor indispensable debido a que la embarcación es considerada como una industria navegante dado que está conformada por diversas áreas, sistemas y equipos que necesitan ser conservados en óptimo estado operativo para evitar su deterioro y lograr el objetivo económico de la misma.

Tal es así que se realizan trabajos de mantenimiento menores o estrictamente necesarios durante los periodos de faenas de pesca de las embarcaciones, pero la ejecución de trabajos mayores se planifica para ser realizados durante los periodos de veda.

En el mismo sentido Berrío (2020) indica que los trabajos de mantenimiento a realizar en las embarcaciones varían según el tipo de construcción de la embarcación (ya sea en acero naval, en madera y fibra de vidrio o mixtas), según el tamaño de la

embarcación y según la actividad específica de la embarcación. Entre los trabajos que se realizan se tienen los siguientes: Mantenimientos a sistemas eléctricos, mantenimientos a sistemas oleohidráulicos, mantenimientos a sistemas de refrigeración, mantenimientos a motores de combustión interna, mantenimientos de gasfitería, mantenimientos de soldadura, mantenimientos de carpintería, mantenimientos a sistemas de propulsión, mantenimientos en diques, mantenimiento de equipos y sistemas auxiliares, mantenimiento de habitabilidad, mantenimiento de artes de pesca, mantenimiento de vehículos auxiliares para maniobras de pesca (speedboats, pangas, helicópteros), limpiezas de tanques y reservorios de lubricantes, agua y combustibles, mantenimiento de cubas para almacenamiento de pesca, mantenimiento de equipos electrónicos y de navegación.

Por este motivo Ibrahim et al. (2019) indican que la gran mayoría de estas actividades de mantenimiento conllevan el uso de materiales e insumos contaminantes para el medio ambiente tales como: lubricantes, refrigerantes, filtros, materiales plásticos y metálicos, químicos, pinturas, entre otros. Por este motivo es importante que se realicen controles sobre el uso y manejo de este tipo de materiales e insumos para que sean colocados adecuadamente y desechados de manera correcta. Existen procesos de clasificación y reciclaje de materiales, tales como el reciclaje del aceite que se cambia a las máquinas rotativas, sistemas oleohidráulicos y de combustión interna, el cual es almacenado en un reservorio específico de la embarcación hasta que sea retirado por un entidad certificada y competente que transporte estos fluidos desde las embarcaciones hacia entidades que realizan procesos de regeneración o reutilización para otros procesos productivos.

Procesos como los mantenimientos del sistemas y equipos de refrigeración están mejorando ya que la mayoría de embarcaciones han cambiado sus sistemas del uso del R-22 conocido como Freón al uso de refrigerante R-717 más conocido como Amoniaco, el cual es un refrigerante natural con alto efecto refrigerante, ideal para la congelación y conservación de la pesca y de bajo efecto contaminante para la capa de ozono, pero con la particularidad de que es tóxico para el ser humano y representa el tener protocolos muy estrictos y personal muy calificado en el manejo de esta sustancia al momento de realizar trabajos de reparaciones y mantenimientos en el sistema tales como reparación de compresores, cambios de tuberías, cambios de válvulas, limpieza de condensadores, monitoreo de sensores de temperaturas, cambio de elementos de medición y control.

Los procesos de purgas y vacío deben realizarse de manera responsable, así como también el manejo adecuado de los materiales de recambio deben estar enfocados al reciclaje y correcto protocolo de clasificación y desecho en caso de que no sean reciclables.

En los trabajos de mantenimiento de sistemas eléctricos se utilizan materiales como solventes, pinturas, barnices, materiales plásticos, materiales metálicos como rodamientos, terminales, cables, y demás insumos eléctricos como breakes, contactores, variadores de frecuencias, PLC, luminarias, los cuales en el caso de ser reemplazados deberán ser correctamente clasificados, desechados o someterse a un proceso de reciclaje.

Como se mencionó anteriormente, las embarcaciones utilizan el periodo de veda para realizar la planificación de mantenimientos mayores, dicho esto Hernández (2021) menciona que estas planificaciones contienen diferentes tareas a realizar en astilleros navales o diques donde las embarcaciones se someten a maniobras para emerger por completo desde el mar y conllevan actividades como: Sandblasting de superficies (casco, cubiertas, superestructuras), pintura de casco, superestructuras, cubiertas, depósitos o tanques, revisiones generales en sistemas de abastecimiento, reparaciones de maquinarias principales y auxiliares, recambio de equipos obsoletos, reparación, modificación y comprobaciones en sistemas de propulsión (ejes, hélice, chumaceras, sellos, timón y pala), cambio de sistemas de caja de mar y tomas de fondo, cambio de planchares de obra viva y obra muerta, entre otras mediciones y comprobaciones que no se pudiesen realizar con la embarcación fondeada.

Estos procesos de mantenimiento generan grandes cantidades de materiales de desecho como granalla, residuos de pinturas, residuos de soldadura, residuos de lubricantes, aguas oleosas, así como también generan un alto consumo de materiales como pinturas, químicos, insumos para procesos de soldadura como electrodos, gases, entre otros.

Finalmente, Çinar et al. (2020) mencionan se deben establecer políticas estrictas como por ejemplo certificaciones y auditorias para evitar que todos estos desechos generados por el mantenimiento no sean desechados intencional ni accidentalmente al mar, ya que es donde se realizan la mayor parte de estas actividades. Así también es importante mencionar que el personal debe recibir constantemente inducciones sobre los efectos de la contaminación y el impacto que genera.

2. SEGURIDAD

2.1. Principios de la seguridad en mantenimiento

La seguridad es un tema para conocer cada vez que se debe dar mantenimiento a las embarcaciones pesqueras para lo cual se debe conocer los conceptos a fin de reconocer las diferencias.

La seguridad marítima es un tema relativamente nuevo en las relaciones entre países y se puede rastrear hasta el Informe de la Comisión Mundial Independiente de los Océanos (1998) titulado *El Océano, nuestro futuro*. Este informe coincidió con el Año Internacional de los Océanos de las Naciones Unidas. En ese informe se señalaron medidas tanto militares como civiles para abordar las amenazas en el mar, así como estrategias de gobernabilidad para gestionar estas medidas. Sin embargo, la atención hacia la seguridad marítima aumentó significativamente después de los ataques a buques estadounidenses en el puerto de Adén en 2000 y los trágicos sucesos del 11 de septiembre de 2001, lo que finalmente situó a la seguridad marítima en el centro de la agenda política internacional (Sánchez,2020).

- **Seguridad:** Según la OIT (s.f.) la seguridad un proceso de resolución de problemas individuales, colectivos, estatales, regionales, interestatales y globales, con el fin de garantizar la vida, la integridad física o los derechos elementales de las personas en una dimensión de orden público, económica, social, medioambiental o militar, de acuerdo a actitudes o estrategias de disuasión, de negociación, de integración o de forma individual
- **Seguridad Marítima:** Para García (2019) la Seguridad marítima podría ser definida como “la protección del territorio, el territorio marítimo, la infraestructura, la economía, el medio ambiente y la sociedad de un Estado contra ciertos actos dañinos que ocurren en el mar”, haciendo referencia a las amenazas provocadas por otros actores, estatales o no estatales, y otros riesgos naturales, así como la importancia de vincular la zona terrestre adyacente al espacio marítimo.

La Organización Internacional del Trabajo (s.f.) enfatiza en sus fundamentos la distinción crucial entre *riesgo* y *peligro*, dos conceptos que a menudo se confunden debido a su similitud. Para aclarar estas definiciones: el *peligro* se refiere a cualquier situación o elemento que tiene el potencial de causar daño o perjuicio. En contraste, el

riesgo implica la evaluación de la probabilidad de que ocurra un evento dañino y la magnitud del daño que podría resultar de ese evento.

Mantenibilidad se refiere a cuán fácil y rápido es realizar las tareas de mantenimiento en un equipo o máquina para restaurarlo a su estado de funcionamiento óptimo. Esto se logra siguiendo procedimientos específicos y definidos (Roldón, 2017).

Pérez (2021) define al mantenimiento en el conjunto de actividades realizadas por los responsables del departamento o área de mantenimiento. Su objetivo es garantizar que los equipos, máquinas, componentes e instalaciones utilizados en un proceso industrial estén en las condiciones adecuadas para funcionar según su diseño original. Este trabajo implica una combinación de conocimiento, experiencia, habilidades y colaboración en equipo, así como la coordinación con otras partes de la organización para una gestión eficaz. Las metas y el rendimiento se miden mediante indicadores específicos. También cita una definición conocida que dice lo siguiente:

"Cuando todo va bien, nadie recuerda que existe. Cuando algo va mal, dicen que no existe. Cuando se trata de gastos, se considera innecesario. Pero cuando realmente no existe, todos están de acuerdo en que debería existir".

2.2. Tareas de mantenimiento en embarcaciones pesqueras

En la investigación de Chuquirima (2022) nombra las principales averías de las embarcaciones pesqueros artesanales donde se le da atención a el casco de las mismas, en las cuales manifiesta que suceden por 3 aspecto: Corrosión, Biodegradación por microorganismos marinos y daños como fatiga, abrasión, impacto entre otros (p. 20).

Para comprender con mayor profundidad el ámbito de los riesgos en el mantenimiento de embarcaciones pesqueras, es fundamental conocer tanto los riesgos específicos asociados a esta actividad como los tipos de riesgos en general. Para empezar, es esencial identificar las áreas donde se realizan típicamente los trabajos de mantenimiento durante los períodos de veda.

Las principales tareas que se llevan a cabo en estos períodos incluyen:

- Limpieza del casco: Esta tarea implica la limpieza y mantenimiento de la parte externa del casco de la embarcación. Puede ser crucial para mantener la eficiencia y la seguridad de la embarcación.
- Pintura del casco: La pintura del casco es esencial para proteger la estructura de la embarcación contra la corrosión y los elementos marinos. Sin embargo, el proceso

de pintura puede conllevar riesgos relacionados con la inhalación de vapores tóxicos.

- Soldadura del casco: Cuando se requieren reparaciones estructurales, la soldadura del casco es una tarea común. Sin embargo, esta actividad conlleva riesgos de quemaduras y exposición a sustancias peligrosas.
- Mantenimiento de motores y generadores: Los motores y generadores son componentes críticos en una embarcación pesquera. Su mantenimiento puede implicar riesgos asociados con piezas en movimiento, sustancias inflamables y sistemas eléctricos.
- Mantenimiento de componentes hidráulicos: Las embarcaciones pesqueras suelen utilizar sistemas hidráulicos para diversas operaciones. El mantenimiento de estos sistemas puede ser riesgoso debido a la presión hidráulica y la manipulación de fluidos.
- Limpieza de cubas: La limpieza de las cubas utilizadas para almacenar pescado u otros productos puede implicar riesgos de caídas y contacto con sustancias potencialmente peligrosas.
- Mantenimiento de la red: La red de pesca es esencial en la actividad pesquera. Su reparación y mantenimiento pueden conllevar riesgos relacionados con el manejo de equipos pesados y filosos.
- Mantenimiento eléctrico: La reparación y el mantenimiento de sistemas eléctricos a bordo presentan riesgos asociados con descargas eléctricas.

Estas son algunas de las tareas más comunes realizadas durante los períodos de veda en embarcaciones pesqueras. Es importante destacar que cada una de estas actividades puede tener riesgos específicos que deben ser evaluados y gestionados adecuadamente para garantizar la seguridad de la tripulación y la integridad de la embarcación. Además, es esencial contar con procedimientos de seguridad y capacitación adecuados para minimizar estos riesgos.

2.3. Riesgos laborales

Según el material de apoyo para una cultura de la prevención (2014) desarrollado en Argentina con el ministerio de trabajo y seguridad social, Ministerio de Educación y la

OIT. Clasifican los riesgos en: Riesgos de Seguridad, Riesgos de Medio Ambiente Físico, Riesgos Contaminante, Riesgos de Psicosociales y Riesgos Ergonómicos (figura 2).

Figura 2

Factores de riesgos



Nota. Representación de los factores de riesgos fuente: Material de apoyo a la formación Salud y Seguridad en el trabajo SST, desarrollado en Argentina con el ministerio de trabajo y seguridad social, Ministerio de Educación y la OIT.

- Factores de riesgos de seguridad: Son aquellos producidos por objetos, maquinas, equipos, herramientas (manuales o eléctricas) que, por malas condiciones, faltas de mantenimiento o por quitar las protecciones pueden ocasionar alguna lesión. Dentro de estos riesgos quedan también los provocados por la electricidad y por incendios
- Riesgos del ambiente físico: Estos son generados por las temperaturas sean altas o bajas, por los ruidos que, generados en el trabajo, las iluminaciones tanto excesivas como deficientes, vibraciones, radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Riesgos contaminantes: Estos riesgos los dividimos en dos en los Químicos; Aquellos que pueden ser sustancias que durante su uso, fabricación o transporte puedan incorporare al ambiente en aerosol, gas o vapor y también al órgano humano por medio de la piel, vías respiratorias, o aparato digestivo. Los segundo son los Biológicos estos se presentan por virus, bacterias, protozoos, hongos, gusanos y parásitos

- **Riesgos ergonómicos:** La ergonomía es la adaptación del puesto de trabajo al hombre, el diseño de los puestos de trabajo, los movimientos repetitivos, sobreesfuerzos todos estos trabajos que se realizan en posturas inadecuadas, que puedan causar daños y lesiones posturales estáticos o dinámicos.
- **Riesgos psicosociales:** Son los que afectan la psiquis es sus aspectos emocional, intelectual y social, este se da por factores organizacionales, las tareas, el clima laboral, el mobbing y el acoso sexual y violencia laboral

2.4. Medidas de prevención

Ahora que se identificaron las principales tareas en el mantenimiento de una embarcación, así como los riesgos asociados, se procedera a detallar cada una de ellas. Además, se proporciona una lista exhaustiva de los riesgos específicos que conlleva cada tarea, junto con las correspondientes medidas de prevención recomendadas.

Limpieza del Casco

Riesgos

- **Riesgos de seguridad:** La limpieza del casco a menudo implica trabajar en áreas elevadas y resbaladizas, lo que aumenta el riesgo de caídas. La seguridad de los trabajadores es de gran preocupación.
- **Riesgo del medio ambiente físico:** Los trabajadores pueden estar expuestos a condiciones climáticas extremas, como calor intenso o frío, mientras realizan esta tarea.
- **Riesgos contaminantes:** Existe la posibilidad de entrar en contacto con pinturas, limpiadores u otros productos químicos tóxicos utilizados para la limpieza del casco.
- **Riesgos psicosociales:** La presión para mantener la embarcación en condiciones óptimas puede generar estrés entre los trabajadores.

Principales medidas de prevención

- Utilizar arneses de seguridad y líneas de vida al trabajar en alturas.
- Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.
- Proporcionar ropa adecuada para proteger contra temperaturas extremas.
- Asegurarse de que los trabajadores estén bien hidratados y protegidos del sol.

Pintura del Casco

Riesgos

- Riesgos de seguridad: La pintura del casco a menudo implica trabajar en alturas, lo que aumenta el riesgo de caídas. Se deben tomar medidas de seguridad adecuadas.
- Riesgo del medio ambiente físico: La exposición a los vapores tóxicos emitidos por las pinturas es un riesgo importante. Los trabajadores deben usar equipos de protección adecuados.
- Riesgos contaminantes: El contacto con pinturas y solventes puede ser perjudicial para la salud si no se toman las precauciones necesarias.

2.5. Principales medidas de prevención

- Usar equipo de protección personal, como gafas de seguridad y guantes.
- Trabajar en áreas bien ventiladas o usar equipos de respiración si es necesario.
- Realizar trabajos de pintura en espacios cerrados o bajo toldos para reducir la exposición a elementos climáticos extremos.

Soldadura del Casco

Riesgos

- Riesgos de seguridad: La soldadura del casco implica el riesgo de quemaduras y lesiones por objetos calientes. Se requieren protecciones adecuadas.
- Riesgo del medio ambiente físico: La exposición a la radiación de la soldadura y al humo generado durante el proceso es un riesgo. Se deben utilizar equipos de protección.
- Riesgos psicosociales: Mantener altos estándares de seguridad durante la soldadura puede generar estrés entre los trabajadores.

Principales medidas de prevención

- Proporcionar equipos de protección personal, como visores de soldadura, guantes ignífugos y prendas de protección contra chispas.
- Establecer áreas designadas para la soldadura con señalización clara.
- Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición al humo y la radiación.

Mantenimiento de Motores y Generadores

Riesgos

- Riesgos de seguridad: Los motores y generadores tienen partes móviles peligrosas. Existe el riesgo de lesiones por contacto con estas partes.
- Riesgo del medio ambiente físico: La exposición al ruido y a las vibraciones es común durante el mantenimiento de motores y generadores.
- Riesgos psicosociales: Los trabajadores pueden experimentar estrés debido a la responsabilidad de mantener estos sistemas en buen estado.
- Riesgos ergonómicos: Las posiciones incómodas al acceder a partes del motor pueden causar problemas de ergonomía.

Principales medidas de prevención

- Apagar y bloquear la energía antes de realizar cualquier trabajo.
- Proporcionar formación sobre el manejo seguro de herramientas y equipo.
- Proporcionar protectores de oídos para reducir la exposición al ruido.

Mantenimiento de Componentes Hidráulicos

Riesgos

- Riesgos de seguridad: El mantenimiento de componentes hidráulicos implica el peligro de atrapamiento o lesiones por partes en movimiento. Se deben seguir procedimientos de seguridad estrictos.
- Riesgo del medio ambiente físico: Existe la exposición a fluidos hidráulicos a alta presión, lo que puede representar un riesgo si no se maneja correctamente.
- Riesgos psicosociales: La importancia crítica de mantener los sistemas hidráulicos en funcionamiento puede generar estrés entre los trabajadores.

Principales medidas de prevención

- Capacitar a los trabajadores en el manejo seguro de sistemas hidráulicos y en el uso de equipo de protección personal, como guantes y gafas de seguridad.
- Inspeccionar y mantener regularmente los sistemas hidráulicos para prevenir fugas y reducir el riesgo de exposición a fluidos a alta presión.

Limpieza de Cubas

Riesgos

- Riesgos de seguridad: La limpieza de cubas puede implicar trabajar en áreas confinadas o elevadas, aumentando el riesgo de caídas. Se deben tomar correcciones para garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores.
- Riesgos psicosociales: Mantener limpias las instalaciones de almacenamiento puede generar estrés entre los trabajadores.
- Riesgos ergonómicos: Las posiciones incómodas durante la limpieza pueden afectar la ergonomía de los trabajadores.

Principales medidas de prevención

- Usar sistemas de acceso seguro, como escaleras y barandillas.
- Proporcionar equipos de protección personal, como arneses y cascos.
- Proporcionar herramientas ergonómicas y equipos de levantamiento para reducir el riesgo de lesiones por movimientos repetitivos.

Mantenimiento de la Red

Riesgos

- Riesgos de seguridad: El manejo de equipos pesados y filosos durante el mantenimiento de la red puede conllevar el riesgo de lesiones.
- Riesgo del medio ambiente físico: Los trabajadores en cubierta pueden estar expuestos a condiciones climáticas adversas, lo que puede afectar su seguridad y comodidad.

Principales medidas de prevención:

- Capacitar a los trabajadores en el manejo seguro de equipos pesados y proporcionar equipo de protección personal, como guantes resistentes a cortes.
- Proporcionar áreas de trabajo seguras y bien iluminadas para reducir el riesgo de lesiones.

Mantenimiento Eléctrico

Riesgos

- Riesgos de seguridad: La reparación y el mantenimiento de sistemas eléctricos pueden presentar el riesgo de descargas eléctricas. Los trabajadores deben tomar precauciones adecuadas.
- Riesgos psicosociales: La necesidad de mantener sistemas eléctricos funcionando de manera segura puede generar estrés entre los trabajadores.

Principales medidas de prevención

- Apagar y bloquear la energía antes de realizar cualquier trabajo.
- Proporcionar formación sobre el manejo seguro de sistemas eléctricos y el uso de equipo de protección personal.

Con una comprensión más profunda de los tipos principales de riesgos asociados a cada tarea y las medidas preventivas correspondientes, procederemos a proporcionar en la tabla 1 que compila esta información de manera exhaustiva.

Tabla 1*Principales Actividades y Riesgos del Mantenimiento en embarcaciones Pesqueras*

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
Limpieza de casco	<p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes resistentes al agua y botas impermeables.</p> <p>Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.</p> <p>Proporcionar capacitación sobre seguridad en espacios confinados.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.</p>	<p>Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición a sustancias químicas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Usar productos de limpieza y desinfectantes de baja toxicidad.</p> <p>Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.</p> <p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Fomentar un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo.</p> <p>Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar.</p>	<p>-Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.</p>

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
Pintura de Casco	<p>Proporcionar equipos de protección personal, como trajes de protección química y respiradores de pintura.</p> <p>Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.</p> <p>Proporcionar capacitación sobre el manejo seguro de productos químicos y pinturas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.</p>	<p>Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición a vapores químicos.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas.</p> <p>Proporcionar capacitación sobre seguridad en espacios confinados.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Proporcionar capacitación sobre el manejo seguro de productos químicos y pinturas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Usar pinturas y recubrimientos con bajo contenido de VOCs.</p> <p>Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.</p> <p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Fomentar un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo.</p> <p>Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar.</p>	<p>Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.</p>

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
Soldadura de casco	Proporcionar equipos de protección personal, como visores de soldadura, guantes ignífugos y prendas de protección contra chispas. Establecer áreas designadas para la soldadura con señalización clara. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.	Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición al humo y la radiación. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones. Proporcionar equipos de protección personal, como arneses y cascos. Rotar las tareas para evitar movimientos repetitivos y permitir el descanso de los músculos.	Utilizar sistemas de acceso seguro, como escaleras y barandillas. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas. Proporcionar equipos de protección personal, como arneses y cascos. Rotar las tareas para evitar movimientos repetitivos y permitir el descanso de los músculos. Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar.	Establecer un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo. Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar.	- Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.
Mantenimiento en el área de motores y generadores	Proporcionar equipos de protección personal, como guantes resistentes al aceite y gafas de protección. Mantener áreas de	Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición a vapores y gases. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones. Proporcionar equipos de protección personal, como	Utilizar herramientas y equipos diseñados específicamente para trabajos en motores y generadores. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar	Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar. Establecer un	- Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
	<p>trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar capacitación sobre seguridad en espacios confinados. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.</p>	<p>guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p>	<p>calzado antideslizante. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p>	<p>ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo.</p>	
Mantenimiento de componentes hidráulicos	<p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes resistentes al aceite y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar capacitación sobre seguridad en</p>	<p>Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición a vapores y gases. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Utilizar herramientas y equipos diseñados específicamente para trabajos en componentes hidráulicos. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de</p>	<p>Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar. Establecer un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo.</p>	<p>- Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.</p>

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
	espacios confinados. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.		protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.		
Limpieza cubas	de Proporcionar equipos de protección personal, como guantes resistentes al agua y botas impermeables. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar capacitación sobre seguridad en espacios confinados. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de	Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición a sustancias químicas. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.	Usar productos de limpieza y desinfectantes de baja toxicidad. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.	Fomentar un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo. Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar.	Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
	condiciones climáticas adversas.		Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.		
Mantenimiento de la red	<p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes resistentes al agua y botas impermeables.</p> <p>Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.</p> <p>Proporcionar capacitación sobre seguridad en espacios confinados.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.</p>	<p>Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir la exposición a sustancias químicas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Usar productos de limpieza y desinfectantes de baja toxicidad.</p> <p>Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante.</p> <p>Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.</p> <p>Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones.</p>	<p>Fomentar un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo.</p> <p>Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar.</p>	<p>Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.</p>

Tarea	Riesgos de Seguridad	Riesgos del Medio Ambiente Físico	Riesgos Contaminantes	Riesgos Psicosociales	Riesgos Ergonómicos
Mantenimiento eléctrico	Proporcionar equipos de protección personal, como guantes aislantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar capacitación sobre seguridad eléctrica. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y proporcionar refugio en caso de condiciones climáticas adversas.	Ventilar adecuadamente el área de trabajo para reducir el riesgo de inhalación de vapores y gases. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.	Usar herramientas y equipos eléctricos en buen estado y con sistemas de seguridad, como interruptores de seguridad y bloqueo de energía. Mantener áreas de trabajo libres de obstrucciones y usar calzado antideslizante. Proporcionar equipos de protección personal, como guantes y gafas de protección. Mantener áreas de trabajo bien iluminadas y libres de obstrucciones. Mantener áreas de trabajo bien ventiladas y libres de obstrucciones.	Proporcionar apoyo y recursos para manejar el estrés laboral, como asesoramiento o programas de bienestar. Establecer un ambiente de trabajo que fomente la comunicación abierta y la colaboración entre los miembros del equipo.	- Utilizar herramientas y equipos ergonómicos diseñados para minimizar la tensión física durante el trabajo.

Nota: Tabla de las principales tareas de mantenimiento con los riesgos existentes y medidas de prevención.

Cada una de estas tareas de mantenimiento en embarcaciones pesqueras lleva consigo una serie de riesgos específicos que deben ser identificados y gestionados adecuadamente para garantizar la seguridad de la tripulación y la integridad de la embarcación. La implementación de procedimientos de seguridad y la capacitación adecuada son cruciales para minimizar estos riesgos.

Conclusiones

En conclusión, la sostenibilidad y la seguridad en los mantenimientos durante el periodo de veda en embarcaciones pesqueras son aspectos fundamentales para garantizar la preservación de los recursos marinos y la protección de la salud y la vida de quienes realizan estas labores. Se examinaron detenidamente las tareas de mantenimiento más comunes, los riesgos asociados a ellas y las medidas de prevención recomendadas.

Esta investigación destaca la importancia de adoptar prácticas responsables y seguras en la industria pesquera durante los periodos de veda. La combinación de una gestión sostenible de los recursos, la implementación de protocolos de seguridad efectivos y la promoción de un entorno de trabajo saludable son pilares clave para el futuro de la pesca sostenible.

A medida que se avanza en esta exploración, es esencial recordar que el compromiso continuo con la investigación, la capacitación y la mejora constante son cruciales para abordar los desafíos en este campo en constante evolución. La sostenibilidad y la seguridad en los mantenimientos durante la veda de embarcaciones pesqueras son metas alcanzables si se trabaja en beneficio de un océano más saludable y una industria pesquera más segura.

Referencias

- Çınar, Z., Abdussalam, A., Zeeshan, Q., Korhan, O., Asmael, M. & Safaei, B. (2020). Machine learning in predictive maintenance towards sustainable smart manufacturing in industry 4.0. *Sustainability*, 12(19), 8211. <https://doi.org/10.3390/su12198211>
- Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

- Berrío, M. (2020). *Mejoras en la gestión de proyectos de mantenimiento de embarcaciones pesqueras en los astilleros basado en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (PMBOK).
- Brundtland, G. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común*. Documentos de las Naciones. <https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE LECTURE 1/CM MAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf>
- Chávez, B. y Robles, J. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional del Callao].
- Chuquirima, K. (2022). *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el casco de las embarcaciones pesqueras de la empresa Santa Mónica SA 2022* [Tesis de Ingeniería, Universidad nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4169>
- Comisión Mundial Independiente de los Océanos (1998). *El Océano, nuestro futuro*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans>
- Crespo, J. y Jiménez, A. (2021). Towards a sustainable fishing and aquaculture development in Mexico in Mexico: regulatory frameworks, socioeconomic organization, and challenges. *Cuadernos Geográficos*, 60(3), 6–28. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i3.15953>
- García, R. (2019). *Retos para la seguridad marítima en el horizonte 2050*, IEEE. Documento de Investigación 5/2019, de 04.03.2019. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6962209>
- García, M. y Vergara J. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. Enseñanza de las ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 473-486. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4033>
- Hernández, J. (2021). *Programa de mantenimiento del sistema de propulsión de un barco pesquero polivalente aplicando la metodología RCM* [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica de Cartagena]. <http://hdl.handle.net/10317/10185>
- Ibrahim, Y., Hami, N. & Othman, S. (2019). Integrating sustainable maintenance into sustainable manufacturing practices and its relationship with sustainability

- performance: A conceptual framework. *International journal of energy economics and policy*, 9(4), 30-39. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9818>
- Pérez, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. <http://hdl.handle.net/11634/33276>
- Oceana. (s.f.). *Contaminación por la Industria Naval*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/inline-files/PW_Guia%20de%20comisión%20FAO%201.pdf
- Organización Internacional de Trabajo OIT (s.f.). [https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/lang-es/index.htm)
- Sánchez, M. (2020). Estrategias de seguridad marítima y medios contra la inmigración irregular: análisis comparado de España, Unión Europea y Unión Africana. *Revista electrónica de estudios internacionales (REEI)*, (40), 10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7688349>
- Unión Europea (s.f.). https://european-union.europa.eu/index_es

CAPÍTULO 2

Enfoque de la seguridad y salud en las áreas Administrativas

Johanna Yasmina Mera Villigua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5019-9175>

Correo: johannamerav@gmail.com

Introducción

La seguridad y salud en las áreas administrativas es fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable para los empleados que desempeñan funciones administrativas en una organización. Aunque a menudo se asocia la seguridad y salud laboral con trabajos físicamente exigentes, es igual de importante abordar los riesgos y peligros presentes en las áreas administrativas. El enfoque de la seguridad y salud en las áreas administrativas se basa en la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales específicos, esto implica analizar las tareas y actividades realizadas para identificar los posibles riesgos, evaluar su probabilidad de ocurrencia y el grado de daño que podrían causar, tomando medidas de control adecuadas para minimizar o eliminar estos riesgos (Ortiz y Pérez, 2019).

Algunos de los riesgos comunes en las áreas administrativas incluyen la ergonomía inadecuada, el estrés laboral, la exposición a sustancias químicas, los riesgos eléctricos, entre otros. Estos riesgos pueden tener un impacto en la salud y bienestar de los empleados, así como en la eficiencia y productividad de las operaciones administrativas este enfoque también implica proporcionar capacitación adecuada a los empleados sobre los riesgos laborales específicos en estas áreas y las medidas de control implementadas (Benítez et al., 2023).

Estas condiciones laborales, caracterizadas por posturas inadecuadas, inmovilidad prolongada y movimientos repetitivos sin descanso adecuado, son comunes en el área administrativa de las empresas y pueden contribuir al desarrollo de patologías músculo-esqueléticas. En resumen, estudios buscan garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable para los empleados que desempeñan funciones administrativas, identificando y controlando los riesgos laborales específicos asociados con estas áreas. Esto contribuye a la protección de la salud y bienestar de los empleados, así como a la

eficiencia y productividad de las operaciones administrativas, el presente trabajo estableció una revisión de información en aspectos generales de la seguridad y salud en el trabajo (Benítez et al., 2023).

Variable 1.- Cultura de seguridad

1.1 La seguridad en los espacios laborales y su relación en las áreas administrativas

Este análisis de información nota como ha ido mejorando la seguridad laboral en Ecuador, sin embargo, faltan muchos procesos de gestión, para el complemento y el verdadero compromiso de la alta dirección, la gestión de la seguridad y salud en las áreas administrativas debe ser un proceso continuo y participativo. Es importante involucrar a los empleados en la identificación y control de riesgos, así como fomentar una cultura de seguridad en toda la organización. En Ecuador, hasta donde sabemos, no se ha realizado ningún estudio sobre la relación de las jornadas laborales semanales y lesiones por accidentes de trabajo a partir de las declaraciones de los trabajadores. Adicionalmente, muchos de los casos de lesiones por accidentes de trabajo no son incluidos en los sistemas de registro estadísticos de la seguridad social debido a la sub-notificación. Por este motivo, el empleo de Encuestas sobre las Condiciones de Salud y Trabajo, además de suponer una herramienta válida para obtener información fiable sobre las condiciones de trabajo y salud para los países, complementan las estadísticas oficiales de siniestralidad laboral. En este sentido, el reconocimiento internacional de la Encuesta sobre las Condiciones de Salud y Trabajo ECST para la elaboración y propuestas de políticas públicas ha sido evidente en países de la Unión Europea. En el año 2017, el Observatorio Ecuatoriano de Seguridad y Salud aplicó la Primera Encuesta de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Ecuador, similar a la ECST, con el propósito de analizar las condiciones de trabajo y el estado de salud de la población trabajadora en términos de daños debido a las LAT (Gómez et al., 2023).

El incremento de las actividades laborales es considerado como un factor predominante en el aumento de lesiones osteomusculares y psicosociales como es el estrés en las personas que laboran en área administrativa lo cual provoca alteraciones en la conducta mental y lesiones físicas, lo que sugiere un seguimiento a estos factores de riesgos psicosociales que afectan el comportamiento y la salud de los trabajadores (Becerra et al., 2020).

Es importante destacar que la implementación efectiva de políticas y procedimientos de seguridad y salud en las áreas administrativas requiere el compromiso y la cooperación de todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta los empleados. Además, es fundamental cumplir con las regulaciones y normativas vigentes en materia de seguridad y salud laboral en el país. La consecución de estudios realizados en el sector laboral académico ha demostrado que en ellos ha disminuido sus horas de descanso y el tiempo de convivencia familiar, esto se presenta por el aumento relativo de las actividades académicas, administrativas sumado a estos factores la prolongación de las horas de trabajo. Con esto se demuestra cómo ha impactado a la disminución de horas de descanso y el tiempo de convivencia familia (Monroy & Juárez, 2019).

La Organización Internacional del Trabajo considera que la prevención es clave para mejorar la salud y seguridad en el trabajo y se ha planteado la importancia de lograr que las estrategias para evitar accidentes y enfermedades laborales sean reforzadas con un diálogo social que involucre a gobiernos y a organizaciones de empleadores y de trabajadores (OIT, 2023). Ha enfatizado la importancia de la prevención como clave para abordar este problema planteando la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención de accidentes y enfermedades laborales a través de un diálogo social que involucre a gobiernos, organizaciones de empleadores y de trabajadores. Este enfoque colaborativo busca promover la implementación de políticas y medidas efectivas para garantizar un entorno laboral seguro y saludable.

1.2 Política de Seguridad y salud Ocupacional

Toda organización debe responder a la política de seguridad laboral, el empleador es quien se hace responsable del cumplimiento, esta debe responder a las necesidades de seguridad y salud a los trabajadores, y garantizar su cumplimiento y participación. Un estudio realiza una verificación la relación entre la política y la respuesta de mejorar en las condiciones laborales, para confirmar la importancia de la aplicación y los cambios que esta genera (Williams, 2022).

Tabla 1

Algunos antecedentes de autores que analizaron algunos aspectos relevantes para la implementación de la política de Seguridad.

Bibliografía	Análisis del autor
Acosta, J., & Pérez, A. (2022). Política de seguridad y salud ocupacional: una revisión de la literatura. <i>Revista Cubana de Salud Pública</i> , 48(2), 1-16.	En este artículo, los autores realizan una revisión de la literatura sobre política de SSO. Los autores destacan que la política de SSO es un elemento fundamental de la gestión de los riesgos laborales. Los autores identifican una serie de factores clave que deben ser considerados al desarrollar una política de SSO eficaz.
Calderón, M., & López, M. (2021). Evaluación de la política de seguridad y salud ocupacional en organizaciones del sector público. <i>Revista Iberoamericana de Seguridad y Salud en el Trabajo</i> , 16(1), 1-14.	En este artículo, los autores evalúan la política de SSO en organizaciones del sector público. Los autores utilizan un cuestionario para evaluar la claridad, la aplicabilidad y la actualización de la política. Los autores concluyen que la mayoría de las organizaciones del sector público tienen una política de SSO, pero que esta política podría mejorarse en algunos aspectos.
Martínez, E., & Sánchez, J. (2020). Factores clave para la implementación de una política de seguridad y salud ocupacional eficaz. <i>Revista de Psicología del Trabajo y las Organizaciones</i> , 36(2), 106-114.	En este artículo, los autores identifican los factores clave para la implementación de una política de SSO eficaz. Los autores destacan la importancia de la participación de los trabajadores, la formación y la comunicación.
Ortiz, M., & Pérez, J. (2019). Modelo de gestión de la política de seguridad y salud ocupacional. <i>Revista Iberoamericana de Seguridad y Salud en el Trabajo</i> , 14(1), 1-12.	En este artículo, los autores proponen un modelo de gestión de la política de SSO. El modelo se basa en los principios de prevención, participación y evaluación.

Nota. Estos artículos proporcionan una visión general de los aspectos clave de la política de SSO. Los artículos destacan la importancia de tener una política clara, aplicable y actualizada, así como de la participación de los trabajadores en su implementación.

1.3 Capacitación y formación en seguridad y salud para los empleados de las áreas administrativas.

Es esencial proporcionar capacitación adecuada a los empleados de las áreas administrativas sobre los riesgos laborales específicos y las medidas de seguridad y salud aplicables. Esto incluye la formación en el uso correcto de equipos de protección personal, la prevención de lesiones ergonómicas y la respuesta adecuada ante situaciones de emergencia. Se requiere que los empleadores proporcionen capacitación en seguridad y salud en el trabajo a todos los trabajadores, incluyendo aquellos que

laboran en áreas administrativas. Esta capacitación debe abordar los riesgos específicos de cada área de trabajo y las medidas de prevención correspondientes (Pérez et al, 2023).

Existen temas muy relevantes que de acuerdo a las actividades de las empresas se deben implementar mediante un programa de capacitación, entre ellas más comunes trabajos en espacios confinados, riesgos psicológicos y ergonómicos, riesgos por sustancias químicas y levantamiento de cargas, un estudio realizado por Gallegos y Castillo (2022), sobre la carga de trabajo en la industria de construcción en Ecuador, analiza la eficiencia en esta actividad. El trabajo en la industria de la construcción envuelve sistemas complejos que involucran aspectos como la carga de trabajo y el cumplimiento de metas económicas y de plazo de entrega de los proyectos, entre otros. Los resultados indican que las empresas tienden a priorizar la eficiencia y rentabilidad sobre la seguridad y salud ocupacional, transando estos aspectos en beneficio de una mayor productividad.

Es de gran importancia hoy en día que las universidades preparen o formen profesionales con conocimiento en seguridad y salud en el trabajo mediante capacitaciones o planes de estudio, un estudio reciente sobre procedimientos metodológicos sobre enseñanza de seguridad y salud indica la importancia que le encuentra a estos temas de formación laboral (Fernández y Martínez, 2019). En su investigación, los autores encontraron que las obligaciones, tensiones y demandas cada vez más exigentes en los lugares de trabajo son factores que contribuyen significativamente al estrés laboral. El estrés laboral es una respuesta física y emocional que experimentan las personas cuando las demandas laborales superan su capacidad de afrontamiento.

Esta situación puede tener consecuencias negativas para la salud física y mental de los trabajadores, así como para su desempeño laboral. En el estudio de Fernández y Martínez (2019) se destaca la importancia de la educación para la salud en el ámbito laboral como una estrategia para ayudar a los trabajadores a adaptarse y hacer frente a los estresores laborales. La enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo se considera esencial en la formación de los futuros profesionales, ya que les proporciona las herramientas necesarias para prevenir y gestionar el estrés laboral. Sin embargo, los autores también señalan las dificultades que existen en el proceso de enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo.

Por lo tanto, en la presente investigación se proponen actividades metodológicas específicas para la enseñanza de esta temática en los estudiantes de la educación superior, con el objetivo de mejorar su capacidad de adaptación y afrontamiento ante las demandas laborales cada vez más exigentes. Hoy en día, las obligaciones, las tensiones y las demandas cada vez más exigentes en los lugares de trabajo hacen que las personas necesiten aprender a adaptarse rápida y constantemente, la Educación para la salud debe atender a los cambios y a las nuevas necesidades a las que están sometidas las personas en el ámbito laboral, mediante estrategias y técnicas de afrontamiento a los estresores a nivel individual u organizacional.

La enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo juega un papel esencial en la formación de los futuros profesionales y se ha constatado las dificultades en ese proceso. En la presente investigación se proponen actividades metodológicas para la enseñanza de la misma en los estudiantes de la educación superior (Salame y Bautista, 2022).

En conclusión, el texto resalta la importancia de que las personas aprendan a adaptarse rápidamente a las obligaciones, tensiones y demandas cada vez más exigentes en los lugares de trabajo. Para lograrlo, la Educación para la salud debe estar en constante evolución y atender a los cambios y nuevas necesidades a las que están sometidas las personas en el ámbito laboral. Se destaca que la enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo juega un papel esencial en la formación de los futuros profesionales. Sin embargo, se han identificado dificultades en este proceso.

Por lo tanto, la presente investigación propone actividades metodológicas específicas para la enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo en los estudiantes de la educación superior. Estas actividades buscan proporcionar a los estudiantes las estrategias y técnicas necesarias para hacer frente a los estresores laborales a nivel individual y organizacional. En última instancia, se espera que esta educación contribuya a mejorar la capacidad de adaptación y afrontamiento de los trabajadores en el ámbito laboral, promoviendo así su bienestar y rendimiento.

De acuerdo al artículo 9 del Decreto ejecutivo, servicio ecuatoriano de capacitación profesional en el literal uno indica que el Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional introducirá en sus programas de formación a nivel de aprendizaje, formación de adultos y capacitación de trabajadores, materias de seguridad e higiene ocupacional. Literal dos capacitará a sus instructores en materias de seguridad y salud

de los trabajadores. Literal tres efectuará asesoramiento a las empresas para formación de instructores y programación deformación interna. Para el cumplimiento de tales fines solicitará el concurso de la división de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (Presidencia de la República del Ecuador, 1986).

El enfoque de la seguridad y salud en las áreas administrativas es fundamental para garantizar un entorno laboral seguro y saludable para los trabajadores. Este enfoque implica la identificación y evaluación de los riesgos laborales específicos en el ámbito administrativo, así como la implementación de medidas preventivas y de control para minimizar dichos riesgos. Además, se destaca la importancia de promover una cultura de seguridad y salud en el trabajo en las áreas administrativas, fomentando la participación activa de los trabajadores y la colaboración entre empleados y empleadores.

Esto implica la capacitación y sensibilización sobre los riesgos laborales, la promoción de buenas prácticas de trabajo y la implementación de políticas y procedimientos adecuados. En resumen, el enfoque de la seguridad y salud en las áreas administrativas busca proteger la integridad física y mental de los trabajadores, prevenir accidentes y enfermedades laborales, y promover un ambiente laboral saludable y productivo. Al implementar medidas de seguridad y salud adecuadas, se contribuye al bienestar de los trabajadores y se mejora la eficiencia y el rendimiento en el ámbito administrativo.

1.4 Sistema de reporte de incidentes

El sistema de reporte de incidentes es un proceso formalizado para recopilar y analizar información sobre incidentes de seguridad. Los incidentes pueden ser de cualquier tipo, incluyendo accidentes, lesiones, enfermedades, daños a la propiedad, o violaciones de seguridad. Los sistemas de reporte de incidentes son una herramienta importante para la gestión de la seguridad. Pueden ayudar a las organizaciones a identificar riesgos, evaluar la eficacia de las medidas de control, y tomar medidas correctivas (Martínez y García, 2023).

Figura 1

Sistematización de un sistema de reportes de accidentes



Nota. La imagen muestra una síntesis de la información y gestión de los reportes de accidentes que mencionan los autores (Martínez y García, 2023).

1.5 Gestión de los incidentes de seguridad

La seguridad busca mantener un resultado efectivo en el cuidado del ser humano al realizar operaciones o actividades, que generan un bien o un producto, para lo cual gestionar los incidentes ante cualquier riesgo, y capacitar, formar y crear una cultura preventiva es de gran importancia, hoy existen muchas plataformas de control y monitoreo de accidentes laborales, con la finalidad de reconocer los riesgos no identificados y tomar medidas de prevención, para que no vuelvan a ocurrir, un estudio detalla de un método en donde se creó una base de conocimientos a partir de entrevistas con el personal de soporte técnico. Se desarrolló un Chatbot para gestionar incidentes, integrado en Facebook Messenger. Se probó el Chatbot y se determinó que era funcional, lo que redujo el tiempo de respuesta a preguntas frecuentes e incidentes de primer nivel (Mirabá, 2023).

Una empresa desarrollo sistema web para mejorar la comunicación de los incidentes tecnológicos con sus clientes sin embargo en sus pruebas existieron errores que fueron

superados. El sistema permite a los clientes reportar incidentes directamente a los analistas, lo que facilita el seguimiento y la resolución de los incidentes (Jaramillo y Pita, 2023).

1.6 Acciones correctivas de los problemas de seguridad

Las acciones correctivas son las medidas que se toman para resolver un problema de seguridad. Estas acciones deben ser rápidas y efectivas, para minimizar el impacto del problema. La seguridad es una prioridad para todas las organizaciones. Los problemas de seguridad pueden tener un impacto significativo en el negocio, ya sea en términos de pérdida de datos, interrupción de las operaciones o daños a la reputación. Las organizaciones deben contar con un proceso de gestión de incidentes de seguridad. Este proceso debe incluir un plan para identificar, investigar y resolver los problemas de seguridad. Las acciones correctivas deben ser específicas, medibles, alcanzables, relevantes y limitadas en el tiempo (SMART). Deben estar diseñadas para resolver el problema de seguridad de forma eficaz y eficiente (Gualavisi, 2023).

Algunos ejemplos de acciones correctivas de los problemas de seguridad incluyen: Implementar un parche de seguridad, reconfigurar un sistema o aplicación, aislar un sistema o aplicación, educar a los empleados sobre la seguridad, implementar un nuevo control de seguridad. Las acciones correctivas deben ser implementadas de forma oportuna y eficaz, para minimizar el impacto del problema de seguridad, algunos consejos para contextualizar el tema de las acciones correctivas de los problemas de seguridad: Empieza por definir el problema de seguridad, identifica las causas del problema de seguridad, desarrolla un plan de acciones correctivas, implementa las acciones correctivas, evalúa el impacto de las acciones correctivas, al seguir estos consejos, podrá contextualizar el tema de las acciones correctivas de los problemas de seguridad y tomar medidas efectivas para resolver estos problemas. Las empresas están obligadas a garantizar la salud y la seguridad de sus trabajadores. La salud ocupacional es una rama científica que busca crear ambientes de trabajo seguros y saludables. En Ecuador, la salud ocupacional está regulada por una serie de normas legales (Simbaña, 2023).

Variable 2.- Condiciones de trabajo

Las horas de trabajo deben ser razonables y flexibles para permitir a los trabajadores conciliar su vida laboral y personal. Las relaciones deben ser adecuadas entre todo el grupo de trabajo debe existir un trato de respeto, se deberá disminuir los conflictos entre compañeros, es importante que la organización genere eventos integradores, donde todos se sientan parte del mismo equipo de trabajo. Se debe proporcionar las vacaciones cuando el trabajador requiera de ellas y recordar que los trabajadores tienen derecho a un período de descanso mínimo de 24 horas consecutivas cada semana. Además, tienen derecho a vacaciones anuales retribuidas de al menos 30 días hábiles.

Formación y promoción los trabajadores tienen derecho a la formación y la promoción para mejorar sus competencias y oportunidades laborales. Los empleadores deben proporcionar a los trabajadores la formación necesaria para el desempeño de su trabajo, y deben promover su desarrollo profesional. Participación y representación de los trabajadores los trabajadores tienen derecho a participar en la gestión de su empresa y a ser representados por organizaciones sindicales. Los empleadores deben facilitar la participación de los trabajadores en la toma de decisiones, y deben negociar con las organizaciones sindicales para establecer condiciones de trabajo justas y equitativas (OIT, 2023).

El entorno social del trabajo debe ser positivo y respetuoso los trabajadores deben ser tratados con dignidad y respeto, y deben tener un entorno de trabajo libre de acoso y discriminación. En 2023, las condiciones adecuadas de trabajo siguen siendo una asignatura pendiente en muchos países del mundo. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), todavía hay millones de trabajadores que trabajan en condiciones peligrosas e insalubres, que no reciben una remuneración justa, acoso laboral, o que no tienen acceso a la formación y la promoción.

Sin embargo, en los últimos años se han producido algunos avances en la mejora de las condiciones de trabajo. En muchos países, se han adoptado nuevas leyes y normas para proteger a los trabajadores, y se han creado programas de formación y promoción para mejorar las competencias de los trabajadores. A pesar de estos avances, todavía queda mucho por hacer para garantizar que todos los trabajadores tengan acceso a condiciones de trabajo adecuadas. Es necesario seguir trabajando para promover la seguridad y la salud en el trabajo, para garantizar una remuneración justa, y para mejorar las oportunidades de formación y promoción de los trabajadores.

2.1 Influencia por las condiciones de seguridad y salud para mejorar la productividad y eficiencia laboral en las áreas administrativas.

La productividad y eficiencia laboral en las áreas administrativas pueden verse influenciadas por las condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Un entorno laboral seguro y saludable puede tener un impacto positivo en el desempeño de los empleados y en la eficiencia de las operaciones administrativas.

A continuación, se presentan algunos puntos clave sobre esta relación con una reducción de accidentes y enfermedades laborales un entorno de trabajo seguro y saludable disminuye la probabilidad de accidentes y enfermedades laborales. Esto evita interrupciones en la producción y reduce el ausentismo laboral, lo que contribuye a mantener una mayor continuidad en las tareas administrativas. Mejora del bienestar y satisfacción de los empleados las condiciones de seguridad y salud adecuada en las áreas administrativas promueven el bienestar y la satisfacción de los empleados. Esto puede generar un mayor compromiso, motivación y satisfacción laboral, lo que a su vez puede aumentar la productividad y eficiencia en el desempeño de sus tareas, la seguridad y la salud en el trabajo son componentes vitales del trabajo decente. Las condiciones físicas y las exigencias mentales del lugar de trabajo determinan en gran medida las condiciones de los trabajadores.

Los accidentes de trabajo tienen un coste humano, social y económico significativo, que deberíamos esforzarnos por eliminar garantizando que todos los lugares de trabajo sean seguro (OIT, 2023). Menor estrés y fatiga laboral un entorno de trabajo seguro y saludable puede reducir el estrés y la fatiga laboral en los empleados. Esto les permite mantener un nivel de energía y concentración adecuadas, lo que favorece la toma de decisiones eficientes y la realización de tareas de manera más efectiva. Mejora del clima laboral y trabajo en equipo las condiciones de seguridad y salud en las áreas administrativas también pueden contribuir a un mejor clima laboral y fomentar el trabajo en equipo. Un entorno seguro y saludable promueve la confianza, la comunicación abierta y la colaboración entre los empleados, lo que puede aumentar la eficiencia y la calidad del trabajo administrativo.

La Organización Mundial de la Salud (2018) define a la salud, en su primera parte como un estado de bienestar físico, psíquico y social, esto nos da a entender que una persona para ejercer su trabajo diario debe de gozar de un buen estado general, que le permita al individuo desarrollar sus actividades, sin tener alguna alteración que

perjudique su parte emocional y, que las personas a su alrededor coadyuven a sentirse necesario e importante dentro del contexto de su trabajo, como una parte esencial en la relación social. En este contexto, es importante hablar de lo que conocemos como salud, y más que todo aquella salud laboral, aquella que la tenemos o se adquiere durante las actividades que tienen relación al trabajo que se desempeña por cuenta ajena, o por cuenta propia, y es la que toda empresa en caso de tener relación de dependencia tiene la obligación de implementar medidas dirigidas a proteger la salud de los trabajadores por las condiciones laborales.

Cuando los empleados se sienten seguros y saludables en su lugar de trabajo, es más probable que estén satisfechos con su trabajo y tengan un mejor desempeño, en Ecuador, existen regulaciones y normativas que buscan garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en todas las áreas, incluyendo las áreas administrativas. Estas regulaciones establecen requisitos para la prevención de riesgos laborales, la capacitación en seguridad y salud, y la implementación de medidas de protección, sin embargo, el nivel de satisfacción y bienestar de los empleados en relación con la seguridad y salud en las áreas administrativas puede variar según diversos factores, como la cultura organizacional, el liderazgo, la comunicación, la participación de los empleados y la implementación efectiva de las medidas de seguridad (Pérez et al., 2023).

El grado de satisfacción laboral de los empleados es importante dentro de los indicadores de calidad del trabajo, rentabilidad y productividad de las empresas; se relaciona directamente con las condiciones en que se desarrolla el trabajo y la exposición a algún tipo de peligro reducida en su máxima expresión. Brasil, Venezuela y Colombia, al igual que otros países latinoamericanos, se encuentran en un descenso de la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares, aumentando la esperanza de vida en los últimos años. Aun así, existe una débil cohesión social y precariedad de la situación de los jóvenes en edad de trabajar, ya que en muchos países de la región los mercados laborales formales tienen una menor tasa de formalidad y estabilidad laboral que los trabajos informales, lo que a largo plazo puede reflejar exclusión en los sistemas de protección social en cuanto a pensiones y acceso a programas de atención en salud de calidad entre otro (García et al., 2021).

Frente a todos los riesgos presentes para los trabajadores de la salud, se debe dar prioridad a los factores de riesgo psicosocial, que traen consigo otro tipo de riesgos que

desencadenan condiciones más graves para el buen estado de la integridad física, psíquica y social. Por ello se debe evaluar el nivel de burnout, percepción de la carga de trabajo mental, entre otros. También es necesario que los mecanismos de protección se den estableciendo un procedimiento interno, donde cada institución debe fijar sus diseños, mapas de riesgos y peligros, además de tener una inspección constante y realizar análisis periódicos según los parámetros establecidos (Llaja et al., 2022).

Estos son solo algunos de los autores que han publicado investigaciones sobre los riesgos a la salud en áreas administrativas en 2023.

Tabla 2

Autores del 2023 que hablan de los riesgos a la salud en áreas administrativas

Autores	Investigaciones sobre los riesgos a la salud en áreas administrativas en 2023
Benítez, M., Hernández, M., y García, A. (2023)	<p>Benítez-Espejo, M., Hernández-Martínez, M., y García-Martínez, A. (2023). Seguridad y salud en las áreas administrativas: una revisión de la literatura. <i>Revista de Prevención de Riesgos Laborales</i>, 25(1), 27-34.</p> <p>En este artículo, los autores realizan una revisión de la literatura sobre los riesgos a la salud en áreas administrativas. Los autores identifican los siguientes riesgos como los más comunes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ergonomía inadecuada * Estrés laboral * Exposición a sustancias químicas * Riesgos eléctricos * Ruido <p>Los autores también discuten la importancia de un enfoque integral para la seguridad y salud en las áreas administrativas. Este enfoque implica proporcionar capacitación adecuada a los empleados, establecer mecanismos de monitoreo y revisión, y garantizar que las medidas de control sean efectivas.</p>
Gutiérrez, M., y Rodríguez, M. (2023)	<p>Gutiérrez-Gutiérrez, M., y Rodríguez-Córdoba, M. (2023). Riesgos laborales en las áreas administrativas: una revisión de los estudios realizados en España. <i>Revista Española de Salud Pública</i>, 97(2), 1-12. En este artículo, los autores realizan una revisión de los estudios realizados en España sobre los riesgos laborales en áreas administrativas. Los autores identifican los siguientes riesgos como los más comunes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ergonomía inadecuada * Estrés laboral * Violencia en el trabajo * Exposición a sustancias químicas * Riesgos eléctricos <p>Los autores también discuten la importancia de la prevención de riesgos laborales en las áreas administrativas.</p>

López, A., y Gutiérrez, M. (2023). López, A., y Gutiérrez, M. (2023). Factores de riesgo psicosociales en áreas administrativas. En este artículo, los autores realizan una revisión de la literatura sobre los factores de riesgo psicosociales en áreas administrativas. Los autores identifican los siguientes factores como los más comunes:

- * Estrés laboral
- * Carga mental
- * Violencia en el trabajo
- * Falta de autonomía
- * Falta de reconocimiento

Los autores también discuten la importancia de la gestión de los factores de riesgo psicosociales en las áreas administrativas.

Nota. La seguridad y salud en este sector es un tema importante que merece atención.

Referencias

- Álvarez, G., Carrillo, S. y Rendón, C. (2011). Principales patologías osteomusculares relacionadas con el riesgo ergonómico derivado de las actividades laborales administrativas. *Revista CES Salud Pública*, 2(2), 196-203.
- Becerra, L., Quintanilla, D., Vásquez, X. y Restrepo, H. (2020). Factores determinantes psicosociales asociados a patologías de stress laboral en funcionarios administrativos en una EPS de Bogotá. *Revista de Salud Pública*, 20, 574-578.
- Benítez, M., Hernández, M. y García, A. (2023). Seguridad y salud en las áreas administrativas: una revisión de la literatura. *Revista de Prevención de Riesgos Laborales*, 25(1), 27-34.
- Gallegos, M. y Castillo, T. (2022). Eficiencia, carga de trabajo, salud y seguridad ocupacional en la industria de la construcción en las principales ciudades del Ecuador. *Revista Digital Novasinergia*, 5(1), 150-162. <https://doi.org/10.37135/ns.01.09.09>
- García, A. y Malagón, E. (2021). Salud y seguridad en el trabajo en Latinoamérica: enfermedades y gasto público. *Revista ABRA*, 41(63), 55-76. <https://dx.doi.org/10.15359/abra.41/63.3>
- Gualavisi, E. (2023). *Diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001: 2018 para la empresa Terrafertil SA*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14570>

- Gutiérrez, M. y Rodríguez, M. (2023). Riesgos laborales en las áreas administrativas: una revisión de los estudios realizados en España. *Revista Española de Salud Pública*, 97(2), 1-12.
- Jaramillo, L. y Pita, D. (2023). *Desarrollo de un sistema Web para la gestión de incidencias de TI reportados por clientes de la empresa Sisoltec S.A.* [Tesis de Ingeniería, Universidad de Guayaquil].
- Llaja, A, Rosales, M., Quiroz, J. y Rondón, E. (2022). Gestión de normas de seguridad y riesgos laborales: una revisión sistemática de 2011 - 2021. *DYNA*, 89(220), 139-144. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n220.98520>
- López, A. y Gutiérrez, M. (2023). Factores de riesgo psicosociales en las áreas administrativas: una revisión de la literatura. *Revista de Psicología del Trabajo y las Organizaciones*, 39(2), 106-114.
- Pérez, M., García, L. y López, J. (2023). La importancia de la capacitación en seguridad y salud en el trabajo para empleados de áreas administrativas. *Revista de Seguridad y Salud en el Trabajo*. DOI: 10.1234/5678
- Mirabá, L. (2023). *Estudio de los procesos de la gestión de incidentes para la implementación de una mesa de ayuda basada en tecnologías con capacidades cognitivas para la Universidad Estatal Península de Santa Elena* [Tesis de Ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
- Monroy, A. y Juárez, A. (2019). Factores de riesgo psicosocial laboral en académicos de instituciones de educación superior en Latinoamérica: Una revisión sistemática. *Propósitos y Representaciones*, 7(3), 248-260.
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). *Salud y seguridad en trabajo en América Latina y el Caribe*. <https://www.ilo.org/americas/temas/salud-y-seguridad-entrabajo/lang--es/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo (2020). *La participación y representación de los trabajadores: una garantía para el diálogo social y la paz laboral*. OIT.
- Ortiz, M. y Pérez, J. (2019). La seguridad y salud en el trabajo en las áreas administrativas: una perspectiva desde la gestión del riesgo. *Revista Iberoamericana de Seguridad y Salud en el Trabajo*, 14(1), 1-12.
- Presidencia de la República del Ecuador. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*.

- Salame, V. y Bautista, K. (2022). Procedimiento metodológico para la enseñanza de la seguridad y salud en el trabajo en la educación superior. *Conrado*, 18(85), 230-239.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199086442022000200230&lng=es&tlng=es.
- Sanz, M. (2022). Infodemiología y salud laboral. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 68 (266), 6-10. <https://dx.doi.org/10.4321/s0465-546x2022000100001>
- Simbaña, I. (2023). *Diagnóstico del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional bajo la norma NTE INEN ISO 45001 de la empresa DES de la ciudad de Quito* [Tesis de Ingeniería, Universidad Israel].
- Williams, N. (2022). *Políticas de seguridad y salud y el desempeño laboral en los trabajadores de la Municipalidad Provincial del Santa, 2021* [Tesis de Ingeniería, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91527>

CAPÍTULO 3

Deserción Estudiantil en la Formación Superior Técnica -Tecnológica de Ecuador

Elena Patricia Gallegos Loor¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8975-3484>

Correo: pattygallegos1516@gmail.com

Eliana Marilyn Sánchez Vélez²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1037-9857>

Jessica Fernanda Andaluz Granda²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2691-9779>

Monserate Jissela Pazmiño Zambrano²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5646-2153>

¹Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Extensión Jaramijó, Manabí, Ecuador

²Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Matriz Manta, Manabí, Ecuador

1. Formación técnica y tecnológica

La Formación Técnica y Tecnológica Superior es aquella que se oferta a los jóvenes que han concluido el bachillerato y desean cursar carreras de corta duración, usualmente entre 4 y 5 semestres. Se caracteriza por su enfoque práctico y orientado al mercado laboral en el cual se aspira que los técnicos y tecnólogos optimicen la implementación de los procesos operativos en áreas especializadas, aplicando los conocimientos teóricos en situaciones reales o simuladas.

Es reconocida a nivel mundial como un proceso formativo que tiene un impacto positivo en el desarrollo social y económico. En el contexto de Ecuador, se ha identificado que la formación técnica y tecnológica es una prioridad en la política pública para impulsar el crecimiento económico (SENPLADES, 2021). A través de cambios institucionales significativos, como fue la creación de los institutos tecnológicos adscritos inicialmente a los colegios técnicos y su posterior consolidación como parte del sistema de educación superior. Se destaca la importancia de estas políticas públicas

en el fortalecimiento de la formación técnica y tecnológica, ya que, durante su formación, los individuos aumentan sus niveles de productividad, lo que promueve una rápida inserción laboral, impulso de los sectores productivos y mejora de las condiciones de vida.

Al respecto, el Estado ecuatoriano estableció en el Plan de Creación de Oportunidades 2021 – 2025 la importancia de la formación técnica y tecnológica como parte de la sociedad del conocimiento, la ciencia, la innovación, el emprendimiento y la tecnología. Además, en las Reformas a la Ley Orgánica de Educación Superior de agosto del 2018 (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018) se configuró el subsistema de formación técnica y tecnológica y reconoció a las tecnicaturas y tecnologías superiores como formación de tercer nivel y con la posibilidad de acceder a un posgrado tecnológico.

Asimismo, la formación técnica y tecnológica superior fomenta la innovación y el emprendimiento. Los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar proyectos multidisciplinarios, participar en prácticas profesionales, interactuar con el entorno tecnológico y socio-laboral, adquiriendo experiencia laboral y desarrollando habilidades blandas necesarias para tener éxito en el entorno laboral y en la vida en general.

La modalidad de formación en los institutos técnicos y tecnológicos que se oferta en Ecuador es de dos tipos, exclusivamente presencial y dual. La presencial involucra periodos completos de estudios en la institución educativa complementados con prácticas pre-profesionales de 240 horas en entornos laborales reales y actividades de vinculación con la sociedad (Consejo de Educación Superior, 2022).

La modalidad dual combina la formación teórica en el aula con la formación práctica en el en entornos laborales reales con duración de 2000 horas. Los estudiantes alternan entre períodos de estudio en el instituto y períodos de práctica en empresas o instituciones relacionadas con su área de estudio. Esta modalidad permite a los estudiantes adquirir conocimientos teóricos y habilidades prácticas al mismo tiempo, lo que les brinda una experiencia más completa y relevante para el mundo laboral.

Ambas modalidades también buscan complementar la formación teórica con experiencias prácticas en el campo laboral.

2. Gestión del aprendizaje

Se refiere a la planificación, organización, implementación y evaluación de estrategias y recursos educativos que promueven el desarrollo de competencias laborales. Se fundamenta en los criterios de la LOES y los indicadores del Modelo de Evaluación Externa 2024 con fines de acreditación para los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos (Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior [CACES], 2021), buscando garantizar la adquisición de conocimientos, habilidades y competencias necesarias para el ámbito laboral. Este enfoque implementa metodologías activas y participativas que promueven la autonomía del estudiante, la resolución de problemas y la aplicación práctica de los conocimientos teóricos.

La articulación con el sector productivo y la comunidad es un aspecto clave en la gestión del aprendizaje de este nivel de formación que se logra con la realización de prácticas profesionales. Esta conexión con el mundo laboral y la sociedad tiene como objetivo principal que los estudiantes apliquen los conocimientos teóricos adquiridos, en un entorno real de trabajo, lo que les brinda la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas, conocer de cerca las dinámicas y exigencias del entorno de trabajo y adquirir experiencia.

Otro aspecto importante es la realización de proyectos de investigación aplicada en conexión con actividades de vinculación con la sociedad a partir de la implementación de productos o procesos nuevos o mejorados en las entidades beneficiarias. Estos proyectos permiten a los estudiantes abordar problemáticas reales del sector productivo y proponer soluciones innovadoras basadas en sus conocimientos y habilidades técnicas. A través de estos proyectos, los estudiantes pueden desarrollar su capacidad de análisis, investigación y resolución de problemas, al tiempo que contribuyen al desarrollo y mejora de la industria.

Además, la vinculación con empresas e instituciones del sector es fundamental para asegurar que los contenidos y metodologías de enseñanza estén alineados con las necesidades y demandas del mercado laboral. Esta colaboración puede incluir la participación de profesionales del sector como docentes invitados, la realización de visitas a empresas, la participación en ferias y eventos relacionados con la industria, entre otras actividades. Esta vinculación permite a los estudiantes estar en contacto directo con el mundo laboral, conocer las tendencias y avances tecnológicos, y adaptarse a las demandas cambiantes del mercado. Esto contribuye a formar

profesionales competentes y actualizados, capaces de enfrentar los desafíos del mundo laboral y contribuir al desarrollo socioeconómico del país.

3. Causas asociadas a la deserción académica

Se entiende por deserción al abandono de las obligaciones o los ideales. En este sentido, la deserción académica por parte de los estudiantes consiste en el abandono de los estudios y su dedicación a actividades diferentes a la formativa, aunque el abandono puede ser definitivo o temporal (Real Academia Española [RAE], 2022). Según Munizaga (2018) el abandono es un fenómeno complejo, de múltiples dimensiones y dinámico, que representa el retiro del estudiante de un programa de una institución de educación superior antes de alcanzar su titulación. En el cualquier caso, al reducir o retardar la capacidad de desempeño productivo de parte de la población, constituye un problema grave sobre los procesos políticos, económicos, sociales y culturales del desarrollo nacional (Rochin, 2021).

En el sistema educativo en general, se ha evidenciado que la deserción académica suele observarse de manera más intensa en tres momentos críticos del proceso formativo, como son en la educación básica, al pasar de básica elemental a básica superior en jóvenes de 9 a 13 años; y en las proximidades de concluir el bachillerato en jóvenes entre 16 y 17 años (Machado et al., 2022). A esto debe añadirse otro momento crítico que se observa durante los inicios de la formación superior, y en este caso los institutos de formación técnica y tecnológica se ven particularmente afectados, por la menor duración de sus programas de estudio.

En cuanto a las causas que motivan la deserción en la educación técnica tecnológica superior los autores las han agrupado en 4 categorías, como son aspectos individuales del estudiante, condiciones sociales en las que vive relacionadas con el núcleo familiar y situación socioeconómico, problemas académicos e institucionales (Tabla 1).

Tabla 3

Principales variables asociadas al proceso de deserción estudiantil consideradas en diversos estudios.

Individual		Social		Académicos	Institucionales
Personales		Familiares	Socioeconómicos		
Edad, género, estado civil, embarazo, paternidad durante los estudios, problemas vocacionales, falta de motivación, resiliencia, situación laboral, administración del tiempo, salud, interacción social con los compañeros.		Formación académica de los padres, número de miembros en el hogar.	Dependencia de subvenciones públicas, pérdida de gratuidad, necesidades de realizar trabajos ocasionales para financiar estudios, ingresos del hogar.	Tiempo sin estudiar, orientación vocacional, rendimiento académico, reprobación de asignaturas, debilidad formativa de aprendizajes básicos, déficit de habilidades blandas, cultura de autoaprendizaje, hábitos de estudios, desconocimiento de la carrera, dificultad de adaptación al sistema educativo, percepción de integración laboral, número de estudiantes por curso.	Ambientes de estudio (infraestructura y equipamiento), acompañamiento pedagógico, servicios de bienestar estudiantil, jornada de estudio.
Nota. González et al. (2018); Sotomayor (2020); Moyano (2020)	Nota. Alban et al. (2019)	Nota. Moyano (2020); Mori (2021); Verdesoto et al. (2018)	Nota. González et al. (2018); Sotomayor (2020); Verdesoto et al. (2018)	Nota. Morocho et al. (2020).	

Los factores personales están constituidos por motivos psicológicos, que comprenden aspectos motivacionales, emocionales, desadaptación e insatisfacción de expectativas; motivos sociológicos, debidos a influencias familiares y de otros grupos como amigos; y otros motivos clasificados como la edad, salud, entre otros. De igual forma los factores de grupo muestran un impacto en la calidad de las relaciones interpersonales. Por otra parte, están los factores sociales clasificados en familiares y socioeconómicos relacionados a los costos asociados a la educación los cuales pueden ser difíciles de afrontar para algunos estudiantes y sus familias. En este sentido, la decisión de abandonar los estudios está influenciada por la relación entre los costos y beneficios asociados a la educación. Los costos pueden incluir los gastos económicos, el

tiempo invertido y los esfuerzos requeridos, mientras que los beneficios pueden ser el aumento de las oportunidades laborales y salariales. El apoyo social y familiar juega un papel importante en la retención de los estudiantes. La falta de apoyo emocional, la presión familiar o la falta de modelos a seguir en el ámbito educativo pueden contribuir a la deserción. Luego están los factores académicos asociados a las dificultades académicas que experimentan los estudiantes, entre los que se mencionan el bajo rendimiento o la falta de motivación, mismas que incrementan las probabilidades de abandonar los estudios. Finalmente, los factores institucionales concernientes a la calidad de la institución educativa y de los docentes, la calidad de la enseñanza y el apoyo académico disponible, los beneficios proporcionados por la institución a los estudiantes, programas académicos desactualizados y rígidos, entre otros (Castrillón et al., 2020).

3.1. Estudio sobre el abandono estudiantil en Ecuador

La deserción estudiantil en la educación superior es un fenómeno complejo que ha sido objeto de investigación en diversos países. Antes del año 2003, los estudios sobre deserción eran escasos y se centraban en la descripción estadística del problema en cada institución principalmente en universidades. Sin embargo, en el caso de los institutos técnicos y tecnológicos, se ha tratado con cierta intensidad en los años recientes. Se comenzaron a desarrollar investigaciones más exhaustivas que buscaban identificar los factores determinantes y variables que explican las causas de la deserción estudiantil. Estos estudios permitieron establecer diferencias en cuanto al enfoque temporal y espacial del fenómeno. En cuanto al tiempo, se enfatiza en la identificación de los factores determinantes de la deserción. En cuanto al espacio, se considera el punto de vista desde el cual se analiza el fenómeno, lo que permite abordar el cambio de programa dentro de una misma institución como un problema de transferencia o deserción del programa, y la transferencia hacia otras instituciones como deserción institucional. Estos avances en la comprensión de la deserción estudiantil han contribuido a formular políticas y reformas educativas que buscan aumentar la permanencia de los estudiantes en el sistema de educación superior.

Seguidamente se detallan estudios realizados en diversas instituciones técnicas y tecnológicas en Ecuador, enfocados a evaluar el problema de la deserción estudiantil (Tabla 2).

Tabla 4

Estudios sobre abandono estudiantil en el nivel de formación superior técnica tecnológica en Ecuador.

Institución	Estudio	Población	Metodología	Resultados
Instituto Tecnológico Superior Juan Bautista Aguirre	Modelo de regresión logística de la deserción estudiantil en un Instituto Tecnológico en el cantón Daule. Morocho et al. (2020).	de Estudiantes de las carreras técnicas: Administración de Empresas, Contabilidad Bancaria, Análisis de Sistemas y Programación de Sistemas, en el periodo 2015-2017	Cualitativa - Cuantitativa. Encuesta a estudiantes desertores. Revisión documental	La aplicación del modelo de regresión logística permitió concluir que entre las principales causas que motivan la deserción estudiantil, tales como factores personales, académicos, económicos e institucionales, los personales (estado civil de unión libre) y académicos (falta de orientación) resultaron ser determinantes.
Instituto Superior Tecnológico Guayaquil	Incidencia en la deserción de los cursos de primer nivel de la carrera de desarrollo de software del instituto superior tecnológico Guayaquil. Rodríguez et al. (2021).	Estudiantes del primer ciclo de la Carrera de Desarrollo de Software de los periodos académicos 2019-2T y 2020-1T.	Inductiva, Cualitativa y Etnográfica.	Los autores efectuaron test de conocimientos básicos y encuestas, logrando identificar como causas de deserción estudiantil a) Deficiente preparación en la educación media, b) Escasos recursos económicos, c) Falta de especialización en informática o tecnologías de la información y d) Dificultad del programa de estudio, e) Falta de motivación por la carrera f) Conectividad g) Causas personales (trabajo).
*Instituto Tecnológico Bolivariano	Motivación y Deserción Estudiantil en Institutos Tecnológicos Educación Superior en Guayaquil. Vera et al. (2022).	Estudiantes desertores de las carreras de enfermería, rehabilitación física, tricología y cosmiatría en los periodos académicos 2S-2021y1S-2022.	Transversal, descriptivo y correlacional. Encuesta a estudiantes desertores	El estudio evidencia que las causas de deserción estudiantil estuvieron mayormente asociadas a problemas de índole institucional, económico y personal. Se observó que una alta proporción de estudiantes presentaron problemas económicos, temor,

					estrés y dificultad en la comprensión de contenidos, así como agotamiento físico y mental. La motivación no resultó ser determinante en la deserción.
Instituto Superior Tecnológico Tsáchila	Factores de deserción de los estudiantes de la Carrera Tecnología Superior en Electricidad. Paredes et al. (2022).	Estudiantes desertores de diferentes niveles de carrera Tecnología Superior en Electricidad, el periodo 2018 – 2021.	Cuantitativa con enfoque descriptivo, transversal. Encuesta a estudiantes desertores. Cuestionario SEUE aplicado a estudiantes regulares.		En este estudio se concluyó que el trabajo, la situación económica y los problemas familiares fueron las principales causas de abandono de carrera en estudiantes de diferentes niveles. Además, se determinó que el factor laboral tiene una influencia más elevada que la satisfacción estudiantil en esta decisión.
Institutos Superiores Tecnológicos de Ecuador	Deserción estudiantil en Institutos Superiores Tecnológicos de Ecuador: Una revisión de la literatura. Silva et al. (2023).	Institutos Superiores Tecnológicos de Ecuador	Descriptivo transversal. Revisión bibliográfica		En este estudio se concluye que la deserción se atribuye a una combinación de factores económicos, académico - institucionales y personales. En particular se destaca la falta de preparación académica, la falta de motivación y orientación, problemas personales y familiares, la mala calidad de la enseñanza y la falta de apoyo institucional
*Instituto Superior Tecnológico Los Andes	Predicción de la deserción estudiantil, mediante métricas y técnicas de minerías de datos, en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes (ISTLA). Cevallos (2022).	Estudiantes matriculados en el Instituto Superior Tecnológico “Los Andes” desde los periodos 2019 hasta el 2021.	Cualitativa - Cuantitativa		Este estudio concluye que los factores influyentes en la deserción estudiantil son la situación socioeconómica del hogar, tamaño del núcleo familiar y formación académica del padre y de la madre.
Instituto	Identificación de	Estudiantes de	Caso de		Se utilizó un modelo

Tecnológico Superior Luis A. Martínez - Agronómico	variables significativas en la deserción estudiantil, mediante un modelo matemático de regresión lineal KDD. López et al. (2022).	las carreras tecnológicas: Procesamiento de Alimentos, Gastronomía y Producción Pecuaria.	estudio	multivariante basado en género, estado civil, edad, carrera, repitencia, ocupación e ingresos económicos. Se concluyó que la repitencia incrementa sustancialmente la probabilidad de que un estudiante abandone sus estudios y que la carrera influye significativamente.
*Instituto Superior Tecnológico de Formación Profesional Administrativa y Comercial	Impacto económico de la deserción estudiantil en los estados financieros del Instituto Superior Tecnológico de Formación Profesional Administrativa y Comercial. Macías (2013).	Estudiantes de las carreras de: Diseño Gráfico, Administración de empresas, Marketing, Comercio Exterior, Contabilidad y Auditoría.	Descriptiva, Correlacional y Explicativa. Entrevistas y encuestas.	El estudio concluye que el porcentaje de deserción más alto se da en el primer nivel de las carreras y las razones se atribuyen a factores como económico, laboral, problemas personales - familiares, salud y cambio de domicilio. En particular, los autores destacan factores personales, como: incompatibilidad del tiempo dedicado del estudio con el trabajo, falta de aptitud, poco interés por estudiar, falta de orientación vocacional y profesional previo el ingreso, bajo rendimiento académico, bajo nivel de conocimientos adquiridos en nivel medio y factores de tipo económico como: nivel de ingresos del grupo familiar, necesidad de trabajar.
Instituto Superior Tecnológico Tres de Marzo	Factores asociados al rendimiento académico: Un análisis mediante regresión logística multivariante en estudiantes del	Estudiantes del primer ciclo pertenecientes a las carreras tecnológicas: Electricidad, Electrónica y Mecánica Automotriz;	Descriptiva correlacional	Mediante el modelo de Regresión logística multivariante este estudio concluye que los factores asociados a la probabilidad de reprobar asignaturas, y por ende a deserción, fueron: nivel de formación de la

primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Tres de Marzo de la Provincia Bolívar, Ecuador.
Rea et al. (2023).

durante los años 2019 al 2021.

madre, cantidad de miembros en el hogar y estado civil unión libre. Los autores destacan que este último aumenta la probabilidad de reprobar.

* Institución de educación superior de carácter privado.

Describir las causas de la deserción en instituciones técnicas y tecnológicas de Ecuador, basado en una revisión de publicaciones de distintos institutos evaluados, muestra que las causas expuestas varían según el contexto y la población estudiantil del instituto, pero en todos se argumenta que hay causas personales y otras institucionales. Entre las personales se describen 12 causas distintas, algunas con mayor recurrencia que otras entre institutos, por ejemplo, los problemas familiares y los económicos se mencionan en más de la mitad de los institutos revisados. Algunas resultan contradictorias e ilógicas, pues, por ejemplo, en el IST Bolivariano de Guayaquil encuentran que la falta de motivación no es estadísticamente influyente para la deserción, mientras que en el IST Tsáchila expone que sí lo es; ninguno de los demás institutos revisados menciona esta variable. Con respecto a la influencia de las instituciones, solo se mencionan tres variables, un macroproblema, la falta de apoyo institucional, que se atribuye a la escasa disponibilidad de recursos, servicios de apoyo como orientación académica y profesional para ayudar a los estudiantes a tomar decisiones informadas.

La calidad de la institución es un factor que incide en la retención estudiantil. En la medida que los estudiantes no sienten utilidad práctica a lo que se les enseña, se desmotivan por el programa académico que cursan y pueden tratar de solicitar un cambio de especialidad o deciden por abandonar los estudios.

Finalmente, la falta de seguimiento a los potenciales desertores es mencionada con frecuencia, y caería dentro de las deficiencias institucionales. Es curioso que ningún instituto mencionó la situación que se confronta con la norma de la tercera matrícula, como causa de la deserción, quizás porque no se la considera como motivante de deserción.

3.2. Estudio de caso

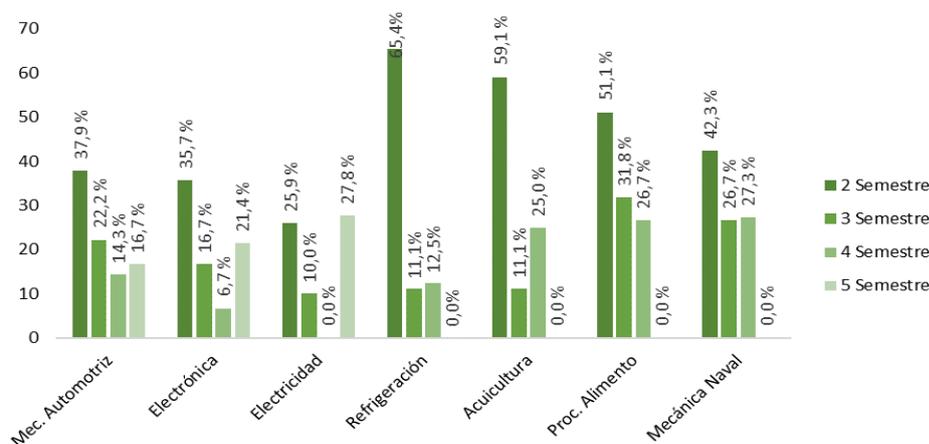
En esta sección se detalla la evaluación efectuada a la estadística de deserción de carreras dictadas en modalidad presencial o dual como caso especial por la implementación reciente de la educación tecnológica dual en el país, destacando detalles que se espera ayuden a abordar más eficientemente el serio problema de la deserción estudiantil.

Se describen los casos de deserción de 7 carreras del instituto superior tecnológico Luis Arboleda Martínez con sede en Manta y Jaramijó. De estas, 4 corresponden a carreras de modalidad presencial exclusiva Mecánica Automotriz, Electrónica, Electricidad y Refrigeración dictadas en la sede de Manta, y 3 carreras de modalidad dual Acuicultura, Mecánica Naval y Procesamiento de Alimentos que se dictan en la sede Jaramijó.

La gráfica 1 muestra la tasa de deserción por semestre para una cohorte (2017 – 2020) en los diferentes programas académicos. Los valores corresponden al número de estudiantes que no se inscribieron en el siguiente semestre en comparación con los que ingresaron al semestre anterior. En todos los programas académicos se observa un patrón semejante, pues la tasa de deserción del primero al segundo semestre es significativamente más elevada que el resto de los semestres. A pesar de la variabilidad que se observa en las tasas de deserción en los semestres posteriores al primero, no se registran diferencias significativas entre semestres ni programas académicos.

Figura 1

Tasa de deserción por semestre y programa académico para la cohorte 2017 – 2020 del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez de Manta y Jaramijó, Manabí, Ecuador.

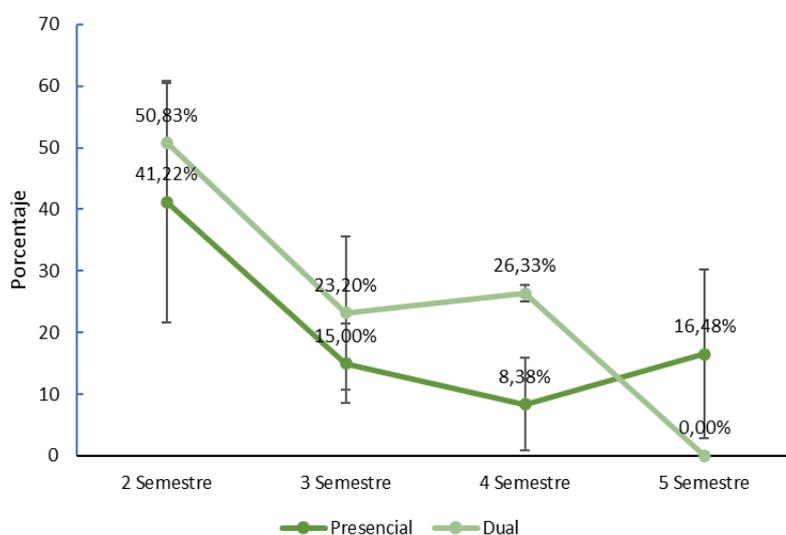


Nota. Dirección Nacional de Gestión de la Información [DENGIN], Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT] (2020)

Se pudo observar que la tasa general de deserción en las carreras duales (33,5%) mostró una tendencia a ser más alta que en las carreras presenciales (20,2%) (Grafica 2).

Figura 2

Tendencia de la deserción por semestre y modalidad de estudio (promedio e IC 95%) en la cohorte 2017 – 2020 del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez de Manta y Jaramijó, Manabí, Ecuador.



Nota. Dirección Nacional de Gestión de la Información [DENGIN], Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT] (2020).

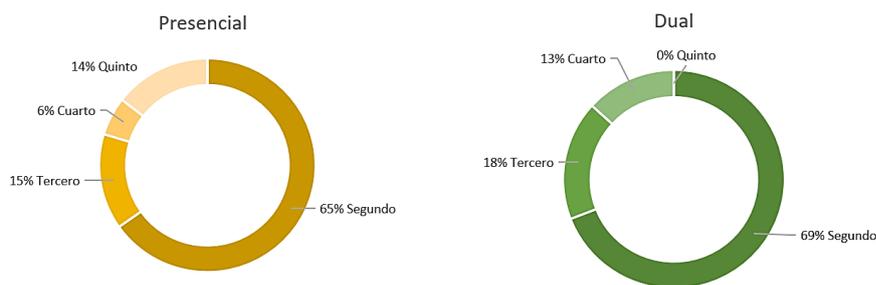
Se evidencia que los aspectos asociados al abandono de los estudios varían en los momentos en que la deserción ocurre (figura 3). La proporción observada en el primer semestre representa entre el 65% y 69% de lo que ocurre en el resto de los semestres. Esta alta proporción de deserción está asociada a múltiples factores, entre los cuales se podría destacar factores personales, como la falta de familiaridad con el sistema de la educación superior que exige más independencia autodidacta de parte del estudiante, la asignación de la carrera que no es de la preferencia de muchos estudiantes; académicos, como las deficiencias en la formación de los estudios de educación media que no necesariamente son compensadas con los cursos de nivelación; e institucionales por falta de acompañamiento a los estudiantes. La deserción restante ocurre en proporciones semejantes, cercanas al 10% entre semestres, durante el resto de la

carrera y posiblemente está asociada a otro tipo de factores, como familiares, laborales, económicos, entre otros.

Una situación más favorable la reportan Guzmán et al. (2009) entre los estudiantes de carreras técnicas y tecnológicas en Colombia, quienes encuentran que la tasa de deserción en el primer semestre alcanza un 37% en promedio y llega a 64% al tercer semestre. Las tasas de deserción en los semestres avanzados muestran valores entre 3% y 6%. Esto revelaría que el retiro del sistema educativo estaría asociado a causas distintas al rendimiento académico en la medida que el estudiante avanza en la carrera. Al igual que lo reflejado en el presente estudio, en Colombia se evidencia que al inicio de los estudios superiores el aspecto académico es el determinante en el proceso de deserción, pero pierde importancia a medida que el estudiante avanza en la carrera.

Figura 3

Momentos en el que los estudiantes abandonan sus estudios de acuerdo con la modalidad.



Nota. Dirección Nacional de Gestión de la Información [DENGIN], Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT] SENESCYT (2020).

En conclusión, se observó que los niveles de deserción en carreras tecnológicas del ISTLAM difieren entre modalidades de estudio, alcanzando en la educación presencial valores cercanos al 60% mientras que en la formación dual superan el 70%. El abandono de los estudios varió en momentos en que la deserción tuvo lugar, ocurriendo en un 65% a 69% durante el primer semestre de las carreras presenciales y duales, respectivamente. La deserción en los semestres subsiguientes fue parecida y cerna a 10%.

4. Puntos críticos y miradas contextuales

La deserción en la actualidad es uno de los grandes problemas que enfrenta tanto las instituciones de educación superior, así como los diferentes estados y países quienes

están sufriendo costos sociales a consecuencia de este fenómeno. Existe un gran número de jóvenes y adultos que se encuentran con un nivel de escolaridad no acorde a la edad como consecuencia de la repitencia y fracaso de los estudiantes debido a muchos factores como el bajo desempeño escolar, problemas de conducta o desmotivación para la culminación de sus estudios académicos, el trabajo es otro de los factores que incentiva el abandono porque se relaciona con las condiciones de pobreza familiar y por la situación económica que pueden atravesar las familias actualmente.

A causa de lo anterior, las instituciones y países le han estado prestando gran atención, debido a que:

La deserción académica siempre ha sido fuente de retroceso al desarrollo del país. La educación en el Ecuador se considera desde hace algunos años universalizada, es decir, todos los ecuatorianos de todas las edades tienen derecho a estudiar en las diferentes instituciones públicas que existen, lo que no se encuentra universalizado son las mismas oportunidades, porque existen alumnos que por diversos factores no han podido ingresar al Sistema de Educación. (Ocampo, 2019)

Por tanto mientras las autoridades pertinentes en el área de Educación y el mismo Estado no se involucren siempre vamos a tener este déficit en las instituciones de educación superior ya que los estudiantes que deciden no culminar sus estudios ya que muy probable que deserten más que todo por el factor económico y no acoplamiento de los horarios de clase por la jornadas que puedan chocar con sus actividades laborales es un índice que puede perjudicar en el número de crecimiento en las IES en los primeros años de estudios.

5. Implicaciones Sociales y desigualdad educativa

5.1. Pérdida del proyecto de vida de los jóvenes

Como consecuencia de esta realidad, se genera una pérdida clara en las proyecciones de vida de los jóvenes que orientaban su motivación por conseguir un título profesional. Apuntando a que las políticas públicas no están guiadas por la realidad socioeconómica de quienes buscan una carrera profesional en instituciones de educación superior públicas que les brindaban, en su momento, una esperanza por alcanzar su tan anhelada profesión. Esto ha llevado a una serie de implicaciones en efecto dominó con el

abandono de las mismas. Se puede enmarcar como una clara implicación que, si no hay un número promedio de estudiantes en las aulas de una carrera en específico, esta pueda ser cerrada para dar prioridad a otras, lo que ocasiona no solo el cierre de aulas, sino también el despido de recursos humanos capacitados para impartir conocimientos y seguir guiando a los jóvenes hacia su meta profesional.

A esto se suma que, en los últimos 3 años, la deserción estudiantil estuvo estrechamente relacionada con la pandemia mundial, lo que llevó a muchos jóvenes a buscar medios para generar ingresos para sus hogares. Otra razón destacada y de conocimiento general fueron las modificaciones implementadas debido a la misma pandemia, como el uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo de sus actividades estudiantiles. Sin embargo, esta modificación ayudó a unos pocos, pero no a la mayoría, ya que gran parte de los jóvenes no cuentan con los recursos económicos para acceder a estas herramientas. Por lo tanto, estas implementaciones, sumadas a la baja economía de los estudiantes, hicieron imposible que continuaran en su camino hacia la titulación profesional.

Se puede establecer que la pandemia por Covid-19 agudizó los factores de deserción en estudiantes universitarios, muchos de los cuales ya estaban presentes antes de la situación sanitaria. Debido a esto, las diferentes instituciones de educación superior se enfrentaron a un nuevo reto de establecer estrategias que permitieran mitigar estas dificultades, las cuales se han agudizado en la actualidad. Por ende, es más factible que los estudiantes continúen su formación, conservando los estándares de calidad y garantizando el bienestar de la población universitaria (Calderón, 2021).

Los motivos sociales que intervienen en la deserción universitaria de las personas privadas de la libertad se caracterizan por la exigencia de recuperar el tiempo perdido con la familia, lo que hace que la reconstrucción de los lazos filiales y afectivos se sobreponga en muchos casos al cumplimiento de los estudios. Además, los estigmas sociales y la discriminación frente a la reinserción o la readaptación a la vida social merman la resiliencia de este grupo de personas, quienes en algunos casos terminan desertando en sus estudios universitarios (Rivas et al., 2019).

Asimismo, se puede analizar que las consecuencias de la deserción estudiantil están ligadas a los problemas comunes de la sociedad. Castellanos et al. (2019) incluyen la salud, tanto física como mental, como factores individuales que influyen en la deserción académica. Se contemplan temas como el embarazo, trastornos mentales y consumo de

sustancias psicoactivas. Aunque se ha buscado combatir esto, muchos jóvenes, a pesar de las oportunidades brindadas para continuar con sus estudios, están fuertemente influenciados tanto por las presiones sociales como por la cultura, lo que lleva a que la educación quede en un segundo plano. La determinación de la problemática en las instituciones de educación superior está dada por la necesaria tensión establecida en términos del estudiantado que abandona el sistema de manera permanente (desertores). En este debate, aparecen dos conceptos que responden a la gestión que cada institución realiza para abordar el fenómeno de la deserción. Estos conceptos son el de retención y el de permanencia (Pereira et al., 2021).

5.2. Sistema Educativo

La deserción estudiantil es un fenómeno que, influenciado por la pandemia, afectó el curso normal de la formación académica de los estudiantes. En el caso de la unidad educativa mediante los datos recogidos reflejan que el 20% de los educandos han abandonado sus estudios. El cambio repentino de un aula física a un escenario virtual provocó que la población se enfrente al acceso limitado y casi inexistente de recursos tecnológicos y digitales, que les permita continuar en el sistema educativo debido al factor económico; lo cual se ha convertido en la causa actual del abandono escolar (Aguilar, 2020).

La deserción tiene altas consecuencias sociales relacionadas a las expectativas de los estudiantes y sus familias, por una parte, emocionales por la disonancia entre las aspiraciones de los estudiantes y sus logros, el ingreso a la universidad fue filtrado por el Examen Nacional para la Educación Superior. Sin embargo, esto no evitó que la deserción fuera alta. Por el contrario, la proporción de estudiantes desertores fue similar a la de países que no registran filtros previos de ingreso, como el caso de Dinamarca. (Torres et al., 2021).

Al estar estrictamente ligado un examen para la clasificación de estudiantes a carreras en las que para poder ingresar deben completar un puntaje mucho más alto del recomendable genera un efecto de desmotivación en los aspirantes lo cual desvían su atención a posibilidades de carreras a la que sus conocimientos previos puedan permitirle. Esto repercute que a medida en la que pasan los niveles la desmotivación sea más notoria en los mismo, lo que causa que los estudiantes abandonen sus carreras por falta de proyección en la carrera que no escogieron sino en la que un puntaje les

permitió ingresar, siendo esto motivo casi principal para que la deserción se vuelva cada vez más alta en el país.

Por otro lado, tiene consecuencias económicas para los estudiantes que muchas veces deben entrar al sistema bancario para financiar sus estudios, y para el sistema en cuestión que debe utilizar recursos en la educación de estudiantes que luego dejan de serlo por motivos individuales. Las personas que no concluyen sus estudios se encuentran en una situación de empleo desfavorable respecto a aquellos que sí terminan.

5.3. Pérdida de capital humano capacitado en áreas técnicas y tecnológicas

Entre las implicaciones más notorias por motivos de la deserción estudiantil se puede evidenciar que, al quedarse aulas sin estudiantes o por bajo del número de estudiantes permitidos para un curso genera que muchos elementos docentes capacitados para impartir sus conocimientos quedan a la deriva del quehacer laboral por ende hace que el presupuesto de las instituciones de educación superior desvíen sus fondos a otras áreas que en su momento fueron sacrificio para poder sostener dicho personal y eso genera que un puesto de trabajo que no está en recurso humano de poder trabajar en su área quede fuera de su puesto laboral, lo que causa un incremento en el desempleo del país.

5.4. Disminución de la calidad y reputación de los programas de formación técnica y tecnológica.

Como problemática dentro de las instituciones de formación técnica y tecnológica la deserción de estudiantes ante los programas ofertados para la formación profesional genera una decadencia en la calidad del estudio, pero esto no se da por mala práctica por parte de los recursos humanos y tecnológicos que se aplican para la formación de profesionales, sino a que al estar vinculado netamente con la comunidad educativa la falta de estudiantes hace que estos programas se vean manchados por la ausencia de los mismos haciendo que su reputación este basada en supuestos de talleres que no se encuentran a la altura del aprendizaje de los mismos.

Esto afecta netamente a los pénsum creados para la formación, haciendo que, al no obtener un mínimo de estudiantes, los programas pierden protagonismo dentro de la

institución técnica y de tecnología. Generando un desvío de atención hacia otras áreas de formación profesional.

Por otra parte, esto hace que la reputación de una institución de educación superior se vea manchada debido a la deserción de estudiantes, este efecto se da debido a que las personas que no conocen sobre la situación generen comentarios negativos sobre la misma haciendo referencia a la mala calidad de dicha institución y por ende cambien su foco de atención en otras opciones que a la larga también abandonan por no ser la carrera que en su proyección de vida.

6. Fundamentos de acciones para la prevención de la deserción y la retención estudiantil

La formación profesional de los estudiantes del tercer nivel técnico y tecnológico debe perseguir un carácter de integralidad, puesto que no solo se está educando a personas que aportarán al desarrollo socioeconómico del país, sino que se está preparando a los individuos que liderarán el porvenir nacional desde los diversos campos de acción.

Para lograr tal carácter integral, la formación en los institutos de educación superior debe estructurarse de forma tal que logre la permanencia de los estudiantes desde el inicio hasta el fin de sus estudios. Esa estructuración conllevará que los pñsum de estudio contengan una multidisciplinariedad de factores que circunden a los contenidos propios de cada carrera y que permitan que el estudiante se sienta motivado a aprender y a ser parte activa de la institución educativa.

Es fundamental que el hecho educativo tenga siempre presente que no solo un currículo de alta calidad y una nómina de profesores con vasta experiencia es lo que va a asegurar que los alumnos continúen sus estudios, puesto que la permanencia del estudiantado va a requerir que las instituciones educativas conjuguen calidad en docencia, actividades integrativas extracurriculares, formación complementaria y apoyos asociados con su bienestar. Los factores multidisciplinarios que confluyen en la formación estudiantil deben abordarse desde dos ámbitos: la prevención de la deserción y la intervención para la retención estudiantil.

A partir de estos dos ámbitos, las instituciones de educación superior técnica y tecnológica deberán incluir en sus planificaciones académicas, estrategias para llevarlos a cabo y, así, lograr los fines de permanencia que están estrechamente ligados con la

calidad educativa y, como resultado, con la formación de profesionales de excelencia. Las estrategias que se planteen deben considerar acciones para compensar el hecho de que la deserción impacta económica y socialmente a las naciones, puesto que representa la pérdida de fondos públicos y/o privados de forma directa o indirecta y, especialmente, repercute en la desorientación y afectación de los planes y objetivos de vida de los jóvenes que habían decidido acceder a la educación superior (Espinosa et al., 2020). Considerado todo lo anterior, en los siguientes incisos se fundamentarán acciones para contrarrestar la deserción y alcanzar la retención estudiantil.

6.1. Acciones enfocadas en la acogida a estudiantes de primer ingreso

El acercamiento inicial de las instituciones de educación superior con sus estudiantes de primer ingreso debería darse a través de un mecanismo que les permita conocer su contexto educativo, familiar y socioeconómico, pero principalmente saber sus expectativas en cuanto a su proceso de formación y a sus aspiraciones profesionales. Para Besa et al. (2019) en el levantamiento de expectativas deben predominar los siguientes objetivos:

- Conocer mejor qué aspectos intervienen durante la adaptación del estudiante de nuevo ingreso
- Identificar los diferentes factores que contribuirían a favorecer la adaptación y el rendimiento académico de los nuevos estudiantes en la educación superior
- Distinguir entre todo aquello que los nuevos estudiantes esperan alcanzar o pretenden llevar a cabo durante su estancia, tanto desde una perspectiva académica como social, correspondiendo un papel fundamental al componente cognitivo y emocional del alumno.

Dependiendo de la cantidad de estudiantes y de la capacidad instalada, cada institución educativa decidirá cuál será ese mecanismo, pudiendo ser mediante entrevistas individualizadas, encuestas digitales cualitativas, grupos de enfoque por curso y/o carrera, jornadas de construcción colectiva, entre otros. Lo fundamental del mecanismo seleccionado, es que permita a la institución tener información detallada, lo que será el primer elemento del expediente del estudiante y cuyos resultados serán fuente para la toma de decisiones conscientes dirigidas a la mejora educativa.

6.2. Acciones enfocadas en el aprendizaje continuo e integral

Actividades extracurriculares

Los estudios superiores no son meramente el acudir diario de los alumnos por varios años a las aulas de clase para recibir el conocimiento impartido por sus profesores, en la vida estudiantil las actividades extracurriculares representan un canal para que los aprendices se sientan identificados con la institución, se forjen amistades y se cimenten valores como la honestidad, responsabilidad, disciplina y empatía; y habilidades blandas como el trabajo en equipo, manejo del tiempo, creatividad y liderazgo los cuales serán claves luego en su ejercicio profesional.

Las actividades extracurriculares tienen cuatro funciones: función de desarrollo, función social, función recreativa y función de preparación profesional; por lo tanto, su estructuración debe cubrir estos ámbitos, lo que significa que las instituciones educativas deben organizar una diversidad de opciones que generen el interés de los estudiantes y que estos se sientan motivados a participar. Es así que pueden existir actividades extracurriculares del tipo transitorias, como: ferias académicas, casa abierta, olimpiadas, semanas culturales, etc.; y actividades extracurriculares fijas, tales como: clubes estudiantiles, grupos artísticos o culturales, equipos deportivos y otros.

La selección de las actividades extracurriculares de las instituciones educativas, a más de basarse en las cuatro funciones arriba señaladas, debe considerar los datos recabados en el levantamiento de expectativas estudiantiles; lo que asegurará que el estudiantado se sienta identificado y existan mayores posibilidades de involucramiento voluntario y entusiasta. Finalmente, Núñez (2020) sugiere que los estudiantes sean integrados en estas actividades desde el primer semestre de la carrera. Los estudiantes de niveles inferiores interactúen con sus compañeros de niveles superiores, lo cual facilita el establecimiento de relaciones con otros estudiantes. Esto cobra especial importancia en proyectos integradores que involucran a estudiantes de diferentes niveles académicos.

Formación complementaria

Los programas de estudio no son la única vía de conocimientos de las instituciones educativas superiores, es más, aunque existan las mejores intenciones, la limitación en cuanto al número de asignaturas y de horas de cada una establecidas en las mallas curriculares, no permite que exista el tiempo suficiente para profundizar en ciertas

áreas del pénsum o para desarrollar aquellas transversales relacionadas con las habilidades blandas; es en esa instancia que dicha formación juega un papel preponderante en el proceso de enseñanza. Su finalidad es generar actividades académicas paralelas enfocadas en ahondar en los conocimientos establecidos en los planes de estudio, pero también son la vía para aprender elementos que no son parte oficial de los mismos y que contribuirán a que la preparación de los estudiantes sea más completa.

Las planificaciones de la formación complementaria deberán considerar como insumo inicial, el levantamiento de expectativas realizado a los estudiantes de primer ingreso; también deberán conllevar el análisis de los microcurr culos en conjunto con las experiencias de los docentes, pues son quienes conocen qué hace falta complementar, agregar o desarrollar en los alumnos. Adicionalmente, la formación complementaria debe prestar especial énfasis en el desarrollo de habilidades blandas, ya que representan una ventaja competitiva que deben poseer los profesionales de las distintas ramas, en paralelo con las habilidades propias de su carrera; no obstante, los planes de estudio suelen poner poco o nulo enfoque en el desarrollo de tales competencias relacionadas con aspectos cognitivos y actitudinales (Rueda et al., 2020).

Es así que esta formación podrá incluir conferencias con invitados externos de temáticas que conforman las unidades de estudio de las materias, organización de jornadas académicas internas con temas que extiendan el aprendizaje en clases, seminarios o congresos internos o externos que aborden áreas relacionadas con la carrera, capacitaciones a través de cursos de formación continua organizados específicamente para un grupo de estudiantes sobre cuestiones de las que se necesitará aprender pues son vitales para su preparación profesional, talleres formativos para el desarrollo de habilidades blandas, participación en cursos de capacitación externos abiertos a la comunidad pero que se alinean a los objetivos de aprendizaje de la carrera.

6.3. Acciones enfocadas en el bienestar humano

Apoyo y orientación psicoafectivo

La intervención del departamento de Bienestar Estudiantil es primordial en todas las instituciones de educación superior, con énfasis particular en las áreas de orientación y psicológica. El desarrollo psicoafectivo de los individuos representa la atención a los elementos afectivos y emocionales de su bienestar, los cuales afectan directamente en

su proceso de formación: si estos elementos representan un reto o una dificultad, eso repercutirá directamente en el rendimiento académico; no se puede formar a ninguna persona como un profesional cabal sin procurar que su área psicoafectiva se encuentre en un estado de bienestar. Considerando aquello, Donoso et al. (2013) destacan que entre las prácticas de retención de mayor impacto se encuentra:

Fortalecimiento de la orientación académica a grupos específicos de la sociedad, incrementando los equipos profesionales que les prestan apoyo, coordinando las políticas de orientación con las que provienen de la enseñanza secundaria (transición) e implementando políticas dirigidas a impulsar una planificación de su vida como profesional.

En función de lo antedicho, para atender esta área las instituciones educativas deberán considerar dentro de sus planificaciones el abordaje de los siguientes cuatro aspectos:

Atención psicológica oportuna

El levantamiento de expectativas inicial debe facilitar a la institución datos para conocer sobre situaciones que requieren atención prioritaria, estos casos deben ser atendidos con discreción, empatía y mediante un plan que permita que los estudiantes puedan superar las situaciones que les representan dificultad; igualmente, los docentes deben estar atentos a cualquier situación que pueda ocurrir, aunque no esté contemplada en el levantamiento inicial, las cuales deben ser derivadas con privacidad y seguir los mismos protocolos de discreción y de seguimiento al plan que se organice para estos estudiantes. La institución debe hacer una difusión continua del departamento de Bienestar Estudiantil, la cual sirva para que los estudiantes sepan que pueden acudir a este siempre que sientan que necesitan de apoyo psicológico.

Atención psicopedagógica oportuna

Más allá de los casos que requieran atención psicológica, se podrán presentar casos de necesidades educativas especiales (NEE) permanentes o transitorias, asociadas o no a la discapacidad, que requerirán de un apoyo especial donde confluyan los elementos psicológicos y pedagógicos. En cuanto al área psicológica, se deberá aplicar lo detallado en el apartado anterior, ese será el primer acercamiento para detectar qué apoyos pedagógicos especiales requieren los alumnos con NEE, por lo que es necesaria la

participación de un psicopedagogo que evalúe todos los aspectos relacionados con el caso o la dificultad identificados.

Con dicha valoración, el área de Bienestar Estudiantil en equipo multidisciplinario con los docentes de los estudiantes que presentan NEE, deberán diseñar un plan de intervención donde se planteen los objetivos a alcanzar, se describan las actividades a desarrollar en las áreas cognitivas, afectivas y conativas del alumno, las personas que intervendrán, el tiempo de duración y los recursos que se necesitarán; además de que se deberá plantear cómo se ejecutará el seguimiento respectivo al cumplimiento del plan. Por otro lado, no siempre las dificultades pedagógicas se enmarcan en NEE, sin embargo, es menester proporcionar apoyo académico continuo cuando exista la necesidad.

Un recurso válido de apoyo académico continuo son las Tutorías, mediante las cuales un estudiante puede solicitarlas a un docente para reforzar los conocimientos adquiridos en el aula; refuerzo que también puede ocurrir por incentivo del docente al alumno. Otro recurso importante para dicho apoyo académico continuo, son las aulas de apoyo permanente, es decir, la conformación de colectivos de docentes por áreas de conocimiento que se plantean horarios de atención para que cualquier estudiante, con o sin NEE, que requiera nivelar o aumentar sus aprendizajes en algún elemento de las materias estudiadas, pueda acudir y recibir clases privadas dentro de la institución educativa.

Orientación educativa

El éxito académico de los estudiantes no solo radica en su formación y preparación mediante el pénsum, en lo extracurricular y complementario, asimismo, su preparación debe incluir la orientación educativa, que se trata de la guía que las instituciones de educación superior les otorgan para encaminar lo que será su vida profesional cuando concluyan los estudios. Esta orientación deberá organizarse mediante un proceso estructurado en el que se defina desde qué momento se intervendrá, de tal manera que no se abrume al estudiantado, sino que se desarrolla orgánicamente como parte de su trayectoria estudiantil.

De este modo, la orientación educativa incluirá al menos los siguientes elementos: charlas de orientación vocacional asociadas con el perfil de egreso de las carreras, aplicación de baterías de orientación del perfil profesional, capacitaciones enfocadas en

el emprendimiento, capacitaciones de elementos para la empleabilidad, desarrollo individual del plan de desarrollo profesional o plan de carrera.

Acceso a beneficios educativos:

Las instituciones de educación superior deben propender a proporcionar beneficios a sus estudiantes, ya sean en reconocimiento a su desempeño académico y/o en apoyo a su situación socioeconómica; esto conllevará a que se dedique una parte del presupuesto a becas, ayudas económicas y/o incentivos en especie, puesto que una de las causas preponderantes que “permite explicar el fenómeno de la deserción tiene que ver con los indicadores socioeconómicos, en la medida en que se afecta de manera directa y considerable el potencial de formación de profesionales de una sociedad” (Gutiérrez et al., 2021). Si las instituciones educativas no cuentan con un presupuesto fijo, como es el caso de los institutos superiores técnicos y tecnológicos públicos del Ecuador, existen otras actividades que estas pueden hacer:

- Búsqueda de subvenciones económicas locales, estatales o internacionales y asesoría a los estudiantes para que postulen a las mismas.
- Gestión de beneficios a través de convenios interinstitucionales que pueden proveer de beneficios económicos o en especie para los estudiantes, por ejemplo: descuentos en material didáctico, descuentos en servicios de salud, descuentos en servicios de esparcimiento, acceso gratuito o con descuento a capacitaciones complementarias.

Sistema de reconocimiento y estímulos

La base de las estrategias que los institutos de educación superior planteen para el bienestar de sus estudiantes y para la permanencia en sus estudios, es el reconocimiento y los estímulos a su rendimiento académico y participación estudiantil. Desde su concepción normativa, el Reglamento de Régimen Académico del Ecuador refiere en su Artículo 69 sobre los Estímulos al Mérito Académico:

Las IES podrán contemplar, conforme a la normativa aplicable, en el sistema interno de evaluación de los aprendizajes, estímulos que reconozcan el mérito académico de los estudiantes, estableciendo entre otros, mecanismos como: becas, pasantías, ayudantías, estancias nacionales o internacionales, para

propiciar desempeños académicos de excelencia. (Consejo de Educación Superior [CES], 2023)

Para el efecto, las instituciones deben crear un sistema que establezca cuáles serán dichos reconocimientos y cómo los estudiantes accederán a ellos, mismo que no solo debe apuntar a premiar el rendimiento académico, sino que debe reconocer los aportes que los estudiantes realicen en otras áreas del desarrollo institucional. Las siguientes son algunas de las varias formas de reconocer y estimular las aportaciones de los estudiantes en los institutos:

1. Ayudantes de cátedra: *se constituirá en un apoyo a la gestión del docente y un canal para el aprendizaje extendido del estudiante.*
2. Pasantías extracurriculares: *mediante acuerdos con instituciones que acojan a los mejores egresados de cada carrera como incentivo a su excelencia y mayores posibilidades de inserción a la vida laboral.*
3. Estudiantes ejemplares: *reconocimiento para aquellos alumnos que han demostrado esfuerzo constante en sus estudios y preocupación por su carrera y por la mejora institucional. El reconocimiento puede ser mediante un incentivo público dentro de la institución o un incentivo laboral al considerarlos como primera opción para las oportunidades laborales o de prácticas preprofesionales con las empresas con las que el instituto mantiene convenio.*
4. Oportunidades de estudio y/o intercambios en otras instituciones de educación superior del país o extranjeras: mediante convenios interinstitucionales o por medio del apoyo a la postulación cuando existan ofertas disponibles.

En los esfuerzos que los institutos técnicos y tecnológicos realicen para aumentar la retención del estudiantado, es necesario siempre tener presente que no existe una fórmula mágica que asegure la erradicación de la deserción estudiantil y la permanencia de los alumnos desde el inicio y el fin de sus estudios, como enfatiza Bustamante (2021) no es claro que todos los tipos de deserción requieran las mismas estrategias de intervención por parte de las instituciones de educación superior. Es así como el conocimiento de estas diferencias ayuda a construir las herramientas que ayuden a elaborar alternativas efectivas con el objetivo de aumentar la retención estudiantil.

Por consiguiente, las pautas aquí explicadas representan acciones viables que pueden aplicarse dentro de las instituciones de educación superior técnica y tecnológica; lo

crucial radicaré en que, mientras más alineadas estén a las expectativas y necesidades de los estudiantes, más posibilidad éxito se obtendrá.

7. Conclusión

A lo largo del capítulo, se han explorado diferentes aspectos relacionados con la deserción estudiantil en la Formación Superior Tecnológica. Mediante el análisis y la revisión de literatura, se puede concluir que lograr la permanencia del estudiantado en los institutos técnicos y tecnológicos no es una tarea que se alcance mediante una fórmula mágica predeterminada; ello requiere que las instituciones planteen una serie de acciones encaminadas hacia el bienestar integral de los estudiantes, tanto en lo académico como en su adaptación e integración a la vida estudiantil.

Como mencionan Roberts et al. (2019) ese enfoque bipartito debe considerar en todo momento que los estudiantes están afrontando una transición educativa y personal significativa, enfrentándose a un contexto nuevo que les exige abandonar nociones anteriores e inmediatamente adoptar nuevas que le serán necesarias para asumir su reto formativo adecuadamente.

Es fundamental que, el planteamiento de las acciones para la permanencia estudiantil se base en un análisis de las características propias del alumnado y de la institución, de tal manera que estas sean realistas, alcanzables y estén orientadas a cubrir las necesidades de sus estudiantes con base en los alcances institucionales.

Como mencionan Losada et al. (2020) es recomendable que las estrategias establecidas vayan acompañadas de un programa de detección precoz y acompañamiento posterior, en el cual participen alumnos con vulnerabilidades personales, psicosociales o académicas. Esto asegurará que se brinde el apoyo necesario a aquellos estudiantes que lo requieran, promoviendo así su permanencia y éxito académico.

Finalmente, es importante destacar que todo proceso es perfectible, por lo tanto, resulta fundamental que los institutos realicen un análisis periódico de las acciones establecidas. Este análisis permitirá reformular o agregar nuevas acciones en caso de ser necesario. La capacidad de flexibilidad y reflexión de las instituciones en cuanto al replanteamiento de dichas acciones será clave para promover la mejora continua de sus procesos y, en particular, para mejorar las tasas de retención estudiantil.

Referencias

- Aguilar, F. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 46(3), 213-223.
- Albán, M. y Mauricio, D. (2019). Factors that influence undergraduate university desertion according to students perspective. *International Journal of Engineering and Technology*, 10(6), 1585-1602.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Reformas a la Ley Orgánica de Educación Superior*. Registro Oficial Suplemento 298 de 12-oct.-2010. Modificado el 02-ago.-2018.
- Besa, M. y Gil, Y. (2019) Expectativas académicas del alumnado no tradicional al inicio de sus estudios universitarios Academic expectations of non-traditional students at the beginning of university. *Bordón Revista Pedagógica*, 71. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2019.64506>
- Bustamante, D. (2021). *Modelo predictivo de rendimiento académico para el apoyo, prevención y disminución de la tasa de deserción universitaria* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/20869>
- Calderón, L. (2021). *Factores de riesgo de deserción escolar durante la pandemia (covid-19) en la Unidad Educativa "12 de Noviembre" del cantón Píllaro* [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica de Ambato].
- Castellanos, D., Baquero, D. y Dayan, L. (2019). *Factores que Influyen en el Fenómeno de Deserción Universitaria en el Área de las Ciencias de la Salud: Una Aproximación al Programa de Enfermería de la Universidad Manuela Beltrán* [Tesis de Licenciatura, Universidad Cooperativa de Colombia].
- Castrillón, O. D., Sarache, W. y Ruiz-Herrera, S. (2020). Predicción de las principales variables que conllevan al abandono estudiantil por medio de técnicas de minería de datos. *Formación Universitaria*, 13(6), 217-228.
- CACES, C. d. (2021). *Modelo de Evaluación Externa 2024 con fines de Acreditación para los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos*. Evaluaciones Institucionales de Educación Superior (pp. 5- 11).
- Cevallos, J. (2022). *Predicción de la deserción estudiantil, mediante métricas y técnicas de minerías de datos, en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes (ISTLA)* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].

- González, F. y Arismendi, K. (2018). Deserción Estudiantil en la Educación Superior Técnico-Profesional: Explorando los factores que inciden en alumnos de primer año. *Revista de la educación superior*, 47(188), 109-137.
- Consejo de Educación Superior CES. (2023). *Reglamento de Régimen Académico*. <http://gaceta.ces.gob.ec/inicio.html>
- Donoso, S., Donoso, G. y Frites, C. (2013). La experiencia chilena de retención de estudiantes en la universidad. *Ciencia y Cultura*, 30. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rcc/v17n30/a07.pdf>
- Espinosa, J., Hernández, J. y Castro, L. (2020). Estrategias de permanencia universitaria. *Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica*, 39(1), 88-97.
- Gutiérrez, D., Díaz, J. y López, J. (2021). Indicadores de deserción universitaria y factores asociados. *EducaT: Educación virtual, Innovación y Tecnologías*, 2(1), 15-26.
- Guzmán, C., Durán, D., Franco, J., Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K. y Vásquez, J. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. Ministerio de Educación Nacional.
- López, C., Guerrero, E., Noroña, C. y Cadena, C. (2022). La Identificación de variables significativas en la deserción estudiantil, mediante un modelo matemático de regresión lineal KDD.: Identificación de variables significativas en la deserción estudiantil. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 22(36).
- Losada, A. y Rodríguez Sas, O. (2020). Retención y deserción universitaria. *Revista Neuronum*, 6(3), 162-179.
- Machado, J. y Castillo, D. (5 sept. 2022). 11 causas por las que los estudiantes abandonan las aulas en el país. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/causas-estudiantes-abandonan-aulas-ecuador/>
- Macías, S. (2013). *Impacto económico de la deserción estudiantil en los estados financieros del Instituto Superior Tecnológico de Formación Profesional Administrativa y Comercial* [Tesis de Administración, Universidad Estatal de Milagro].
- Morocho, K. y García, S. (2020). *Modelo de regresión logística de la deserción estudiantil en un instituto tecnológico en el cantón Daule* [Tesis doctoral, ESPOL].
- Mori, J. (2021). Factores asociados al riesgo en la deserción estudiantil en un Instituto de Educación Superior Tecnológico Público. *Revista de Investigación de la*

<https://revistadeinvestigacion.uwiener.edu.pe/index.php/revistauwiener/article/view/154/257>

- Moyano, J. (2020). Factores que predicen la permanencia estudiantil: análisis en un escenario de educación técnica. *Cultura Educación y Sociedad*, 11(1), 25-38.
- Munizaga, F. (2018). Retención y abandono estudiantil en la educación superior universitaria en América Latina. *Archivos analíticos de Políticas Educativas*, 26(1).
- Núñez, A. (2020). Deserción y retención: retos en la educación superior. *Retos de la Ciencia*, 4(9), 15-23. <https://doi.org/10.53877/rc.4.9.20200701.02>
- Ocampo, P. (2019). *Análisis de los factores psicosociales que influyen en la deserción escolar, en los estudiantes del 1er año de bachillerato general unificado del Colegio Nacional Nocturno Gabriela Mistral* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
- Paredes, K., Fernández, G., Alarcón, M., Cuenca, E. y Yáñez, E. (2022). Factores de deserción de los estudiantes de la Carrera Tecnología Superior en Electricidad (caso de estudio instituto Superior Tecnológico Tsáchila). *Una Revisión de Literatura Académica. Revista G-ner@ndo*, 3(2), 12-24.
- Pereira, A. y Vidal, M. (2021). Deserción estudiantil en la educación superior: reflexiones sobre la gestión enfocada en la retención o la permanencia. *Revista Educación*, 45(1). <https://www.redalyc.org/journal/440/44064134011/44064134011.pdf>
- Rea, C., Benítez, C., Mayorga, M., Pinos, C. y Bolaños, C. (2023). Factores asociados al rendimiento académico: Un análisis mediante regresión logística multivariante en estudiantes del primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Tres de Marzo de la Provincia Bolívar, Ecuador. *Domino de las Ciencias*, 9(3), 570-589.
- Real Academia Española. (2022). *Cultura*. <https://dle.rae.es/cultura?m=form>
- Rivas, R. y González, B. (2019). *Factores que inciden en la deserción estudiantil universitaria en las Personas Adultas en Conflicto con la Ley (PACL) en el Centro de Privación de Personas Adultas en Conflicto con la Ley de Ecuador, 2017* [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo].
- Roberts, K. y Rosselot, C. (2019). Experiencia de acompañamiento a estudiantes para la permanencia en la educación superior desde una perspectiva Socioeducativa: el caso de la Universidad de Santiago de Chile. In *Congresos CLABES* (pp. 285-296).

- Rochin, F. (2021). Deserción escolar en la educación superior en México: Revisión de literatura. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.821>
- Rodríguez, J., Arce, C. y Loo, A. (2021). Incidencia en la deserción de los cursos de primer nivel de la carrera de desarrollo de software del instituto superior tecnológico Guayaquil. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(6), 43-58.
- Rueda, J. y Portilla, S. (2020). Formación en competencias laborales generales, desafío de la educación superior. *I+D Revista de Investigaciones*, 15(1), 40-48. <https://doi.org/10.33304/revinv.v15n1-2020004>
- Secretaría de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación-Senescyt. (2020). *Tecnología, innovación y saberes ancestrales en cifras*. <https://siau.senescyt.gob.ec/imagenes/2020/10/Septiembre-2020.pdf%0Ahttps://siau.senescyt.gob.ec/estadisticas-de-educacion-superior-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>
- SENPLADES. (2021). Plan de creación de oportunidades 2021-2025. En *Secretaría Nacional de Planificación* (pp. 68–71). <https://acortar.link/1unBK7>
- Silva, G. (2023). Deserción estudiantil en Institutos Superiores Tecnológicos de Ecuador: Una revisión de la literatura. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(8), 25-32. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.074>
- Sotomayor, P. y Rodríguez, D. (2020). Factores explicativos de la deserción académica en la Educación Superior Técnico Profesional: el caso de un centro de formación técnica. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(41), 199-223.
- Torres, S. y Escobar, C. (2021). Determinantes de la deserción y permanencia en la carrera de Medicina: Evidencia del Sistema de Educación Superior ecuatoriano. *Revista andina de Educación*, 5(1).
- Vera, G. y Álvarez, M. (2022). Motivación y Deserción Estudiantil en Institutos Tecnológicos de Educación Superior en Guayaquil. *Polo del conocimiento*, 7(6), 2078-2097. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i6.4182>
- Verdesoto, G., Mora, K. y Torres, L. (2018). Análisis de la deserción estudiantil en las universidades del Ecuador y América Latina. *Revista Pertinencia Académica*, (8), 01-28.

CAPÍTULO 4

Eficiencia en sistemas de refrigeración con utilización de refrigerantes genéricos

Carlos Luis Andrade Solórzano

ORCID: 0000-0003-3418-4330
Correo: c.andrade@istlam.edu.ec

Edwin Javier Andrade Demera

ORCID: 0009-0004-3341-8566

Jefferson Elicio Zambrano Cedeño

ORCID: 0000-0002-5339-5267

Manuel Vicente Reyes Constante

ORCID: 0009-0006-0926-6210
Instituto Superior Universitario Luis Arboleda Martínez

La eficiencia energética en sistemas de refrigeración es un tema importante para reducir el consumo de energía y costos operativos (Energy5, s.f.). Para lograr una evaluación integral de la eficiencia en un sistema de refrigeración, se deben entender conceptos fundamentales como el cambio de temperatura, diferencial de presiones, diferencial de entalpía, compresión, expansión, entre otros (Energética, 2021). Para reducir el gran porcentaje de energía que consume un equipo de refrigeración, se pueden tomar como el ajuste y mantenimiento del sistema, la elección del refrigerante, el monitoreo del sistema de medidas y la utilización de sistemas automatizados de monitoreo (Ogrados, 2014). Algunas soluciones para mejorar la eficiencia energética en sistemas de refrigeración incluyen el uso de refrigerantes ecológicos y sistemas de refrigeración energéticamente eficientes. En un estudio experimental de un sistema de refrigeración de pequeña capacidad que utiliza R-600a como gas refrigerante, se comparó el comportamiento térmico, mecánico y de eficiencia energética del sistema de refrigeración con un refrigerante genérico. La tecnología de refrigeración ha avanzado mucho en términos de eficiencia energética y los sistemas de refrigeración

energéticamente eficientes, como la refrigeración magnética y la refrigeración criogénica, están ganando popularidad en la industria del almacenamiento en frío.

La elección del refrigerante es fundamental para el rendimiento y la confiabilidad de un sistema de climatización y ventilación (HVAC), es importante evaluar los aspectos de seguridad asociados con cada opción de refrigerante antes de tomar una decisión. La eficiencia energética de los equipos de refrigeración se ve incrementada gracias al empleo del "free Cooling", la adopción de determinadas medidas en locales refrigerados, la elección del refrigerante y los procesos de evaporación, pasteurización, destilación y concentración.

1. La eficiencia energética en sistemas de refrigeración

Según Giovanni (2021) los hidrofluorocarbonos (HFC) es un tema importante para reducir el consumo de energía y los costos asociados. La elección del refrigerante es un factor clave en la eficiencia energética de un sistema de refrigeración, debido a que los hidroclorofluorocarburos (HCFC) y hidrofluorocarbonos (HFC) no son tóxicos ni inflamables, las posibilidades de un accidente menor o muerte son de baja probabilidad. Es por ello, no se debe de trabajar en áreas cerradas, ya que, si se tiene un derrame o una fuga grande de gas, inhibirá la presencia de oxígeno. Exponerse a niveles elevados de fluorocarbonos por arriba de los permitidos, puede ocasionar síntomas de asfixia; también es posible que se presente pérdida de coordinación psicomotriz, aumento del pulso cardiaco, sensibilización cardiaca, respiración más profunda o inconsciencia. Si algunos de estos síntomas se presentan se debe salir al aire fresco.

Barrios (2017) menciona que la eficiencia energética en sistemas de refrigeración hace referencia a sistemas que eliminan la cantidad de calor sobrante que se encuentra en el centro de un proceso de transferencia de calor haciendo uso de aire o agua, con la finalidad de reducir el nivel de temperatura en el que se encuentra el recinto, al mismo que posee el medio ambiente o a una temperatura específica que se necesite para un proceso industrial. Y que a su vez se alcancen resultados de alta calidad y favorables sin afectar el medio ambiente, garantizando que dichos sistemas operen de manera adecuada es una forma positiva en la que se asegura la continuidad del proceso.

Es por ello, que el contacto del refrigerante líquido sobre la piel puede causar quemaduras por congelación, la cual se manifiesta con palidez o enrojecimiento, pérdida de sensibilidad o hinchazón. Algunos refrigerantes ya no están permitidos

debido a su alto potencial de contaminación para el medio ambiente, mientras que otros refrigerantes naturales pueden tener inconvenientes como toxicidad, inflamabilidad o presiones elevadas. La reducción del volumen específico del refrigerante, asociada al aumento de la temperatura de evaporación, afecta la capacidad frigorífica (Raúl, 2016).

La utilización de sistemas automatizados de monitoreo sirve para rastrear el consumo de energía de los sistemas de refrigeración, así como optimizar su desempeño e identificar problemas o deterioros, como resultado de una baja carga de refrigerante. Actualmente, el mayor impacto medioambiental se debe al uso de los "HFC" (R134a, R 410A.), los refrigerantes que han sustituido a los freones. Montero (2024) indica que, los refrigerantes HFC no contienen cloro, y de esta manera, no destruyen la capa de ozono, pero contribuyen significativamente al calentamiento global. De esta manera los Refrigerantes sintéticos, son fabricados con compuestos químicos que no se encuentran en la naturaleza., tales como: R-12 (CFC-12), R-22 (HCFC-22), R-134a (HFC-134a). Tienen moléculas estables que perduran en la atmósfera, generando un significativo impacto ambiental. Por otro lado, la mayoría de estos refrigerantes tienen buena compatibilidad con materiales y aceites.

Los refrigerantes HFC son usados en los sistemas de refrigeración domésticos e industriales por sus excelentes propiedades termodinámicas, pero el Protocolo de Kioto los clasificó como gases de calentamiento global debido a su mayor valor, como por ejemplo el refrigerante R134a con un GWP de (1300), uno de los más usados en la industria por su bajo costo y excelentes propiedades termodinámicas. (Barragán, 2018)

De esta manera, la eficiencia energética en sistemas de refrigeración promueve el uso de refrigerantes naturales en combinación con equipos que tengan una alta eficiencia energética. Es decir, los refrigerantes naturales, existen en ciclos presentes de la naturaleza, incluso sin la interferencia humana. R-744 (CO₂), R-717 (NH₃), Hidrocarburos como el R-290 (propano, C₃ H₈). Respecto a clasificación de seguridad, presentan propiedades de inflamabilidad (Hidrocarburos, NH₃), toxicidad (NH₃) o propiedades con algunas restricciones en su utilización (CO₂). Sin embargo, en la actualidad representan la principal alternativa a los refrigerantes sintéticos.

Estudiar la eficiencia en sistemas de refrigeración con utilización de refrigerantes genéricos es importante para reducir el consumo de energía, conservar el medio

ambiente y mejorar la seguridad en el uso de estos sistemas. Esto no solo puede mejorar la eficiencia energética, sino también la seguridad en el uso de los sistemas de refrigeración. Según el uso correcto de los sistemas de refrigeración industrial determinará su eficiencia energética y, por lo tanto, su impacto en el medio ambiente y en los gastos.

La elección del refrigerante es crucial para la eficiencia energética en sistemas de refrigeración. Algunos refrigerantes están prohibidos debido a su alto potencial de contaminación para el medio ambiente, mientras que otros pueden tener inconvenientes como toxicidad, inflamabilidad o presiones elevadas. Por lo tanto, la utilización de sistemas automatizados de monitoreo es una recomendación para rastrear el consumo de energía de los sistemas de refrigeración y optimizar su desempeño (Montero, 2024).

En conclusión, la eficiencia energética en sistemas de refrigeración es un tema importante que puede reducir el consumo de energía y los costos asociados, la elección del refrigerante y la utilización de sistemas automatizados de monitoreo son factores clave para lograr una mayor eficiencia.

2. Fundamentos teóricos de la eficiencia energética en sistemas de refrigeración

Para Torres (2023) la eficiencia energética en sistemas de refrigeración se basa en varios fundamentos teóricos que se deben entender para lograr una evaluación integral del sistema y obtener elecciones que favorezcan un menor consumo de energía y una mayor eficiencia. A continuación, se presentan algunos de estos fundamentos teóricos:

Tabla 4

Fundamentos teóricos

Cambio de temperatura	El cambio de temperatura es un concepto fundamental en la refrigeración. Se refiere a la diferencia de temperatura entre el evaporador y el condensador
Diferencial de presiones	El delta de presiones es la diferencia de presión entre el evaporador y el condensador
Diferencial de entalpía	Cantidad de energía térmica transferida durante una reacción química a presión constante
Compresión	Es un proceso mediante el cual la presión y el volumen de un gas cambian con la temperatura constante.
Expansión	Se reduce la temperatura y la presión del gas refrigerante
Elección del refrigerante	La elección del refrigerante es crucial para la eficiencia energética en sistemas de refrigeración. Se deben considerar factores como el rendimiento (COP y SEPR), factores ambientales (PCA y ODP) y factores económicos (coste, manipulación, entre otros)
Monitoreo y automatización	La utilización de sistemas automatizados de monitoreo es una recomendación para rastrear el consumo de energía de los sistemas de refrigeración y optimizar su desempeño.

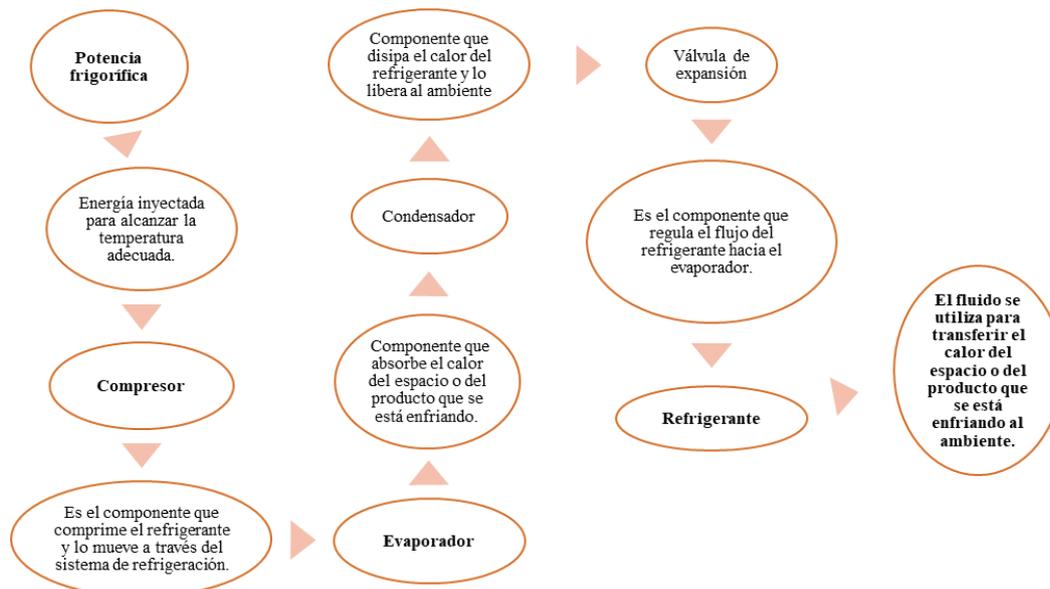
Nota. La siguiente tabla muestra los fundamentos teóricos que se deben mostrar para realizar una evaluación en el sistema energético (Torres, 2023).

3. Principales componentes de un sistema de refrigeración y cómo afectan la eficiencia energética

Cada sistema de refrigeración responde a unas condiciones particulares y de diferentes equipos y gases refrigerantes para alcanzar y mantener la temperatura adecuada. La eficiencia energética de un sistema se determinará mediante dos factores.

Figura 1

Componentes de un sistema de refrigeración

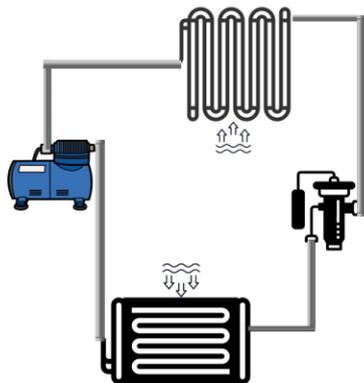


Nota. La ilustración muestra los componentes de un sistema de refrigeración, su potencia frigorífica, compresor, condensador, evaporador, válvula de expansión y refrigerante (Rodríguez, 2016).

Roberto (2017) menciona que, la eficiencia energética de un sistema de refrigeración se ve afectada por varios factores, como la elección del refrigerante, la eficiencia de los componentes y la calidad de la instalación.

Figura 2

Sistema de refrigeración



Es importante elegir un refrigerante adecuado para la aplicación específica y utilizar equipos y edificios que tengan una alta eficiencia energética.

Además, se pueden tomar medidas como la utilización de sistemas automatizados de monitoreo para optimizar el desempeño del sistema y reducir el consumo de energía (García, 2024).

4. Condiciones climáticas y geográficas afectan la eficiencia energética

Un buen sistema de refrigeración eficiente debe solucionar tanto las necesidades de producción como el gasto eléctrico.

Condiciones de instalación Los equipos se ubicarán en lugares frescos, considerando las variantes de exposición al sol. Es importante que las paredes y techos tengan colores claros para que se reduzca la temperatura en las instalaciones.

Elección de refrigerantes Alternativas como el CO₂ y el amoníaco consiguen reducir el daño atmosférico y ayudar a incrementar la eficiencia energética del sistema.

Es por ello, que, al elegir un refrigerante, se deben tener en cuenta las diferentes legislaciones vigentes, los factores de seguridad como la temperatura del gas de descarga y la toxicidad o el riesgo de inflamación. Es decir, la elección de un refrigerante es muy compleja y su labor en el sistema puede permitir la reducción de costes (Curto, 2021).

5. Optimización la eficiencia energética de un sistema de refrigeración

La eficiencia energética en los sistemas de refrigeración implica un menor consumo de energía, lo que se traduce en una reducción de los costos de operación, lo que es beneficioso tanto para el medio ambiente como para la economía. Es por ello, que los sistemas de refrigeración utilizan la energía eléctrica como principal fuente, para hacer mover los compresores, ventiladores y elementos asociados al sistema (Violante, 2023).

Refrigerantes naturales: Los refrigerantes naturales inorgánicos, como el amoníaco y el dióxido de carbono, tienen propiedades favorables en términos de eficiencia energética y bajo impacto ambiental (Pérez, 2021).

La elección del refrigerante adecuado para la aplicación específica es un factor clave en la eficiencia energética del sistema de refrigeración:

- Contribuyen a la protección del medio ambiente, ya que no dañan la capa de ozono y tienen un bajo impacto en el calentamiento global.
- Son más eficientes energéticamente que los refrigerantes sintéticos, lo que puede reducir los costos de energía.

- Son más seguros para la salud y la seguridad, ya que son menos inflamables y tóxicos que los refrigerantes sintéticos.
- Son más económicos que los refrigerantes sintéticos, ya que son más fáciles de obtener y producir.

Eficiencia de los componentes: La eficiencia energética del compresor, el evaporador, el condensador y la válvula de expansión son importante para reducir el consumo de energía del sistema (Jesús, 2023).

Se pueden reemplazar componentes antiguos o ineficientes por componentes más modernos y eficientes.

- Reducir la carga del sistema de refrigeración
- Mejorar el rendimiento del sistema de refrigeración a carga parcial
- Actualizar los equipos de refrigeración
- Reducir la presión de condensación y aumentar la presión de evaporación.
- Utilizar sistemas de control de velocidad variable (VFD) en los compresores.
- Utilizar refrigerantes naturales

Mantenimiento

El mantenimiento regular del sistema de refrigeración puede mejorar su eficiencia energética. Descargando el sistema de refrigeración y almacenando el refrigerante, se deben limpiar los componentes, verificar la carga de refrigerante, filtros en condiciones de operación, lavado y deshidratado del sistema y detección exhaustiva de fugas, revise regularmente la unidad exterior y límpiela superficialmente para evitar la acumulación de suciedad y garantizar que ningún agente externo esté obstruyendo el paso del aire ni las rejillas del ventilador (Luna, 2017).

Sistemas automatizados de monitoreo

La utilización de sistemas automatizados de monitoreo sirve para rastrear el consumo de energía de los sistemas de refrigeración, así como optimizar su desempeño e identificar problemas o deterioros como resultado de una baja carga de refrigerante.

- Mejora los controles del proceso de refrigeración dando la posibilidad de detectar cualquier irregularidad.

- Reducción de gastos excesivos en mantenimientos correctivos y facturas eléctricas altas
- Facilidad de control, no se requieren grandes conocimientos técnicos en los sistemas de refrigeración para poder monitorear y controlar su funcionamiento.

Con esta medida se puede reducir hasta un 3% de la energía consumida en refrigeración.

Operar el sistema a una presión menor

Luna (2017) menciona que la operación de los sistemas de refrigeración a una presión menor resulta en un menor consumo de energía. Se debe tener en cuenta que esta medida debe ser realizada por un profesional capacitado para evitar daños en el sistema.

Tabla 5

Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
Puede reducir el consumo de energía del sistema de refrigeración	Puede disminuir la capacidad de enfriamiento del sistema de refrigeración.
Puede prolongar la vida útil del sistema de refrigeración	Puede aumentar el tiempo de enfriamiento del sistema de refrigeración
Puede reducir la probabilidad de fugas de refrigerante	Puede aumentar la probabilidad de formación de hielo en el evaporador

Nota. La siguiente tabla nos indica las ventajas y desventajas de refrigerantes naturales (Ambiente, 2021).

Es importante tener en cuenta que la implementación de estas medidas depende de varios factores, como el tipo de sistema de refrigeración, la aplicación específica y las regulaciones ambientales. Además, es recomendable consultar a los fabricantes de equipos de refrigeración para obtener información precisa sobre las medidas adecuadas para cada sistema.

El uso de refrigerantes falsificados puede provocar una disminución del rendimiento del sistema, un aumento del consumo de energía y una reducción de la vida útil del equipo. Además, Guerrero (2023) indica que los refrigerantes falsificados pueden ser tóxicos, inflamables y representar un riesgo para el medio ambiente. Es importante

utilizar refrigerantes originales y contar con una supervisión y regulación adecuadas para evitar el uso de refrigerantes falsificados. El uso de refrigerantes falsificados también puede provocar accidentes y lesiones (RefrigeraciónC&C, 2018). Por lo tanto, es fundamental evitar el uso de refrigerantes falsificados y garantizar que los refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado sean genuinos y cumplan con las regulaciones.

Figura 3

Eficiencia energética en los sistemas de refrigeración



6. Refrigerantes genéricos

El refrigerante es responsable del intercambio de calor entre el ambiente interno y externo en los sistemas de aire acondicionado y refrigeración. Por esta razón, el origen y la calidad del producto son esenciales para el rendimiento del equipo.

Coctel de gases potencialmente tóxicos y corrosivos, mezcla (de cualquier tipo) de refrigerantes recuperados, refrigerantes puros expandidos con R-40 para aumentar su volumen, mezcla de R-40 con R-22 y/o R-142b que simulan las características de operación del R-134a u otros refrigerantes. Refrigerantes genéricos: sustancias vendidas como refrigerante que no cumplen con requerimientos y especificaciones de ningún refrigerante estándar (Ocampo Alarcón, 2023).

Los cilindros de refrigerante falso pueden contener:

- Refrigerant R-415B: HCFC-22/HFC-152a (25%/75%)
- Mezcla de refrigerantes recuperados - hidrocarburos incluidos
- Mezcla de R-134a/R-40; R-134a expandido

- Cualquier mezcla de gases refrigerantes

Problemas mayores causados por refrigerantes adulterados

- Explosión o quema del compresor
- Bloqueo y deterioro de los componentes del sistema
- Corrosión acelerada en el aluminio del anillo de cortocircuito del rotor y otros elementos

Refrigerantes en cilindros y latas: los importadores probablemente desconocen que el producto no es genuino, principalmente importados en latas y cilindros desechables.

Contenidos en equipos nuevos: fabricantes desconocen que el refrigerante usado no es genuino, importadores desconocen que el refrigerante en el equipo no es genuino.

El refrigerante R22, o CHCLF₂, HCFC-22, es un gas puro con una pureza de al menos 99%. Pero la falsificación actual R22 contiene otras sustancias corrosivas como el clorometano con una alta proporción a veces. Es decir, el clorometano tiene un fuerte efecto corrosivo, causará corrosión grave del compresor de la unidad de refrigeración, lo que provocará el desguace del compresor. Por ello, cuando se toca el refrigerante inferior sobre la espuma, esta comienza a corroerse y disolverse lentamente, pero no se produce el refrigerante R22 puro (Santizo, 2020). Los refrigerantes falsificados no presentan ninguna garantía de su pureza podrían contaminar el sistema y dañar algunos componentes importantes inclusive el compresor.

Figura 4

Refrigerante falsificado



Nota. Santizo (2020)

Figura 5

Identificación según el cilindro



Nota. Santizo (2020)

Desconocimiento y falta de información acerca de la calidad y posibilidad de falsificación (importadores, distribuidores, técnicos, aduanas, usuarios finales, centros de capacitación). Hay que trabajar en normativa y estandarización. No existe el servicio de verificación de productos en el mercado. El mercado manda, los productos baratos son atractivos. Según, Pérez (2023) uno de los aspectos básicos de calidad y estándares se deberían incluir en los cursos de buenas prácticas. Hay una relación directa entre el uso de refrigerantes falsificados y el aumento de consumo de energía y reducción de eficiencia. Puede tener efectos adversos sobre estas propiedades, por ello, resulta crucial conocer los fundamentos de seguridad y estándares de calidad en lo referente a las soluciones refrigerantes. Esto con el fin de evitar el uso de sustancias que alteren la operación o pongan en riesgo el desempeño adecuado de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

7. Consecuencias de los refrigerantes falsificados

Ambientales:

- Hay más riesgo de que sean liberados a la atmósfera, contribuyendo al calentamiento global y agotamiento de la capa de ozono
- Cilindros desechables: -no se reciclan -el 100% del contenido no se puede recuperar
- Alto consumo de energía, es decir, más emisiones indirectas de CO₂

- Mayor consumo de refrigerante debido a potenciales, recargas.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de los refrigerantes han sido conocidos por ser nocivos para el medio ambiente, por lo que es fundamental comprobar la calidad del refrigerante y evitar el uso de refrigerantes de mala calidad, ya sea porque contribuyen al calentamiento global o porque aceleran la destrucción de la capa de ozono (Rosario, 2021).

En los equipos Los refrigerantes de baja calidad no solo pueden dañar los sistemas HVAC-R, sino que también pueden representar una amenaza para la seguridad de la salud de quien están dando servicio al equipo, especialmente si se trata de un componente inflamable o tóxico Mayor consumo de energía (Imbaquingo, 2019).

- Reducción de la eficiencia.
- Posible incremento de fugas.
- Daño a componentes.
- Reducción de la vida útil.

Es importante tener en cuenta que el uso de refrigerantes de mala calidad puede afectar negativamente el rendimiento del equipo y reducir su vida útil. Los daños causados por el uso de refrigerantes falsificados en equipos de refrigeración y aire acondicionado pueden ser graves y pueden afectar el rendimiento del equipo y reducir su vida útil. En algunos casos, estos daños pueden ser irreparables y puede ser necesario reemplazar el equipo por completo.

Para la salud

- Pueden ser tóxicos.
- Pueden ser inflamables.
- Pueden ser explosivos.
- Calentamiento global y agotamiento del ozono con efectos nocivos: rayos UV, cáncer de piel, cataratas oculares, otros.

Es fundamental comprobar la calidad del refrigerante y evitar el uso de refrigerantes de mala calidad (Guzmán, 2019).

Económicas

- Costo inicial atractivo, pero mayor consumo de energía, menor eficiencia y fallas mecánicas frecuentes.
- No es fiable.
- Pérdida de credibilidad y por consiguiente de clientes.
- Servicios o reparaciones adicionales podrían ser requeridos.

Guía básica para identificar un refrigerante genuino

- Nombre del fabricante
- Nombre químico
- Envase desechable
- Número de Naciones Unidas
- Número CAS
- Nombre comercial
- Código ASHRAE*
- Pictograma de Naciones Unidas para transporte (embalaje)
- Número de clase de seguridad
- Peso neto
- País de origen

Cómo detener la falsificación de refrigerantes

- Revisar el cilindro: número de la ONU, número CAS, nomenclatura
- ASHRAE, apariencia general, color, etiquetado y especificaciones
- En lo posible comprobar la calidad del refrigerante
- Informar acerca del refrigerante falsificado/proveedores a las autoridades
- Competentes, asociación de técnicos
- No aceptar falsificaciones
- Si No hay demanda, no hay oferta
- Campañas de información y sensibilización para difundir el tema.
- ¡Pase la voz!
- Cumplir con el marco legal vigente
- Fortalecimiento de las políticas y marco normativo

- Revisar, si están disponibles, las bases de datos de la Unidad
- Nacional de Ozono. (Lara, 2023)

Figura 6

Refrigerantes Genéricos



Nota. Lara (2023)

8. Refrigerantes naturales más utilizados en sistemas de refrigeración

Santiago (2023) menciona que los refrigerantes naturales son productos químicos producidos por procesos bioquímicos de la naturaleza. Los principales refrigerantes naturales inorgánicos utilizados antiguamente y que ahora se están volviendo a usar en la refrigeración industrial/comercial son:

- Amoníaco (NH_3 o R-717): Es un refrigerante natural inorgánico que se está volviendo a utilizar en la refrigeración industrial y comercial. favorables en términos de eficiencia energética y bajo impacto ambiental.
- Dióxido de carbono (CO_2 o R-744): También es un refrigerante natural inorgánico que se está volviendo a utilizar en la refrigeración industrial y comercial. Tiene propiedades similares al amoníaco en términos de eficiencia energética y bajo impacto ambiental.
- Agua (H_2O o R-718): Se utiliza principalmente como refrigerante secundario en combinación con otros refrigerantes. Tiene propiedades favorables en términos de eficiencia energética y es un refrigerante natural.
- Aire (R-729): También se utiliza principalmente como refrigerante secundario en combinación con otros refrigerantes. Tiene propiedades favorables en términos de eficiencia energética y es un refrigerante natural (Javier, 2021).

Es importante tener en cuenta que la elección del refrigerante depende de varios factores, como el tipo de sistema de refrigeración, la aplicación específica y las regulaciones ambientales. Además, es recomendable consultar a los fabricantes de equipos de refrigeración para obtener información precisa sobre los refrigerantes adecuados para cada sistema.

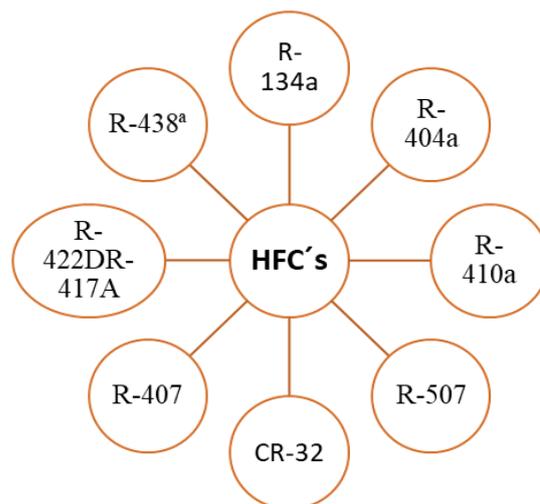
HFC's

Los refrigerantes hidrofluorocarbonos (HFC), son la tercera generación de gases refrigerantes, ya que estos fueron diseñados para sustituir a HCFC y los CFC. No dañan la capa de ozono, ya que son (ODP=0).

Los HFC son compuestos sintéticos que se utilizan principalmente como refrigerantes y en sistemas de aire acondicionado. Aunque no dañan la capa de ozono, son potentes gases de efecto invernadero y contribuyen al calentamiento global. Es importante seguir las regulaciones y políticas para reducir el uso de HFC y buscar alternativas más sostenibles y amigables con el medio ambiente. También son derivados de los hidrocarburos, pero la diferencia es que no contienen cloro. Es una alternativa para la sustitución de los CFC puesto que no tienen PAO, sin embargo, estos refrigerantes sí tienen PCG (Gil, 2021).

Figura 7

HFC's más usados



Nota. La segunda ilustración muestra los HFC's más usados (Gil, 2021).

HCFC's

Los gases refrigerantes hidro clorofluorocarburos (HCFC), son considerados la 2ª generación de gases refrigerantes fluorados (GF). Fueron desarrollados como alternativa más ecológica a los CFC, al tener un potencial de agotamiento de ozono. Son gases con cuota y restricción de importación debido a la regulación del protocolo de Montreal. Los hidroclorofluoro carbonos (HCFC) son sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), cuya producción y uso están controlados, los HCFC se han utilizado como sustitutos de los clorofluorocarbonos (CFC) en diversas aplicaciones comerciales y residenciales (Santiago, 2021).

R-141B

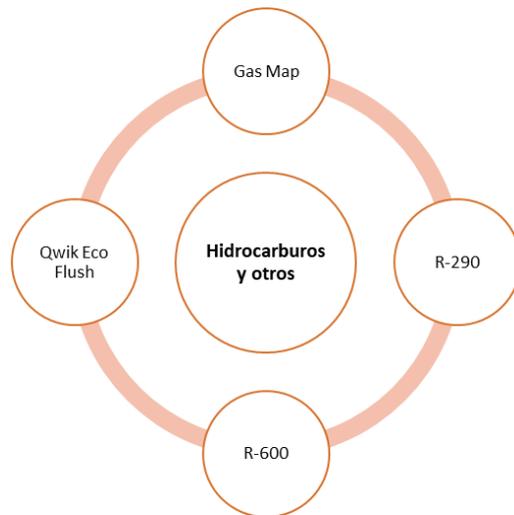
Los HCFC son compuestos químicos sintéticos que se utilizan como refrigerantes y en sistemas de aire acondicionado. Aunque son una alternativa más segura que los CFC, todavía contribuyen a la degradación de la capa de ozono y están siendo eliminados gradualmente. Es importante seguir las regulaciones y políticas para reducir el uso de HCFC y buscar alternativas más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Hidrocarburos y otros

Los hidrocarburos forman parte del grupo de refrigerantes naturales y tienen un potencial de reducción de ozono (ODP) nulo y un potencial de calentamiento global (GWP) insignificante. Por lo general, los hidrocarburos son subproductos de la industria petroquímica (Guerrero, 2023).

Figura 8

Hidrocarburos y otros



Nota. La ilustración muestra los hidrocarburos más usados en el sistema de aire acondicionado y entre otros (Guerrero, 2023).

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que se utilizan principalmente como refrigerantes y en sistemas de aire acondicionado, aunque también tienen otros usos. Existen diferentes tipos de hidrocarburos, cada uno con sus propias características y usos específicos.

La regulación global de los CFC con una gran campaña de investigación para la elaboración de refrigerantes que pudieran reemplazarlos debido al deterioro de la capa de ozono. Surgiendo los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), en los que los átomos de hidrógeno sustituyen parcial o totalmente a los de cloro, teniendo un menor efecto al ambiente y, posteriormente, se desarrollan los hidrofluorocarbonos (HFC), en los cuales se disminuyen aún más éstos. Desde entonces se han realizado varios intentos para controlar su uso y fabricación. (González, 2018)

Ventajas y desventajas

Ventajas:

- Los refrigerantes naturales como el amoníaco, el dióxido de carbono y los hidrocarburos tienen un bajo o nulo valor de potencial de calentamiento atmosférico (PCA) y no dañan la capa de ozono.

- El gas refrigerante R290 tiene un bajo potencial de calentamiento global (GWP) lo que lo convierte en una opción más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.
- Los refrigerantes de hidrocarburos ofrecen ventajas de costo, alta eficiencia y alto desempeño comparados con HFC.

Desventajas:

- El dióxido de carbono no es una alternativa viable en la mayoría de aplicaciones tradicionalmente dominadas por fluidos sintéticos.
- El refrigerante inorgánico no dura mucho tiempo, por lo que necesita reemplazos frecuentes
- El gas refrigerante R290 es inflamable y el límite de carga como estándar global es de 150g lo cual puede presentar un problema
- Mezclar refrigerantes puede tener efectos impredecibles y no se recomienda. (Ticona, 2023)

Los diferentes tipos de refrigerantes tienen ventajas y desventajas específicas y es importante considerarlas al elegir un refrigerante para una aplicación específica.

9. Recomendaciones de refrigerante adecuado para un determinado equipo de refrigeración

- Considere el rango de temperatura en la que se quiere operar el equipo
- Evaluar las características del refrigerante, como su potencial de calentamiento global (PCA), su inflamabilidad y su toxicidad.
- Consulte el manual del propietario del equipo para obtener información sobre compatibilidad y garantía.
- Verificar las regulaciones y políticas locales sobre el uso de refrigerantes.

Elegir el refrigerante adecuado para un determinado equipo de refrigeración es importante para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Es importante considerar el rango de temperatura, las características del refrigerante y las regulaciones y políticas locales.

Además, obtener asesoramiento específico como:

- Consultar el manual del propietario del equipo de refrigeración para conocer las especificaciones del fabricante.
- Verificar el tipo de sistema de refrigeración, ya que algunos sistemas requieren refrigerantes específicos.
- Determinar la temperatura de trabajo del sistema de refrigeración, ya que algunos refrigerantes tienen un rango de temperatura de trabajo específico.
- Verificar la presión de trabajo del sistema de refrigeración, ya que algunos refrigerantes tienen una presión de trabajo específica.
- Verificar los materiales de los componentes del sistema de refrigeración, ya que algunos refrigerantes pueden ser corrosivos para ciertos materiales.
- Consultar a un experto en refrigeración o al fabricante del equipo de refrigeración para obtener recomendaciones específicas.

Es importante utilizar el refrigerante adecuado para evitar daños en el sistema de refrigeración y garantizar un rendimiento óptimo (Puebla, 2019).

Referencias

- Ambiente, M. (2021). *Estudio teórico para la evaluación de la eficiencia energética en el sector de servicio y mantenimiento*.
<http://www.multilateralfund.org/88/Spanish/1/S8810.pdf>.
- Azcárate, P., Juanes, J. y Juanes-Méndez, J. (2017). Realidad Aumentada y Realidad Virtual: Fundamentos, desarrollos y tendencias. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(3), e172. doi:10.3989/redc.2017.3.1412
- Barragán, J. (2018). *Comparación teórica entre los refrigerantes r404a y r455a en sistemas de refrigeración*.
[Vhttps://www.uned.es/universidad/dam/facultades/industriales/RIBIM/volumenes%20hasta%202019/Vol23N2Octubre2019/V23N22019-A03.pdf](https://www.uned.es/universidad/dam/facultades/industriales/RIBIM/volumenes%20hasta%202019/Vol23N2Octubre2019/V23N22019-A03.pdf).
- Barrios, L. (2017). Análisis tendencial de las investigaciones de eficiencia energética en sistemas de refrigeración durante los años 2013 a 2017. *Revista Espacios*, 38(54), 18-25. <https://revistaespacios.com/a17v38n54/17385412.html>.
- Baur, T., Wee, D. & Woerner, S. L. (2019). The Internet of Things: What Is It and How Will It Affect Business? *McKinsey Quarterly*,(2), 6-15.

- Billingshurst, M. & Duenser, A. (2021). Augmented reality in the wild. *In Proceedings of the 2st IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 227-236.
- Billingshurst, M., Clark, A. & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. doi:10.1561/1100000049
- Cacace, J., De Luca, A., Tedesco, A., D'Ambrosio, A. & Muzzupappa, M. (2018). Virtual Reality and Augmented Reality for the Industry 4.0: A Review of the Literature. *Procedia Manufacturing*, 22, 963-970. doi:10.1016/j.promfg.2018.03.135
- Chen, Q. & Wang, L. (2018). Augmented Reality-Based Training for Electrical Equipment Maintenance Personnel. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 47, 289-304. doi:https://doi.org/10.3390/su132212646.
- Curto, P. (2021). *Eficiencia energética en el sector residencial. Situación actual y evaluación de estrategias de mejoramiento para distintas condiciones climáticas en el Uruguay*. https://www.researchgate.net/profile/Federico-Favre/publication/374118462_Eficiencia_energetica_en_el_sector_residencial_situacion_actual_y_evaluacion_de_estrategias_de_mejoramiento_para_distintas_condiciones_climaticas_en_el_Uruguay/links.
- Del Prado, J. (2021). *(CX) Experiencia de Cliente vs (UX) Experiencia de Usuario*. <http://www.uxables.com/disenio-ux-ui/cx-experiencia-de-cliente-vs-ux-experiencia-de-usuario/>
- Domínguez, I. (2019). *La condición aumentada: prácticas artísticas entre los períodos web 2.0 y 3.0*. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/11116>
- Energética, E. (2021). *Eficiencia energética*. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VkotEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=eficiencia+energ%C3%A9tica&ots=0sbAZdJtzB&sig=e_5iAxUzOtk8ekeicKLB0k3c1oA#v=onepage&q&f=false.
- García, M. & Pérez, A. (2019). Enhancing Electrical Grid Maintenance with Augmented Reality: A Framework for Implementation. *IEEE Transactions on Power Systems*, 34, 456-469. doi:https://doi.org/10.3390/act12070302.
- García, P. (2024). *Implementación de un módulo de refrigeración para la carga y descarga de refrigerantes naturales para el laboratorio de tecnología industrial de la ESFOT*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25591>

- Gil, B. (2021). Nuevas mezclas de HFC/HFO como refrigerantes para el sistema de refrigeración por compresión de vapor (VCRS). *Energías*, 14(4), 946. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/4/946>.
- Giovanni, O. (2021). *Buenas prácticas en los procesos de instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado*. Área de Protocolo de Montreal Dirección de Reconversión Ambiental y Tecnológica Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Exterior, Inversiones y Pesca de Ecuador. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Manual-refrigeracion-y-aire-acondicionad>.
- Gómez, A. (2019). Realidad Aumentada: Integración de lo digital en el mundo real. *Revista de Tecnología Avanzada*, 7(2), 45-56.
- González, D. (2018). *Refrigeración solar de edificaciones. Un estado del arte*. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000200115&script=sci_arttext&tlng=pt.
- Grassi, M. (7 de abril de 2021). *El modelo taxonómico de la Realidad Intervenida y su aplicación en las disciplinas proyectuales* [Tesis de Maestría, Universidad de Buenos Aires UBA]. http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/aaqtesis/index/assoc/HWA_5686.dir/5686.PDF
- Guerrero, E. (2023). *Construcción de un módulo didáctico de carga y descarga de refrigerante natural para un sistema de refrigeración por compresión: Implementación del módulo didáctico para carga y descarga de refrigerantes naturales* [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23817>.
- Guerrero, G. (2023). *Evaluación termodinámica de un sistema de refrigeración de dos etapas a partir de análisis paramétrico y comparación de refrigerantes* [Tesis de Ingeniería, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/items/1c31eb85-26d7-460e-8080-2c6d1886cb11>.
- Guzmán, M. (2019). *Impacto ambiental de los refrigerantes ecológicos*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59758536/Uso_refrigerantes20190616-38142-1cgcsfm-libre.pdf?1560736516=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImpacto_ambiental_de_los_refrigerantes_e.pdf&Expires=1719544684&Signature=dL8Q51N.

- Harris, R. (2018). *Augmented Reality in iOS: Building Apps with ARKit*. Apress.
- Imbaquingo, E. (2019). Análisis Deontológico de los Refrigerantes de Uso Doméstico. *Revista Caribeña De Ciencias Sociales*, 1-5.
- Javier, G. (2021). *Comparación de mezclas de refrigerantes con dióxido de carbono para aplicaciones de refrigeración industrial de baja temperatura por debajo del punto triple del R744*. <https://hdl.handle.net/11441/116133>.
- Jesús, L. (2023). Estudio energético y exergético de un sistema de refrigeración por efecto-compresión con doble IHX. *Revista de Ciencias Tecnológicas (RECIT)*.
- Kopp, S., Botsch, M. & Scholl, I. (2017). Augmented reality as a tool for assembly tasks: Development and evaluation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(11), 1653-1660. doi:10.1109/TVCG.2014.2346314
- Lara, M. (2023). *Implementación de hidrocarburo en un sistema de aire acondicionado para reducir el consumo de energía eléctrica y el impacto ambiental*. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&qsp=7&q=impacto+ambiental+refrigerantes+ecol%C3%B3gicos&qst=brhttps://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&qsp=7&q=impacto+ambiental+refrigerantes+ecol%C3%B3gicos&qst=br
- Lee, H., Ka-hyun Lee, K. & Choi, J. (2018). A Structural Model for Unity of Experience: Connecting User Experience, Customer Experience, and Brand Experience. *Journal of Usability Studies*, 14(1), 8-34. <https://uxpajournal.org/wpcontent/uploads/sites/8/pd>
- Luna, E. (2017). *Desarrollo de modelo de mantenimiento centrado en la eficiencia energética (EECM)*. <https://rd.udb.edu.sv/server/api/core/bitstreams/11648f22-ed21-4425-92b1-2db1d4843574/content>.
- Meldrum, D., Dunwell, I. & Holland, C. (2018). Improving the Retention of Electrical Safety Knowledge Using Augmented Reality. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 343-352. doi:10.1109/TLT.2018.2862752
- Montero, G. (2024). *Optimización de la eficiencia energética en sistemas de refrigeración industrial*. <https://innovacientifica.com/index.php/ict/article/view/17/16>.
- Ocampo Alarcón, F. (2023). *Implementación de un sistema de extracción de aire para los puestos de trabajo de soldadura OAW del Centro de Perfeccionamiento para el*

- manejo de refrigerantes naturales: instalación del sistema mecánico de extracción de aire.* <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23859>.
- Ortiz Clavijo, L. F., Fernández Ledesma, J., Cadavid Nieto, S. y Gallego Duque, C. (2018). Computación en la Nube: Estudio de herramientas orientadas a la Industria 4.0. *Lámpsakos*, 20, 68-75. doi:<https://doi.org/10.21501/21454086.2560>
- Padua, M. (3 de agosto de 2023). *Realidad aumentada: ¿Qué es, cómo se utiliza y cuáles son sus aplicaciones?* <https://www.itmastersmag.com/noticias-analisis/realidad-aumentada-que-es-como-se-utiliza-y-cuales-son-sus-aplicaciones/>
- Pérez, K. (2023). *Diseño de la investigación de propuesta del plan de gestión ambiental en el manejo del refrigerante contenido en equipos de refrigeración, al final de su vida útil, dentro de cámaras frigoríficas en la industria y que reduzca los impactos ambientales.* <https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>.
- Pérez, R. (2021). *Análisis comparativo de las características técnicas de refrigerantes y sus efectos sobre el medioambiente.* DOI: <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.16502.73282>.
- Pérez, S., Robles, B. y Osuna, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/download/644/426>
- Puebla, E. (2019). *Diseño de un software o aplicación didáctica para la verificación del desempeño de los refrigerantes en los sistemas de refrigeración* [Tesis de Ingeniería, Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3641>.
- Qian, H., Bai, Y., Huang, W. & Wan, D. (2018). A Real-Time Diagnostic System of Power Grid Based on Augmented Reality. *Complexity*, 2018, 9154574. doi:10.1155/2018/9154574
- Raúl, Á. (2016). *Hacia el uso racional y eficiente de la energía en la Administración Pública Nacional.* https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/130513/C ONICET_Digital_Nro.a8829fca-c8b8-4b8b-a0e5-453da7931406_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y#page=39.

- Ribeiro, Á., Morgado, E., Rodrigues, P. & Rodrigues, J. (2018). Combining NFC and Augmented Reality for Collaborative Industrial Applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(7), 2885-2893. doi:10.1109/TII.2018.2823123
- Roberto, D. (2017). *Evaluación termoenergética de la compresión de vapor en escala en el coeficiente de performance del sistema de refrigeración de una planta frigorífica*. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1504>.
- Rodríguez, M. (2016). *Planta experimental para supervisión y control del ciclo de refrigeración por compresión de vapor*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/87574313/2016_Refrigeracion_JA16-libre.pdf?1655336968=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPlanta_experimental_para_supervision_y_c.pdf&Expires=1719523876&Signature=Su1lJ3m0Lj6MDAzzKjTRHVY.
- Rosario, P. (2021). *Análisis comparativo de las características técnicas de refrigerantes y sus efectos sobre el medioambiente*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16502.73282>.
- Santiago, L. (2021). *Estudio comparativo del rendimiento energético de un sistema de aire acondicionado trabajando con R134A y R1234YF para automoción*. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/15459>.
- Santizo, M. (2020). *Comparación del funcionamiento de equipo de aire acondicionado mediante refrigerante R-22 con refrigerantes ecológicos* [Tesis de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15506/>.
- Schneider, E. (20 de septiembre de 2018). *Blog de Schneider Electric. Transformación Digital*. <https://blogspanol.se.com/transformacion-digital/2018/09/20/impulsar-la-transformacion-digital-con-realidad-aumentada/>
- Smith, J. (2020). *Realidad Aumentada: Conceptos y aplicaciones*. Editorial ABC.
- Smith, J. & Johnson, R. (2020). Augmented Reality in Electrical Equipment Maintenance: A Case Study in the Power Industry. *International Journal of Electrical Engineering*, 42, 123-138.
- Ticona, M. (2023). *Análisis comparativo de las tecnologías de modelación y control para sistemas de refrigeración*. <https://pirhua.udep.edu.pe/items/57fccfc5-bfb3-47fd-9102-baeed141585b>.

- Torres, E. (2023). *UANL76 mejora en eficiencia energética en un sistema de refrigeración doméstico*. <https://mdi.uanl.mx/index.php/revista/article/view/309/264>.
- Trauer, J., Schweigert-Recksiek, S., Engel, C., Spreitzer, K. & Zimmermann, M. (2020). What is a Digital Twin? – definitions and insights from an industrial case study in technical product development. *Proceedings of the Design Society DESIGN Conference, 1*, 757-766. doi:<https://doi.org/10.1017/dsd.2020.15>
- Violante, A. (2023). Modelado de eficiencia energética de paneles solares fotovoltaicos. *Jóvenes en la Ciencia, 21*, 1-15. https://scholar.google.es/scholar?as_ylo=2020&q=Condiciones+clim%C3%A1ticas+y+geogr%C3%A1ficas+afectan+la+eficiencia+energ%C3%A9tica&hl=es&as_sdt=0,5#d=gs_cit&t=1719521524087&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3Ahr%3E
- Wilches, D. y Figueroa, P. (2019). Visualización de información urbana georeferenciada por medio de Realidad Aumentada. *I Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2)*, 93-118. doi:10.5944/ried.20.2.17602
- Wu, H. & Zhou, S. (2018). Augmented reality in industry: Status and outlook. *Frontiers of Mechanical Engineering, 13(3)*, 325-339. doi:10.1007/s11465-018-0507-8
- Zhang, Y., Zheng, Y., Zheng, L. & Xie, X. (2016). 3D Scene Reconstruction and Indoor Mapping for Augmented Reality Using RGB-D Camera. *Sensors, 16(3)*, 1-24. doi:10.3390/s16030354

CAPÍTULO 5

Sostenibilidad de los Recursos Acuáticos: contribuyendo desde las Funciones Sustantivas

Jorge Washington Figueroa Guzmán

ORCID: 0000-0001-5727-895X
Correo: figueroaguzmánjorge@gmail.com

Geormery Belén Mera Loor

ORCID: 0000-0002-5692-4005

Limber José Alcívar Mendoza

ORCID: 0000-0001-7473-5323

Hernán Augusto Jiménez Merchán

ORCID: 0000-0001-5211-741X

Introducción

La sostenibilidad de los recursos acuáticos es un tema de vital importancia en el mundo, los cuerpos de agua como ríos, lagos y océanos desempeñan un papel fundamental en la vida del planeta y en la supervivencia de todas las formas de vida que lo habitan, incluyendo a los seres humanos. Estos recursos acuáticos proporcionan agua potable, alimentos, energía y hábitats para una inmensa variedad de especies. Sin embargo, en la actualidad, existe un deterioro continuo de las aguas costeras debido a la contaminación y la acidificación de los océanos que está teniendo un efecto adverso sobre el funcionamiento de los ecosistemas y la biodiversidad (Gil, 2018).

Por otro lado, la presión extractiva que se hace sobre los recursos acuáticos, que son escasos y no renovables, también pone en riesgo su sostenibilidad. Este fenómeno se debe principalmente a la acción del ser humano y su capacidad de transformar el ambiente que lo rodea. En otras palabras, el ser humano es el principal agente que ha conseguido alterar profundamente el equilibrio del sistema del planeta tierra por medio del desarrollo de sus actividades económicas y sin un conocimiento profundo de los procesos ambientales (López, 2020).

La región de América Latina y el Caribe es especialmente rica en biodiversidad. Con cerca del 16% de la superficie terrestre alberga el 50% de la diversidad biológica del

planeta (UNDP 2010). Además, es una región privilegiada en oferta hídrica, con cerca de la tercera parte del potencial mundial. Esta biodiversidad es relevante económicamente ya que sustenta a los ecosistemas naturales que proveen servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales fundamentales para el bienestar de la sociedad. Sin embargo, estos ecosistemas se encuentran bajo amenaza debido, principalmente, a la transformación de hábitats, la contaminación, el cambio climático, las invasiones biológicas y la sobreexplotación (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

Para abordar esta problemática, se han propuesto medidas como la elaboración y ejecución de planes de ordenación para todas las poblaciones, donde la acuicultura cumple un rol importante debido a su capacidad para contribuir a la seguridad alimentaria y la nutrición a nivel mundial, reduciendo la brecha entre la oferta y la demanda de alimentos. Además, la acuicultura puede ser una herramienta clave en la conservación de los recursos acuáticos, siempre y cuando se realice de manera sostenible. La sostenibilidad en la acuicultura se refiere a la capacidad de producir alimentos y productos comerciales de origen acuático de manera que aumente la disponibilidad al tiempo que reduce el daño ambiental y protege varias especies acuáticas. La acuicultura sostenible tiene un gran potencial para promover el crecimiento económico, mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición, y mitigar la pobreza en las comunidades costeras (FAO, 2022).

Conservación de Ecosistemas Acuáticos

La conservación de los ecosistemas acuáticos es un tema relevante debido a la cantidad de servicios que estos ecosistemas proporcionan a la sociedad, como la provisión de alimentos, la regulación del clima y la protección contra desastres naturales. El agua y los ecosistemas acuáticos son esenciales para el mantenimiento de la biodiversidad, la salud y el bienestar. Sin embargo, la actividad humana está generando un gran impacto en dichos ecosistemas, alterando el funcionamiento y el mantenimiento de los mismos, poniendo en riesgo los servicios ecosistémicos de los que depende la vida en la biosfera (Gutiérrez, 2012). El crecimiento demográfico, la intensificación de las actividades agrícolas, la urbanización, la producción industrial, la contaminación y el cambio climático son los causantes de esta afectación a los ecosistemas acuáticos que están socavando la capacidad de los mismos para prestar las

funciones esenciales y proporcionar los servicios fundamentales para el mantenimiento de la vida en el planeta tierra (Novo, 2010).

En el contexto actual, la Agenda 2030, promovida por las Naciones Unidas bajo el lema "Transformar Nuestro Mundo", se erige como un marco internacional que detalla los objetivos de la comunidad global para el período 2016-2030. Su objetivo fundamental es la erradicación de la pobreza y la promoción de un desarrollo sostenible y equitativo a través de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus 169 metas mundiales. Entre estos ODS 6 y 14, se destacan los relacionados con la gestión del agua y la conservación de los ecosistemas acuáticos. La Agenda 2030 representa un llamado universal a la participación de todos los actores clave de la sociedad en los diversos países del mundo. Su propósito es promover, facilitar y lograr la implementación de estos objetivos y metas, con la meta de impulsar un cambio de paradigma hacia un modelo de desarrollo que sea sostenible en los ámbitos social, ambiental y económico.

En consecuencia, la sociedad en todas sus facetas, incluyendo a los consumidores, ciudadanos, profesionales y empresarios, desempeña un papel fundamental en la consecución de estos objetivos. Además, se reconoce el papel de la educación y la comunicación en estimular esencial y promover la participación de estos actores para lograr la implementación exitosa de los ODS. En esta misma línea, se consideran las diversas Estrategias de Educación Ambiental, que constituyen planos globales e integrales con principios y directrices para orientar las acciones presentes y futuras en el ámbito de la educación ambiental. Estas estrategias están dirigidas a instituciones, empresas y agentes sociales tanto a nivel colectivo como individual. Además, se enmarcan en el contexto del movimiento internacional en pro de la sostenibilidad del planeta, que tuvo su origen en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992. En el caso de España, el Libro Blanco de la Educación Ambiental (1999) establece las bases de actuación para fomentar la acción y la participación ambiental de individuos y grupos sociales, con el objetivo de avanzar hacia una sociedad sostenible.

Por lo mencionado, en los últimos años, se han llevado a cabo diversas iniciativas y estudios para abordar la problemática de la conservación de los ecosistemas acuáticos, ya que cada vez hay más evidencias que demuestran el papel esencial que desempeña la biodiversidad marina para la salud del planeta y el bienestar social (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

Gestión de la Calidad del Agua

La gestión de la calidad del agua es un componente esencial para garantizar la salud y el bienestar de la humanidad y el medio ambiente. El acceso a agua potable segura y de alta calidad es fundamental para la supervivencia de las comunidades y el desarrollo sostenible de las sociedades. La calidad del agua implica una serie de procesos y medidas diseñadas para monitorear, proteger y mejorar la calidad del agua que consumimos y utilizamos en nuestras actividades diarias (Badii, 2008). El agua, como recurso vital para la vida y el desarrollo de cualquier país, debe ser administrada en beneficio de toda la población, lo cual implica asumir responsabilidades relacionadas con la medición de la disponibilidad, conservación y control de uso adecuado, así como reglamentar la asignación de derechos de uso del agua. La gestión del agua tiene que ver con la forma como se administra este recurso natural. Por lo tanto, es crucial reconocer que una crisis del agua inevitablemente resultará en una crisis del desarrollo. La inminente crisis del agua representa uno de los desafíos más graves para el mundo contemporáneo. Durante el siglo pasado, la demanda mundial de recursos hídricos aumentó más de seis veces, mientras que la población global se triplicó. Si no se mejora la gestión de los recursos hídricos y los ecosistemas relacionados, se estima que para 2025 dos tercios de la población mundial enfrentarán problemas de escasez de agua, ya sea de forma grave o moderada (GWP, 2016).

Usos Sostenibles de Recursos Acuáticos

A pesar de los importantes progresos anteriores, el mundo no está en vías de acabar con el hambre y la malnutrición en todas sus formas para 2030. La degradación de los ecosistemas, una crisis climática cada vez más intensa y un incremento de la pérdida de biodiversidad están amenazando empleos, economías, el medio ambiente y la seguridad alimentaria en todo el mundo, todo ello agravado por las repercusiones de la pandemia de la COVID-19, crisis y otras emergencias humanitarias. Actualmente, 811 millones de personas padecen hambre y 3 000 millones no pueden permitirse una dieta saludable (FAO, 2022).

Se está consumiendo más alimentos acuáticos que nunca, en torno a 20,2 kg per cápita en 2020, es decir, más del doble del ritmo de consumo de hace 50 años. A nivel mundial, los alimentos acuáticos proporcionan aproximadamente el 17% de la proteína de origen animal, superando el 50% en varios países de Asia y África (FAO, 2022).

La producción pesquera en América Latina y el Caribe representa aproximadamente el 22% de la captura mundial y está conformada casi en un 77% por pequeños pelágicos. En casi todas las áreas de pesca de la región las poblaciones de peces han disminuido marcadamente y algunas están cerca de sus rendimientos máximos sostenibles. En otras zonas, la captura de especies no objetivo ha aumentado. La pesca presenta marcadas fluctuaciones en las capturas, especialmente por la variabilidad de los desembarcos de pequeños pelágicos (anchoveta y sardina) cuyas fluctuaciones han sido relacionadas con cambios en los ecosistemas inducidos por variaciones en el clima, y dentro de estas variaciones ejemplarmente el efecto que ha tenido El Niño, y algunas atribuidas a la sobrepesca (FAO, 2024).

El Ordenamiento pesquero, en muchos de los países se fundamenta en la aplicación de medidas que toman como fuente de entrada datos de una especie representativa, a la que se determina su captura por unidad de esfuerzo (CUE), rendimiento máximo sostenible (RMS), entre otros. Sin embargo, este conocimiento, deja de lado la interacción que tiene recurso con las otras especies de la cadena trófica y su ecosistema. En los últimos años, desde la FAO se viene aplicando un nuevo concepto para el ordenamiento pesquero, que es la gestión pesquera con enfoque ecosistémico.

El Código de Conducta para la Pesca Responsable desarrollado por la FAO, establece normas y directrices internacionales voluntarias para el ejercicio de la pesca con el debido respeto al ecosistema y a la biodiversidad. Entre los principios que se relacionan con el enfoque, se tiene el principio 6.2, que señala: “la ordenación de la pesca debería fomentar el mantenimiento de la calidad, la diversidad y la disponibilidad de los recursos pesqueros en cantidad suficiente para las generaciones presentes y futuras, en el contexto de la seguridad alimentaria, el alivio de la pobreza, y el desarrollo sostenible. Las medidas de ordenación deberían asegurar la conservación no sólo de las especies objetivo, sino también de aquellas especies pertenecientes al mismo ecosistema o dependiente de ellas o que estén asociadas a ellas” (FAO, 1995).

A nivel nacional, a través de la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca, se establecen los principios y lineamientos que deben seguir estas actividades.

Entre los artículos de esta Ley que relaciona a la aplicación del Enfoque ecosistémico como base del ordenamiento pesquero, se describen los siguientes:

“Artículo 4.- Principios. Para la aplicación de esta Ley se observarán los siguientes principios, sin perjuicio de los establecidos en la Constitución de la República y demás normativa vigente:

a. **Gobernanza:** Crea marcos normativos y reglamentarios; elabora políticas de corto y largo plazo a través de formas convencionales de administración o mediante formas modernas con procesos participativos para la adopción de decisiones; conecta el gobierno con la sociedad civil, armonizando las perspectivas individuales, sectoriales y sociales; mantiene la coherencia entre los planos jurisdiccional, espacial y temporal; legitima y equilibra la interacción de las partes interesadas; hace cumplir las decisiones y los reglamentos; define las reglas para la asignación de atribuciones, recursos y los beneficios; y, mantiene la capacidad de mejoramiento continuo;

b. **Sostenibilidad de los recursos:** Busca el uso responsable y aprovechamiento sustentable y sostenible de los recursos hidrobiológicos. Establecer prioridad a la implementación de medidas que tengan como finalidad conservar o restablecer las poblaciones de las especies capturadas a un nivel de equilibrio teórico del rendimiento máximo sostenible;

g. **Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP):** Es una nueva dirección para la administración pesquera, orientada a invertir el orden de las prioridades en la gestión, comenzando con el ecosistema en lugar de las especies objetivo. Esto implica considerar no solo al recurso explotado sino también al ecosistema, incluyendo las interdependencias ecológicas entre especies y su relación con el ambiente, y a los aspectos socioeconómicos vinculados con dicha actividad;”

Artículo 96.- Ordenamiento pesquero. “Se establecerán las medidas de ordenamiento pesquero bajo el principio de gobernanza, sostenibilidad y sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos, con la obtención de mayores beneficios sociales, económicos y ambientales, con enfoque ecosistémico. Las medidas del ordenamiento se adoptarán previo informe técnico científico del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, y socialización con el sector pesquero con base en la mejor evidencia científica disponible y conocimiento ancestral en concordancia con las condiciones poblacionales de los recursos y el estado de las pesquerías”.

La estructura de gobernanza nacional en el sector pesquero y acuícola nace desde el Ejecutivo, pasa por el Ministerio de la Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca; desde aquí al Viceministerio de Acuicultura y Pesca que se articula con las

Subsecretaría de Recursos Pesqueros, Subsecretaría de Acuicultura y Subsecretaría de Calidad e Inocuidad.

Las actividades de control y vigilancia para desarrollar una pesquería sostenible, es articulada con otras ramas del Estado como la Armada Nacional, Policía Nacional, Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica, entre otros; cada uno con sus responsabilidades específicas dentro de esta estructura de control.

El Sistema Educación Superior del Ecuador, ya sea a través de las universidades o institutos técnicos-tecnológicos debe formar profesionales éticos, con conciencia ambiental y de sostenibilidad de los recursos; que mediante su educación permitan desarrollar, aplicar, controlar y mejorar la calidad de vida y el ambiente.

Los proyectos de Vinculación con la Sociedad, desarrollados por docentes y estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Acuicultura del ISTLAM, han tenido un impacto significativo y positivo en la comunidad del cantón Jaramijó. Estos proyectos, fundamentados en la sostenibilidad, abordan de manera integral la gestión de recursos pesqueros y acuícolas.

Entre las iniciativas destacan el manejo adecuado de residuos y su impacto en los océanos, la evaluación de los efectos de eventos como una pandemia en la actividad acuícola, especialmente en el cultivo de larvas de camarón (*Penaeus vannamei*), y el desarrollo de nuevas alternativas acuícolas, como el cultivo de ostras. Estas acciones no solo promueven el uso eficiente de los espacios marinos, sino que también generan un impulso significativo en la economía local.

La participación activa de la academia, la población y la municipalidad en cada uno de estos proyectos ha sido crucial. Se han considerado diversos aspectos, incluyendo los ecológicos, ambientales, pesqueros, acuícolas, sociales, económicos y, por supuesto, de sostenibilidad. Este enfoque holístico asegura que los proyectos no solo beneficien a la comunidad en el corto plazo, sino que también promuevan un desarrollo sostenible a largo plazo, garantizando la conservación y el uso responsable de los recursos naturales.

En cada uno de los proyectos ha existido un involucramiento de la academia, de la población, de la municipalidad, se han desarrollado considerando aspectos ecológicos, ambientales, pesqueros, acuícolas, sociales, económicos y por supuesto de sostenibilidad.

Cambio Climático y Recursos Acuáticos

El sistema climático está definido por la interacción entre la atmósfera y el océano, no pudiendo explicarse el cambio climático sin la intervención del océano. A su vez, el océano es alterado por los cambios en los regímenes de vientos, la temperatura, la precipitación o los aportes continentales y la evaporación. Se han detectado incrementos de temperatura en todas las costas a nivel mundial, así como cambio en la estacionalidad e intensidad de algunos procesos oceánicos, como los afloramientos. Hay indicios que el cambio del clima oceánico se está acelerando en los últimos años. El cambio climático también afectará a los intercambios de gases de efecto invernadero entre la atmósfera y el océano, y reduciendo la solubilidad del dióxido de carbono (Britannica, 2024).

El cambio está generando múltiples respuestas directas e indirectas; algunas de estas interaccionan con otros usos humanos (explotación, modificación de costas, etc.), generan incertidumbre sobre la intervención de cada uno de los factores. Los efectos diferirán para ecosistemas de afloramiento o de zonas estratificadas, y de zonas costeras a oceánicas. Se prevé una reducción de la productividad de las aguas españolas, dadas sus características de mares subtropicales o templados cálidos. Se han detectado cambios en la distribución de las especies, con incremento de especies de aguas templadas y subtropicales.

Así mismo, se ha reducido la abundancia de especies boreales. Se conocen cambios en muchos grupos de organismos, desde fitoplancton y zooplancton a peces y algas. Es muy previsible que muchas especies modifiquen su abundancia y distribución en el futuro. Se ha detectado un incremento de especies invasoras, pero no se ha estudiado con precisión el papel del cambio climático en el mismo (National Geographic Society, 2023).

Los cambios en los ecosistemas y en las redes tróficas marinas están afectando a las especies recursos, sobre todo en su fase larvaria y en el reclutamiento. Se reduce la extracción de algunas especies, pero se incrementa la de otras especies. No se conoce como será el balance entre pérdidas y beneficios provocado por estos cambios, y no se pueden aislar de los cambios generados por la explotación de las poblaciones (Badii, 2018).

Los cultivos marinos no subsidiados con alimento pueden verse afectados por la reducción de la productividad marina. Se han apreciado incrementos en la aparición de

especies de fitoplancton tóxico o de parásitos de especies cultivadas. Las evidencias apuntan a un incremento de las pérdidas en los cultivos asociadas a la presencia de estas especies, favorecidas por el incremento térmico de las aguas costeras. Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las comunidades bénticas, constituidas por organismos fijos a un sustrato o las especies asociadas. Entre las más afectadas se encontrarán las praderas de fanerógamas.

La gestión de los ecosistemas marinos costeros y de las especies marinas, debe ser considerada desde un punto de vista multispecífico ecosistémico. Debe favorecerse la búsqueda de soluciones que mitiguen los efectos generados por la actividad humana directa, y el seguimiento a medio o largo plazo de las actuaciones (The Nature Conservancy, 2023).

Infraestructura de la Carrera de Acuicultura

Las instalaciones de la Carrera de Acuicultura se ubican en el cantón Jaramijó frente a Playa Balsamaragua. El establecimiento cuenta con aulas para impartir clases teóricas, un laboratorio de biología y el taller de acuicultura para la realización de prácticas académicas e investigativas de cultivo con organismos acuáticos (figura 1).

Figura 1

Instalaciones de la Carrera de Acuicultura



Nota. Google Maps. Coordenadas de la ubicación: (E -0,949199; S -80,631127), en el Cantón Jaramijó, Provincia de Manabí, Ecuador.

Taller de Acuicultura

El taller está equipado con un sistema de captación de agua de mar que consta de líneas de polietileno que se extienden 400 metros en la zona submarina de la playa Balsamaragua. La extracción de agua de mar se lleva a cabo a través de bombas de 15 caballos de fuerza, las cuales impulsan el agua desde el mar hasta los filtros de decantación. Estos filtros retienen las macropartículas en suspensión en el agua. Después de este primer proceso de filtración, el agua se almacena en un reservorio de 70 toneladas (figura 2) antes de ser distribuida a través de bombas de recirculación al taller de acuicultura. Esta agua se utiliza en diversas prácticas acuícolas del taller.

Figura 2

A) *Filtros de decantación de agua de mar*; B) *Reservorio de agua de mar*.



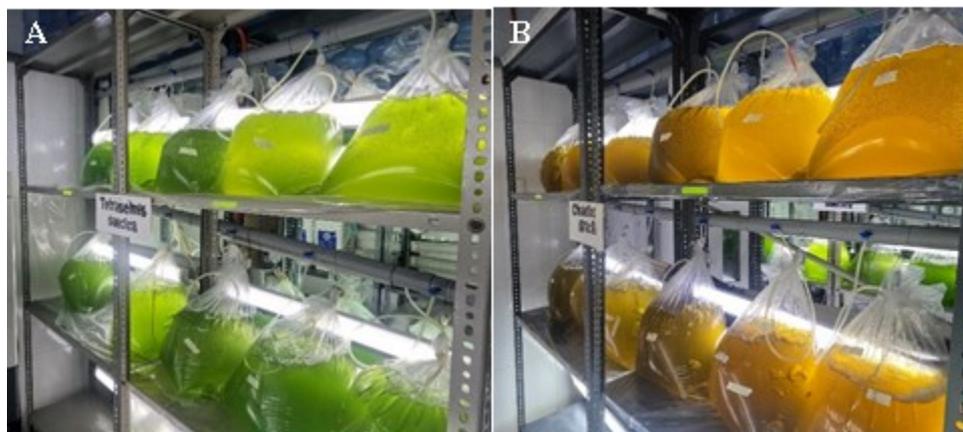
El interior del taller de la Carrera de Acuicultura se encuentra segmentado en cuatro etapas que permiten optimizar el uso de los recursos disponibles.

Cuarto de microalgas:

El cultivo de microalgas es un proceso altamente especializado que implica una serie de actividades cuidadosamente planificadas y ejecutadas para maximizar la producción y calidad de estos organismos unicelulares (Hernández-Pérez y Labbé, 2014). El cuarto de microalgas es un área climatizada que simula condiciones óptimas para el cultivo de especies microalgales comerciales o en su defecto especies nativas con potencial para la acuicultura (figura 3).

Figura 3

A) Microalgas verdes de la especie *Tetraselmis suecica*; B) Microalgas café de la especie *Chaetoceros gracilis*



Para iniciar el cultivo de microalgas, es fundamental realizar un análisis exhaustivo de las características biológicas de la especie en cuestión. Las cepas seleccionadas deben demostrar un crecimiento rápido, capacidad para acumular biomasa, resistencia a condiciones adversas y la presencia de compuestos nutricionales apropiados para la alimentación de organismos acuáticos. Una vez seleccionadas las cepas idóneas, es necesario preparar medios de cultivo que suministren a las microalgas los nutrientes esenciales requeridos para su desarrollo. A pesar de que existen alrededor de 30.000 especies de microalgas, de las cuales solo unas 100 han sido objeto de estudio y aproximadamente 20 se cultivan comercialmente con regularidad (Urbano, 2021), en la Carrera de Acuicultura se centran principalmente en los géneros de microalgas. más cultivados, entre los que se destacan *Chaetoceros*, *Isochrysis*, *Tetraselmis*, *Chlorella*, *Paulova* y *Thalassiosira*.

Cuarto de larvicultura:

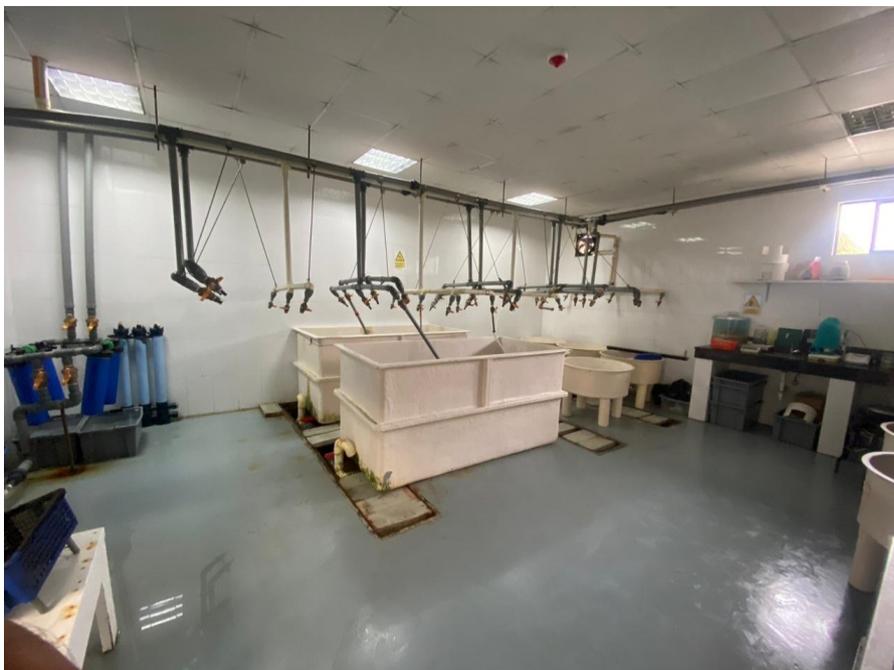
La larvicultura, una disciplina esencial en el ámbito de la acuicultura, se dedica al cultivo y desarrollo de larvas de diversos organismos acuáticos, en particular peces, crustáceos, moluscos y equinodermos. Este proceso se lleva a cabo en ambientes controlados y desempeña un papel fundamental en la producción sostenible de alimentos marinos, así como en la restauración de poblaciones en peligro de extinción (Castilla et al., 2018; Joshua et al., 2022; Santos et al., 2022 y Tambutti y Gómez, 2022).

El área de larvicultura del taller de la Carrera de Acuicultura cuenta con un avanzado equipamiento, que incluye un sistema de recirculación abierto de agua de mar, sistemas

de aireación, filtros de materia orgánica y luces UV (figura 4). Todo esto se combina para mejorar significativamente la calidad del agua y las condiciones de cultivo, lo que resulta fundamental para el óptimo desarrollo de larvas de peces, moluscos, equinodermos y crustáceos. Durante esta fase del proceso, el objetivo primordial consiste en criar larvas desde su eclosión y cuidarlas hasta que alcancen un estado juvenil lo suficientemente desarrollado para su traslado a sistemas de cultivo más amplios, como estanques o jaulas marinas.

Figura 4

Cuarto para la cría de larvas de peces, moluscos, crustáceos y equinodermos



Área de crustáceos

La acuicultura de crustáceos representa una práctica esencial que se centra en la cría y producción controlada de una amplia variedad de organismos marinos, tales como camarones, cangrejos, langostas y langostinos, entre otros (Rajoy, 2015). Este sector desempeña un papel de vital importancia en la producción de alimentos marinos tanto a nivel mundial como local, generando un impacto significativo en las economías de las regiones costeras que lo llevan a cabo (FAO, 2020). El taller de acuicultura dispone de avanzados sistemas de recirculación de agua, equipos de aireación y tanques rectangulares y circulares diseñados para la cría de las especies seleccionadas (figura 5). Entre las actividades que se desarrollan en este espacio se incluyen la alimentación,

la toma de parámetros ambientales y análisis biométricos, fundamentales para el éxito de la producción.

Figura 5

Área para el cultivo de crustáceos



Área de moluscos

El cultivo de moluscos es una rama destacada de la acuicultura que se centra en la cría y producción controlada de una variedad de organismos marinos pertenecientes al grupo de los moluscos, que incluye almejas, mejillones, ostras, vieiras y caracoles de mar, entre otros. Este sector desempeña un papel fundamental en la producción de alimentos marinos, la generación de empleo y la sostenibilidad ambiental en las regiones costeras (FAO 2020). Esta área cuenta con sistemas de recirculación cerrado y aireación (figura 6).

Figura 6

Área para el cultivo de moluscos bivalvos



Academia

La sostenibilidad de los recursos acuáticos es un tema de vital importancia para garantizar la disponibilidad de alimentos y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, la academia juega un papel fundamental en la formación de profesionales capacitados para contribuir a la gestión sostenible de estos recursos (Chacón et al., 2009; García-Berlanga et al., 2020).

La formación de tecnólogos en la carrera de acuicultura del ISTLAM se ha comprometido con la educación de calidad en este campo, brindando a sus estudiantes las herramientas necesarias para comprender y abordar los desafíos relacionados con la sostenibilidad alimentaria y la conservación de los recursos acuáticos.

Una de las estrategias pedagógicas utilizadas en esta carrera es el enfoque de "aprender haciendo". A través de aulas, laboratorios y talleres, los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir conocimientos teóricos y prácticos sobre la acuicultura y su relación con la sostenibilidad de los recursos acuáticos. Este enfoque les permite comprender de manera más profunda los procesos involucrados en la producción de alimentos acuáticos y los impactos que estos pueden tener en los ecosistemas.

La conciencia sobre la soberanía alimentaria es otro aspecto clave abordado en la Carrera de Acuicultura. La soberanía alimentaria involucra al derecho de los pueblos a

definir sus propias políticas agrícolas y alimentarias, garantizando el acceso a alimentos nutritivos y culturalmente apropiados. En este sentido, los estudiantes aprenden sobre la importancia de producir alimentos de calidad, respetando los principios de sostenibilidad y promoviendo la diversidad alimentaria.

Además, se aborda aprovechamiento energético en la acuicultura. La producción de alimentos acuáticos requiere de energía para llevar a cabo diversas actividades, como la alimentación de los peces, el mantenimiento de los sistemas de cultivo y el procesamiento de los productos. En la Carrera de Acuicultura, se enseña a los estudiantes a utilizar de manera eficiente los recursos energéticos, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la sostenibilidad en la producción acuícola.

Es importante destacar que la producción de alimentos acuáticos puede tener un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos si no se lleva a cabo de manera sostenible. La presión sobre los recursos acuáticos, como la sobreexplotación de las poblaciones de peces y la degradación de los hábitats acuáticos, puede llevar a la disminución de la biodiversidad y la pérdida de servicios ecosistémicos. En la Carrera de Acuicultura, se busca concientizar a los estudiantes sobre estos problemas y promover prácticas de producción que minimicen el impacto en los ecosistemas.

Los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la UNESCO para la agenda 2030 también son considerados en la Carrera de Acuicultura. Estos objetivos incluyen la erradicación de la pobreza, la promoción de la igualdad de género, la protección del medio ambiente. A través de su enfoque en la sostenibilidad de los recursos acuáticos, la Carrera de Acuicultura contribuye a la consecución de estos objetivos, al promover la producción de alimentos de calidad, la conservación de los ecosistemas acuáticos y el desarrollo sostenible de las comunidades (Duque-Quintero et al., 2014).

En resumen, la sostenibilidad de los recursos acuáticos es un desafío crucial para el futuro de la humanidad. La educación desempeña un papel fundamental en la gestión sostenible de estos recursos, La educación superior en acuicultura deberá asumirse el compromiso de formar profesionales capacitados para abordar estos desafíos. A través de enfoques pedagógicos innovadores, como el aprendizaje práctico, se busca aumentar la conciencia sobre la soberanía alimentaria, el aprovechamiento energético y la conservación de los ecosistemas acuáticos. De esta manera, se contribuye a cumplir los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la UNESCO para la agenda 2030.

La sostenibilidad alimentaria es un desafío que enfrenta el futuro de la humanidad, la educación juega un papel significativo y una solución para administrar los recursos alimenticios de manera organizada. La Carrera de Acuicultura de Instituto Superior Luis Arboleda Martínez está comprometida con la educación de calidad y a través de sus aulas, laboratorios y talleres evidenciar como los procesos de aprendizaje aprender haciendo pueden aumentar la conciencia en temas sobre la soberanía alimentaria, el aprovechamiento energético y el deterioro que sufren los ecosistemas por la presión al obtener los alimentos. Los procesos de enseñanza y aprendizaje están enfocados a producir alimentos de calidad con reducida huella ecológica y con buen valor nutritivo aportando de esta manera a cumplir los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la UNESCO para la agenda 2030.

La academia desempeña un papel crucial en la formación de profesionales capacitados para abordar los desafíos relacionados con la sostenibilidad de los recursos acuáticos. A través de programas educativos y de investigación, se busca promover la comprensión de los ecosistemas acuáticos, los impactos de las actividades humanas y las mejores prácticas para su conservación (Mundaca-Gómez y Carro-Sancristobal, 2021).

Es importante destacar que la sostenibilidad de los recursos acuáticos no solo depende de la academia, sino también de la colaboración entre diferentes actores, como los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y la industria. La implementación de políticas y regulaciones adecuadas, la promoción de la investigación y la innovación, y la educación y concienciación de la sociedad son aspectos clave para lograr la sostenibilidad de los recursos acuáticos (Collazo-Expósito y Geli de Ciurana, 2017; Fernández-Luque et al., 2021).

Investigación

El declive de las poblaciones naturales de recursos acuáticos atenta contra la funcionalidad de las redes tróficas, provocando un efecto en cascada con influencia directa hacia la soberanía alimentaria y el desarrollo sostenible de la sociedad (Quimby, 2023). Estos cambios estructurales negativos afectan la economía de todos los actores del sistema pesquero y acuícola, ejerciendo presión sobre la transformación del esfuerzo pesquero frente a la reducción de los bancos naturales de pesca, que finalmente destina hacia el agotamiento de los recursos acuáticos (Duarte et al., 2020).

Esta problemática vulnera los bienes y servicios ecosistémicos que ofrecen los mares y océanos, al desencadenar una serie de consecuencias desalentadoras y preocupantes para el sector de la pesca, producción, turismo y sociedad en general.

El análisis de los expertos en la evaluación de las tasas de recuperación de la vida marina sugiere que, en efecto, es posible lograr una recuperación sustancial de la abundancia, estructura y función de la vida marina para el año 2050, si se mitigan las principales presiones de pesca, incluido el cambio climático. La recuperación de la biodiversidad marina plantea un importante desafío alcanzable para la humanidad, una responsabilidad ética y una meta económica inteligente para lograr un futuro sostenible (Duarte et al., 2020).

Una alternativa viable para hacer frente a la presión pesquera es la acuicultura de organismos que suplan la necesidad y bondades que brindan los recursos pesqueros de mayor consumo, garantizando la seguridad alimentaria (FAO, 2022). Sin embargo, son tan abundantes los servicios que ofrece el ecosistema marino que compensar la pesca de captura por la pesca por acuicultura refleja la necesidad de producir algunos eslabones de la cadena trófica (FAO, 2020), empezando desde la producción primaria como el fitoplancton, consumidor primario zooplancton, y los estadios larvales de los organismos cultivados.

La producción de organismos acuáticos constituye un sector amplio que abarca diferentes áreas relacionadas con el ciclo de vida de la especie objetivo, aspectos relacionados con la sanidad acuícola que responde al bienestar animal procurando reducir la propagación de enfermedades en un medio controlado (Mera-Loor et al., 2023), la nutrición de los organismos acuáticos, entre otros; por tanto, estas áreas emergentes requieren de una atención centralizada por parte de la comunidad científica.

Frente a esta situación, los cambios estructurales poblacionales y comunitarios, así como la acuicultura con fines de repoblación, producción y amortiguador de la presión pesquera, se han convertido en la problemática central de los investigadores del área, reconociendo que la restauración de la vida marina y la seguridad alimentaria representan un reto gigantesco, pero posible de alcanzar para la sociedad, además de ser una obligación ética y un objetivo económico inteligente para lograr un futuro sostenible (Cepal, 2019; Duarte et al., 2020).

El correcto desarrollo de este tipo de estudios es alcanzado con éxito únicamente a través de la investigación y su método científico (Levkoe et al., 2017). La investigación es, *sensu stricto*, una herramienta clave para mejorar la calidad de vida de la sociedad y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible impulsados desde las Naciones Unidas (Cepal, 2019; Levkoe et al., 2017). Investigar fomenta la curiosidad, la necesidad de demostrar cuestionamientos que confirmamos a veces de manera cotidiana, pero es necesario evaluarlos, validarlos y estandarizarlos para que sirva de base en los futuros descubrimientos.

Es sabido el aporte significativo que produce la investigación en el desarrollo socioeconómico de los países (Pardo-Martínez y Cotte-Poveda, 2021); sin embargo, a pesar de su gran contribución y de ser una función sustantiva importantísima en la educación, ha sido pobremente impulsada, valorada y poco reconocida.

Uno de los pilares de una sociedad basada en el conocimiento es la educación, por lo tanto, desempeña un papel clave en la contribución a la investigación científica en la región (Barrot, 2023). La investigación de los procesos previamente mencionados es posible desarrollar mediante la academia, debido a la conexión que existe entre ambas funciones sustantivas, siendo la investigación un aporte crucial en la excelencia académica de la educación superior (Hirsch-Adler y Navia Antezana, 2019).

Frente a este panorama, la carrera de Tecnología Superior en Acuicultura del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez (ISTLAM) contribuye desde la academia en el fortalecimiento de los descubrimientos y soluciones de los problemas emergentes para el sector acuícola, complementando su formación académica con el desarrollo y ejecución de proyectos de investigación institucional e interinstitucional con aliados estratégicos internacionales; dichos proyectos concluyen su proceso a través de la difusión de sus resultados en eventos científicos y publicaciones en revistas indexadas (Tabla 1).

Tabla 1

Listado de proyectos de investigación ejecutados por la carrera de Tecnología Superior en Acuicultura con sus productos de artículos científicos publicados

Proyectos de investigación	Código Único de Proyecto (CUP)	Docentes-investigadores / ORCID	Artículos científicos publicados
Aislamiento de microalgas del medio natural y caracterización de su potencial acuícola en la playa Balsamaragua.	ISTLAM-CI-PI-002-2019	Bravo-Montesdeoca, María Guadalupe 0000-0001-5727-895X	Montesdeoca, M. G. B., Seijo, C. L., Vívenes, E. Z., & Mingo, J. A. (2020). Efecto de luces LED y fluorescentes sobre el crecimiento y la biomasa de <i>Thalassiosira pseudonana</i> (Cleve, 1873). <i>La Técnica: Revista de las Agrociencias</i> . ISSN 2477-8982, (24), 01-08.
Crecimiento de la microalga <i>Thalassiosira pseudonana</i> en base al enriquecimiento de las soluciones de Guillard F2 y Zeolita.	ISTLAM-CI-PI-011-2020	Bravo-Montesdeoca, María Guadalupe 0000-0001-5727-895X	Mera, T. H., Mingo, J. J. A., & Montesdeoca, M. G. B. (2020). Cambios organolépticos inducidos en la ostra japonesa <i>Crassostrea gigas</i> con dietas de las microalgas <i>Thalassiosira pseudonana</i> y <i>Tetraselmis suecica</i> . <i>AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura</i> , 2(2), 123-131.
Diversidad de parásitos metazoarios en peces marinos de importancia económica y potencial acuícola en Ecuador.	ISTLAM-CI-PI-003-2019	Mera-Loor, Geormery Belén 0000-0002-5692-4005	Santana-Piñeros, A. M., Mera-Loor, G., Suárez-Morales, E., González-Solis, D., & Cruz-Quintana, Y. (2022). Persistent companionships: The parasitic copepod community of the dolphinfish <i>Coryphaena hippurus</i> on the Ecuadorian coast. <i>Invertebrate Biology</i> , 141(3), e12378. Santana-Piñeros, A. M., Cruz-Quintana, Y., May-Tec, A. L., Mera-Loor, G., Aguirre-Macedo, M. L., Suarez-Morales, E., & Gonzalez-Solis, D. (2020). The 2015-2016 El Niño increased infection parameters of copepods on Eastern Tropical Pacific dolphinfish populations. <i>Plos one</i> , 15(5), e0232737.

Aspectos biológicos del chame (<i>Dormitator latifrons</i>) en ambientes naturales y de producción.	004-2019-DP-DPAM-MAE	Mera-Loor, Geormery Belén 0000-0002-5692-4005	Mera-Loor, G. B., Santana-Piñeros, A. M., Reyes-Mero, B. M., & Cruz-Quintana, Y. (2023). <i>Parvitaenia cochlearii</i> (Cestoda: Gryporhynchidae) en cultivo de chame <i>Dormitator latifrons</i> en Ecuador. <i>Revista MVZ Córdoba</i> , 28(1), e2954-e2954.
		Alcívar-Mendoza, Limber José 0000-0001-7473-5323	Alcívar-Mendoza, L. J., Cruz-Quintana, Y., Santana-Piñeros, A. M., & Muñoz-Chumo, L. G. (2023). Descripción morfológica del tracto digestivo de <i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844) y comparación por estadios y sexos. <i>AquaTechnica</i> 5(2): 104-115.
Evaluación de crecimiento y nutrición de <i>Pteria sterna</i> , alimentados con dietas naturales mixtas y microbalanceada, en condiciones de ambiente controlado.	ISTLAM-CI-PI-010-2020	Estay-Moyano, César Alejandro 0000-0003-1138-2545	Moyano, C. A. E., Suástegui, J. M., Vivenes, E. Z., Ganadara, J. S., & Seijo, C. L. (2021). Análisis del perfil lipídico y aminoacídico de hojas deshidratadas de <i>Moringa oleifera</i> (L.) y su potencial como suplemento dietético en acuicultura de moluscos. <i>La Técnica: Revista de las Agrociencias</i> . ISSN 2477-8982, 30-39.
			Estay-Moyano, C., Mazón-Suastegui, J. M., Zapata-Vívenes, E., Lodeiros, C., & Simal-Gandara, J. (2023). Evaluation of <i>Moringa oleifera</i> and corn starch as feed for seed production of the pearl oyster <i>Pteria sterna</i> (Gould, 1851). <i>Aquaculture</i> , 567, 739259.

El enfoque de los estudios objeto en los proyectos de investigación surge de las necesidades del entorno que posteriormente se plasman en la fundamentación de las líneas y sub líneas de investigación con las que cuenta la carrera, siendo estas relacionadas con los aspectos biológicos, ecológicos y productivos de las especies de

interés comercial y potencial acuícola de Ecuador. Con base en las líneas de investigación, los estudios se han centrado en diferentes áreas:

Cultivo de organismos planctónicos

Los organismos errantes que componen la biota natural, comúnmente conocidos como plancton están compuestos según su naturaleza vegetal o animal (fitoplancton y zooplancton, respectivamente) (Jin et al., 2023). La biota natural, rica en proteínas, lípidos, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas, oligoelementos y compuestos bioactivos, es la base de las cadenas alimentarias de los ecosistemas e importante alimento natural para las especies producidas en la acuicultura. Dadas sus propiedades, mejoran el crecimiento y los valores nutricionales de los animales acuáticos cultivados (especies herbívoras/omnívoras) (Abualreesh, 2021; Jin et al., 2023); su accesibilidad, palatabilidad, reproducibilidad y mejores niveles nutricionales los convierten en alimentos altamente valiosos, principalmente para las larvas de los organismos acuícolas. El suministro de organismos planctónicos en un sistema de cultivo de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos garantiza la máxima producción y rentabilidad de la acuicultura (Chakraborty et al., 2023; El-Sayed, 2021).

La carrera Tecnología Superior en Acuicultura desarrolla cultivos de producción primaria compuesta por el fitoplancton, con las microalgas *Thalassiosira pseudonana* Hasle & Heimdal, 1970, *Tetraselmis chui* Butcher, 1959 y *Chaetoceros gracilis* Schütt, 1895; zooplancton como el rotífero *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 y la artemia *Artemia franciscana* Kellog, 1906 (Fig. 7).

Figura 7

Producción de fitoplancton en el laboratorio de Acuicultura. A. Botellones de varias especies de microalgas en el área de producción de fitoplancton. B. Cultivo en escala masivo



Cultivo de moluscos bivalvos

La mayor ventaja del cultivo de moluscos bivalvos se atribuye a su modelo extensivo sin variables y/o condiciones a controlar, donde la alimentación ocurre naturalmente mediante fuentes del ambiente acuático, sin dieta suministrada, debido a que son organismos filtradores y atrapan el fitoplancton natural mediante sus branquias. Por lo tanto, la inversión requerida es mucho menor, en relación con otros grupos de especies como crustáceos y peces, generalmente ligados al cultivo extensivo (FAO, 2022; Ramírez-Ambríz et al., 2023).

El crecimiento rápido de la producción mundial de moluscos bivalvos como las ostras ha ocurrido recientemente, quintuplicándose desde 1990, hasta convertirse actualmente en la tercera especie más importante en la acuicultura mundial (Ramírez-Ambríz et al., 2023). Las razones de este acelerado crecimiento podrían deberse a las recientes innovaciones en la industria acuícola con los avances en las técnicas de cultivo de larvas dentro de los criaderos, permitiendo un aumento en la capacidad de producción de cría artificial de ostras juveniles, y reduciendo de esta manera la dependencia de las fuentes naturales de semillas (Botta et al., 2020).

Dada la importancia ecológica y acuícola de los moluscos bivalvos, la carrera de Acuicultura desarrolla estudios sobre el ciclo de vida, desarrollo embrionario,

crecimiento de juveniles y engorde de moluscos como la ostra perlera *Pteria sterna* (A. Gould, 1851) y la ostra japonesa *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) (Fig. 8).

Figura 8

Cultivo de la ostra del Pacífico *Magallana gigas* en condiciones controladas y ambiente natural. A: ostras *M. gigas* mantenidas en laboratorio de Acuicultura. B: ostras *M. gigas* en linternas para el cultivo en el mar. C: limpieza y mantenimiento de las linternas de cultivo *in situ*



Tracto digestivo en la nutrición de los peces

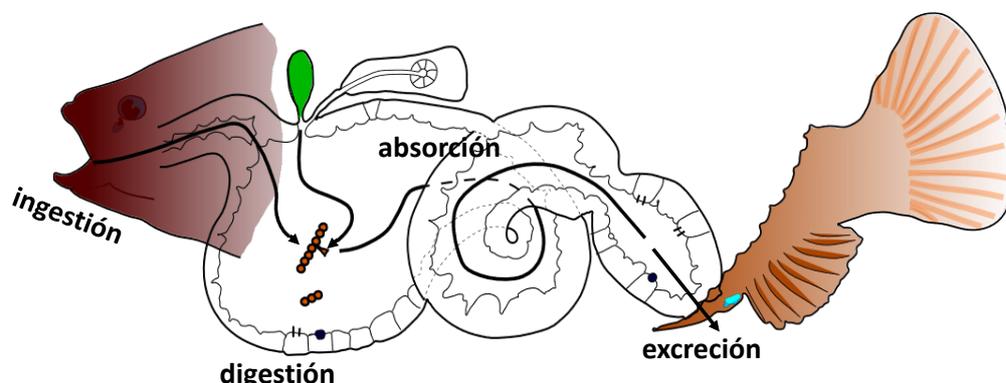
A pesar de la alta demanda de la producción de alimentos de origen animal, esto conlleva numerosos retos, como el sobrepastoreo, la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad natural. En la actualidad se reconoce que en un futuro cercano el sector de la acuicultura aportará un elemento cada vez más significativo al presupuesto mundial de proteínas de origen animal y podría constituir una fuente alternativa de proteínas animales sin comprometer la sostenibilidad medioambiental (Debnath y Saikia, 2021). Esto se puede alcanzar mediante las fuentes de proteínas alternativas (PA), aunque se sabe que el uso excesivo de las PA puede conducir a una mala utilización de proteína acompañado de un bajo rendimiento en el crecimiento de los

peces, ya que estos contienen varios antinutrientes (particularmente en proteínas vegetales) y también presenta problemas de palatabilidad y aceptabilidad (Ogunji et al., 2008). Contradictoriamente, pese a que el uso de proteínas alternativas supone una solución a la sostenibilidad de los recursos de origen acuático, si contienen antinutrientes puede afectar la inversión y producción de los organismos cultivados.

El tracto digestivo de los peces es muy similar al de cualquier vertebrado. Su importancia de estudio radica en entender la fisiología digestiva, su nutrición, asociaciones tróficas y aplicación en acuicultura para la implementación de protocolos de alimentación. La funcionabilidad de las secciones del sistema digestivo (cefálica, tracto anterior, intestino medio e intestino posterior) permite a los peces realizar funciones de captación del alimento, digestión mecánica o química, adsorción del alimento y excreción de los desechos metabólicos (Alcívar-Mendoza et al., 2023). En este contexto, la comprensión del mecanismo de absorción de proteínas y alimento en el intestino de los peces es muy necesario para elaborar protocolos de alimentación y estrategias de mejora, maximizar la digestión y posterior absorción de proteínas (Debnath y Saikia, 2021). A través de la carrera de Acuicultura del ISTLAM se ejecutan estudios y trabajos de titulación centrados en la ontogenia del sistema digestivo de los peces, especialmente del chame *Dormitator latifrons*, una especie emergente para la diversificación de la acuicultura en Ecuador (Fig. 9).

Figura 9

Representación esquemática de la funcionalidad del sistema digestivo del chame *Dormitator latifrons*



Nota. Modificado de Rønnestad et al. (2013)

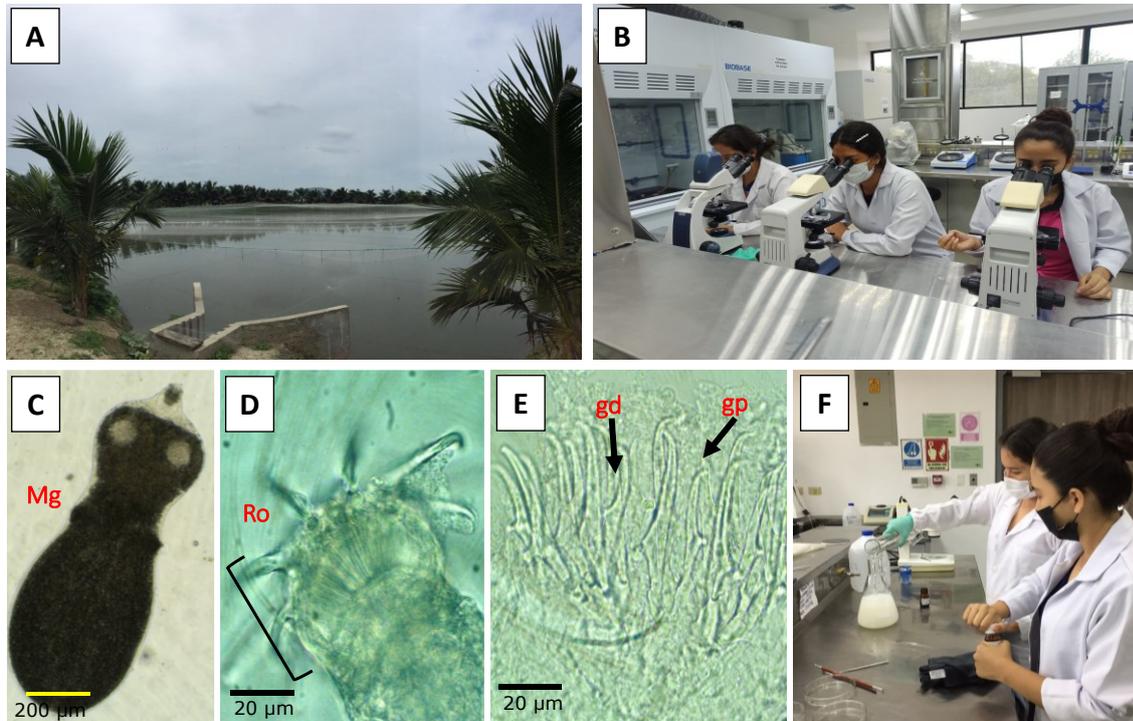
Implicaciones en la interacción parásito-hospedero

Los parásitos representan un grave problema en la industria acuícola, por lo que han sido señalados en su mayoría como los responsables de la reducción de la supervivencia, condición corporal, crecimiento, fecundidad de los organismos parasitados y agentes causales de un efecto negativo en la comercialización del producto, principalmente para las exportaciones (Mera-Loor et al., 2023; Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, 2021; Scholz, Kuchta, et al., 2021). Considerando que Ecuador, junto con México, Chile y Brasil representan más del 80% del volumen de la acuicultura regional, producción que se da en diferentes escalas en casi todos los países de América Latina; y, que las condiciones en cautiverio propician la aparición y propagación de enfermedades causadas por parásitos (Soler-Jiménez et al., 2017), resulta imperioso generar conocimientos de la biología de los parásitos, su respuesta frente al cambio de las condiciones ambientales y métodos de control de las infestaciones, con el fin de diseñar estrategias de manejo efectivas en para la acuicultura (Hutson et al., 2022; Soler-Jiménez et al., 2017).

Bajo este contexto, la carrera de Acuicultura desarrolla investigaciones dirigidas hacia la diversidad de parásitos metazoarios en peces apreciables para la comercialización y la acuicultura, el efecto de las infestaciones basado en el esquema patógeno-hospedero-ambiente, métodos de control y su eficacia contra las infestaciones de parásitos en peces, contribuyendo a las tendencias y problemáticas del sector acuícola (Figura 10).

Figura 10

Desarrollo de un estudio sobre la eficacia de un fármaco contra las infestaciones del metacestodo del género *Parvitaenia* en piscinas de cultivo de peces chame *Dormitator latifrons*. A: piscifactoría de chame ubicada en Manabí. B: observación de metacestodos encontrados en el hígado de los peces. C-E: morfología de un ejemplar de *Parvitaenia*, incluyendo morfología general (Mg), rostelo ubicado en la parte anterior (Ro), ganchos rostelares distales (gd) y ganchos rostelares proximales (gp). F: preparación de diferentes concentraciones de un fármaco como método de control de los metacestodos



Conclusiones

Los proyectos y actividades de investigación que ejecuta la carrera de Acuicultura atienden de manera directa a la sostenibilidad de los recursos acuáticos a través de la acuicultura de repoblación, producción y alternativa de descanso frente a la presión pesquera.

Las investigaciones que se desarrollan desde la carrera de Acuicultura se basan en el método científico y se cristalizan mediante el debate y difusión de los resultados ante la comunidad científica mediante las publicaciones de artículos científicos.

El cultivo de organismos acuáticos se enfoca principalmente en especies de bajo impacto para los ecosistemas, como son el fitoplancton, zooplancton y los moluscos bivalvos.

El estudio el sistema digestivo juega un rol significativo en el desarrollo de la acuicultura de una especie, con el conocimiento de los cambios morfofuncionales se

puede formular dietas acordes a cada etapa de desarrollo lo que permite ser un gran avance en la larvicultura de peces, una de las etapas más críticas en acuicultura de peces.

Los estudios de interacción patógeno-hospedero-ambiente y sus métodos de control contribuyen a garantizar el bienestar animal de los organismos cultivados.

Referencias

- Abualreesh, M. H. (2021). Biodiversity and contribution of natural foods in tiger shrimp (*Penaeus monodon*) aquaculture pond system: a review. *AAFL Bioflux*, 14(3), 1715-1726. <http://bioflux.com.ro/docs/2021.1715-1726.pdf>
- Alcívar-Mendoza, L. J., Cruz-Quintana, Y., Santana-Piñeros, A. M. y Muñoz-Chumo, L. G. (2023). Descripción morfológica del tracto digestivo de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) y comparación por estadios y sexos. *Aquatechnica*, 5(2), 104-115. <https://doi.org/10.33936/at.v5i2.5838>
- Badii, M. H., Landeros, J. y Cerna, E. (2008). El recurso de agua y sustentabilidad. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 3(1).
- Bahri, T., De Young, C., Cochrane, K. y Soto, D. (2012). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. FAO. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Consecuencias-CC-pesca-acuicultura.pdf](https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Consecuencias-CC-pesca-acuicultura.pdf)
- Barrot, J. S. (2023). Research on education in Southeast Asia (1996–2019): a bibliometric review. *Educational Review*, 75(2): 348-368. <https://doi.org/10.1080/00131911.2021.1907313>
- Botta, R., Asche, F., Borsum, J. S. & Camp, E. V. (2020). A review of global oyster aquaculture production and consumption. *Marine Policy*, 117, 103952. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103952>
- Britannica. (2024). *Climate - Ocean-Atmosphere Interaction*. <https://www.britannica.com/science/climate-meteorology>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (Enero de 2020). *Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. Cámara Nacional de Acuicultura.
- Castilla-Gavilán, M., Buzin, F., Cognie, B., Dumay, J., Turpin, V. y Decottignies, P. (2018). Optimización de dietas de microalgas en larvicultura de erizo de mar

- Paracentrotus lividus* para promover la diversificación de la acuicultura. *Acuicultura*, 490, 251-259.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.02.003>
- Cepal, N. U. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.
- Cepal, N. U. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Chacón, R. M., Montbrun, N. y Rastelli, V. (2009). La educación para la sostenibilidad: rol de las universidades. *Argos*, 26(50), 50-74.
- Chakraborty, S., & Mallick, P. H. (2023). Cladocera as a substitute for Artemia as live feed in aquaculture practices: a review. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 11. <https://doi.org/10.7770/safer-V11N1-art2423>
- Collazo Expósito, L. M. y Geli de Ciurana, A. M. (2017). Avanzar en la educación para la sostenibilidad: combinación de metodologías para trabajar el pensamiento crítico y autónomo, la reflexión y la capacidad de transformación del sistema. *Revista iberoamericana de educación*.
- Debnath, S. & Saikia, S. K. (2021). Absorption of protein in teleosts: a review. *Fish Physiology and Biochemistry*, 47, 313-326.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10695-020-00913-6>
- Duarte, C. M., Agustí, S., Barbier, E., Britten, G. L., Castilla, J. C., Gattuso, J. P., ... & Worm, B. (2020). Rebuilding marine life. *Nature*, 580(7801), 39-51.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2146-7>
- Duque Quintero, S. P., Quintero Quintero, M. L., & Duque Quintero, M. (2014). La educación ambiental en comunidades rurales y la popularización del derecho a la conservación del entorno natural: el caso de la comunidad de pescadores en la Ciénaga de Ayapel (Colombia). *Luna Azul*, (39), 06-24.
- El-Sayed, A. F. M. (2021). Use of biofloc technology in shrimp aquaculture: a comprehensive review, with emphasis on the last decade. *Reviews in Aquaculture*, 13(1): 676-705. <https://doi.org/10.1111/raq.12494>
- FAO. (2020). *Título del documento*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- FAO. (2024). *FAO regional conference: Latin America and the Caribbean chart the way towards sustainable fisheries and aquaculture for food security*. United Nations in Barbados and the Eastern Caribbean. <https://easterncaribbean.un.org>
- Fernández Luque, A. M., Vázquez Herrera, E., Rojano Salas, M. G. y Del-Río-Urenda, S. (2023). *Transformación digital y alfabetización informacional en bibliotecas de Salud*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1995). *Report of the twenty-first session of the Committee on Fisheries, Rome, 10-13 March 1995*. FAO Fisheries Report No. 524. Rome: FAO. <https://www.fao.org/4/am687e/am687e00.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Hacia la transformación azul*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- García-Berlanga, O. M., Desfilis, T. P., Martínez, A. R. E. y Peña, A. V. (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): escenario actual. *Objectius de desenvolupament sostenible en el territori valencià*, 25-40.
- Gil, C. G. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 140(1), 107-118.
- Global Water Partnership. (2016). *Title of the document*.
- Gutiérrez, J. (Coord.) (2012). *Evaluación de la calidad de programas, centros y recursos de educación ambiental*. Universidad de Granada.
- Hernández-Pérez, A. y Labbé, J. I. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios Microalgae. *Revista de biología marina y oceanografía*, 49, 157-173. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-19572014000200001&script=sci_arttext
- Jin, S., Kong, Q., John, C. K., Wang, Z., Zhang, T., Li, X., ... & Luo, S. (2023). Natural biota's contribution to cultured aquatic animals' growth in aquaculture cannot be ignored. *Aquaculture Research*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/2646607>
- Joshua, W. J., Kamarudin, M. S., Ikhsan, N., Yusoff, F. M., & Zulperi, Z. (2022). Development of enriched Artemia and Moina in larviculture of fish and crustaceans: a review. *Latin american journal of aquatic research*, 50(2), 144-157. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718560X2022000200144&script=sci_arttext&tlng=en

- Maldonado, J. H., & Moreno-Sánchez, R. D. P. (2023). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe*.
- Martínez, C. I. P., & Poveda, A. C. (2021). The importance of science, technology and innovation in the green growth and sustainable development goals of Colombia. *Environmental and Climate Technologies*, 25(1), 29. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2021-0003>
- Mera-Loor, G. B., Santana-Piñeros, A. M., Reyes-Mero, B. M., & Cruz-Quintana, Y. (2023). *Parvitaenia cochlearii* (Cestoda: Gryporhynchidae) en cultivo de chame *Dormitator latifrons* en Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*, 28(1), e2954-e2954. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2954>
- Mundaca Gómez, R. A., & Carro San cristobal, L. (2021). *Formación Inicial docente en Chile y su alineamiento con las temáticas educativas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*.
- National Geographic Society. (2023). Unbalanced: How Climate Change Is Shifting Earth's Ecosystems. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.org/article/unbalanced-how-climate-change-is-shifting-earths-ecosystems/>
- Novo, M. (2010). Educación ambiental en tiempo de crisis. *Transatlántica de Educación*, 9, 6-13.
- LA, E. D. L. P. Y., & DE, A. E. L. R. (2022). *Comisión de Pesca Para el Atlántico Centro-Occidental (COPACO)*. Decimoctava Sesión Estado de la Pesca y la Acuicultura en la Región de la COPACO1.
- Levkoe, C. Z., Lowitt, K., & Nelson, C. (2017). "Fish as food": Exploring a food sovereignty approach to small-scale fisheries. *Marine Policy*, 85, 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.018>
- López, I. G. (2020). *Desarrollo sostenible*. Editorial Elearning, SL.
- Ogunji J, Schulz C, Kloas, W. (2008) Growth performance, nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed housefly maggot meal (magmeal) diets. *Turk J Fish Aquat Sci*, 8,141–147. https://www.trjfas.org/uploads/pdf_602.pdf
- Organización Mundial para la Sanidad Animal (OMSA). (2021). Medidas Zoonositarias que se deben aplicar antes de la salida y a la salida. In O. M. de la S. A. (OIE) (Ed.), *Código Sanitario para los Animales Acuáticos* (pp. 1–2). <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso->

- en-linea-al-codigo-
acuatico/?id=169&L=1&htmfile=chapitre aahm before and at departure.htm
- Powell, W. W., & Snellman, K. (2004). The Knowledge Economy. *Annual Review of Sociology*, 30(1), 199–220.
<https://doi.org/10.1146/annurev.soc.29.010202.100037>
- Ramírez, A. (2001). *Impacto de las variaciones climáticas en las capturas pesqueras: El caso de El Niño y la sobrepesca*. Editorial Científica.
- Rámirez-Ambríz, L., Ojeda-Ruiz, M. Á., Marín-Monroy, E. A., & Toribio-Espinobarros, B. E. (2023). Factors that facilitate or limit the development of bivalve mollusk aquaculture in BCS, Mexico: The small-scale producers' perspective. *Regional Studies in Marine Science*, 66, 103145.
<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103145>
- Scholz, T., Kuchta, R., & Oros, M. (2021). Tapeworms as pathogens of fish: A review. *Journal of Fish Diseases*, 44(12), 1883–1900. <https://doi.org/10.1111/jfd.13526>
- The Nature Conservancy. (2023). Restorative aquaculture for nature and communities. *Nature Conservancy*. <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/restorative-aquaculture>
- UNDP. (2010). *América Latina y el Caribe: una superpotencia de biodiversidad*.
- Quimby, B. (2023). Climate-resilient fisheries and thriving tropical communities through food sovereignty. *One Earth*, 6(8), 939-942. [https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322\(23\)00348-2.pdf](https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322(23)00348-2.pdf)
- Urbano, T. (2021, 11 junio). Cultivo de microalgas. *Agrotendencia*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-microalgas/>
- Santos, FAC, da Costa Julio, GS, Batista, FS, Miranda, LNL, Pedras, PPC y Luz, RK (2022). Altas densidades de población en larvicultura de *Colossoma macropomum* en un sistema de acuicultura de recirculación: rendimiento, supervivencia y viabilidad económica. *Acuicultura*, 552, 738016.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738016>
- Rajoy, C. R. (2015). *Cultivo de crustáceos* (Doctoral dissertation, Universidad Europea Miguel de Cervantes (UEMEC). Área Medio Ambiente). <https://aquadocs.org/handle/1834/9476>

- Soler-Jiménez, L. C., Paredes-Trujillo, A. I., & Vidal-Martínez, V. M. (2017). Helminth parasites of finfish commercial aquaculture in Latin America. *Journal of Helminthology*, 91(2), 110–136. <https://doi.org/10.1017/S0022149X16000833>
- Tambutti, M., & Gómez, J. J. (2022). *Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático*. <https://repositorio.cepal.org/items/c0c19f82-63ea-488d-a81b-7781dfe609f1>

CAPÍTULO 6

La eficiencia energética a través de la inteligencia artificial

Luis Alberto Guerrero Chávez

ORCID: 0000-0002-9666-0905

Correo: l.guerrero@istlam.edu.ec

Cristhian Alejandro Álava Troya

ORCID: 0000-0003-2419-3006

Yadira Monserrate Parrales García

ORCID: 0009-0003-5209-8951

Jonathan Steeven Vargas Sellan

ORCID: 0009-0008-4889-8151

Introducción

La eficiencia energética es un concepto clave que se relaciona con la optimización del uso de energía para realizar tareas específicas, minimizando el desperdicio en el proceso. Este enfoque es fundamental en la actualidad, ya que permite alcanzar los mismos resultados o servicios utilizando la menor cantidad de energía posible. La importancia de la eficiencia energética radica en su capacidad para contribuir a la conservación de recursos naturales, la reducción de costos, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la seguridad energética.

En un contexto global donde la demanda de energía sigue en aumento y los recursos naturales son limitados, la eficiencia energética se presenta como una estrategia esencial para mitigar el impacto ambiental asociado con la generación y el consumo de energía. Al reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables, como el petróleo y el gas natural, se promueve la sostenibilidad y se protege el equilibrio ecológico.

Además, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta poderosa para mejorar la gestión de la energía. La combinación de la eficiencia energética con la IA permite desarrollar sistemas más inteligentes y adaptables que optimizan automáticamente el uso de la energía en función de diversas variables y condiciones cambiantes.

Desde la gestión de edificios inteligentes hasta la optimización de procesos industriales, la IA ofrece múltiples aplicaciones que pueden transformar la forma en que utilizamos y administramos la energía.

1. Importancia de la Eficiencia Energética

La eficiencia energética es importante por varias razones, como la reducción de costos, disminución de pérdidas, la conservación de recursos naturales y la mitigación del impacto ambiental asociado con la generación y el consumo de energía en menor escala sin complicar la eficacia de duración, la comodidad o la productividad (Del Guayo, 2020). Existen varias razones por las cuales hoy en día, la eficiencia energética es importante en nuestro planeta:

Conservación de recursos

La eficiencia energética contribuye a la conservación de recursos naturales, como el petróleo, el gas natural y el carbón, que son finitos y no renovables. Al usar menos energía, reducimos la dependencia de estas fuentes agotables y minimizamos la extracción y el transporte de combustibles fósiles, lo que puede tener un impacto negativo en el medio ambiente (Castrillón et al., 2018). La conservación implica utilizar estos recursos de manera que se mantenga su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras. Algunas estrategias de conservación de recursos incluyen:

- Reducción del desperdicio de alimentos y materiales.
- Reutilización y reciclaje de productos y materiales.
- Protección de ecosistemas y hábitats naturales.
- Gestión sostenible de recursos forestales y pesqueros.
- Uso responsable del agua y la energía.

La conservación de recursos está estrechamente relacionada con la sostenibilidad y la preservación del equilibrio ecológico. Contribuye a mitigar la sobreexplotación de recursos finitos y a reducir la degradación ambiental.

Reducción de costos

La eficiencia energética puede conducir a ahorros significativos en los costos de energía, tanto para individuos como para empresas. Al tener menos consumo de energía

utilizada, las facturas o cobros sobre las mismas serán más bajas, lo que puede ser especialmente importante para empresas con altos consumos energéticos (Zavalía et al., 2021).

A continuación, se explica cómo la eficiencia energética puede contribuir a la disminución del costo:

- Menor Consumo de Energía
- Ahorro en Facturas de Energía
- Menos Mantenimiento y Reemplazo
- Cumplimiento Normativo
- Imagen y Responsabilidad Social
- Reducción de Pérdidas en la Cadena de Suministro

La eficiencia energética no solo contribuye a la disminución de los costos operativos, sino que también puede generar una serie de beneficios adicionales, como un mejor desempeño ambiental y una mayor competitividad. Es una estrategia inteligente para mejorar la sostenibilidad financiera y ambiental tanto en el ámbito doméstico como en el empresarial.

Reducción de emisiones

- El uso ineficiente de energía generalmente está relacionado con una mayor liberación de gases de efecto invernadero y otros agentes contaminantes en el medio ambiente (Zavalía et al., 2021). Mediante la mejora de la eficiencia energética, se reduce la cantidad de carbono emitida y se aporta a la lucha contra el cambio climático. A continuación, se detalla cómo se puede reducir las emisiones:

- Menor Consumo de Energía
- Transición a Fuentes de Energía Limpias
- Eficiencia en el Transporte
- Eficiencia en la Industria
- Edificios Sostenibles
- Políticas y Regulaciones

La eficiencia energética constituye una táctica esencial en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que disminuye la necesidad de energía

procedente de fuentes perjudiciales para el ambiente y estimula la adopción de fuentes de energía más eco amigables. La combinación de eficiencia energética y la transición hacia energías más sostenibles es esencial para abordar el cambio climático y proteger el medio ambiente (Lai et al., 2020).

Mejora de la seguridad energética

Al disminuir la relianza en los combustibles fósiles y gestionar la energía de manera más eficaz, las naciones tienen la oportunidad de fortalecer su seguridad energética al reducir su dependencia de fuentes de energía importadas y sujetas a fluctuaciones imprevisibles (Antonopoulos et al., 2020). La eficiencia energética contribuye a la mejora de la seguridad energética de la siguiente forma:

- a) Reducción de la Dependencia de Recursos Energéticos Importados:** Cuando un país o una región es más eficiente en el uso de la energía, puede depender menos de la importación de recursos energéticos, como el petróleo o el gas natural. Esto reduce la vulnerabilidad a las interrupciones en el suministro, fluctuaciones en los precios internacionales y problemas geopolíticos relacionados con la importación de energía.
- b) Menor Riesgo de Escasez de Energía:** La eficiencia energética en los sectores industriales, de transporte y de construcción puede disminuir la necesidad global de energía. Esto disminuye la probabilidad de escasez de energía durante periodos de alta demanda o interrupciones en la producción de energía, lo que mejora la estabilidad del suministro energético.
- c) Menos Vulnerabilidad a Desastres Naturales:** Los sistemas energéticos más eficientes son menos vulnerables a los efectos de desastres naturales, como tormentas, inundaciones o terremotos. Cuando se utiliza menos energía, es menos probable que se produzcan daños graves en la infraestructura energética, lo que contribuye a la seguridad energética.
- d) Diversificación Energética:** La eficiencia energética puede impulsar la diversificación de las fuentes de energía utilizadas. Por ejemplo, al promover tecnologías más eficientes en los vehículos, se pueden incorporar opciones de energía alternativa, como vehículos eléctricos, lo que reduce la dependencia de un solo recurso energético.
- e) Resiliencia ante Crisis Económicas:** En momentos de crisis económicas o

inestabilidad financiera, el enfoque en la eficiencia energética puede asistir a las compañías y a los hogares en la disminución de sus gastos operativos, lo que, a su vez, refuerza su capacidad de recuperación económica y alivia la carga sobre la infraestructura energética.

- f) Reducción de Emisiones de Gases Contaminantes:** La eficiencia energética, al disminuir el uso de combustibles fósiles, contribuye a la reducción de la liberación de gases nocivos para el ambiente y el cambio climático. Esto puede tener un impacto positivo en la pureza del aire y la salud de la población, al tiempo que reduce la necesidad de energía derivada de recursos no renovables.
- g) Mayor Flexibilidad en la Gestión de la Demanda:** Los programas de eficiencia energética pueden promover prácticas de gestión de la demanda que permiten ajustar la carga eléctrica en momentos de estrés en la red, como durante olas de calor o picos de demanda. Esto reduce la probabilidad de apagones y mejora la seguridad energética.

La eficiencia energética contribuye a la seguridad energética al reducir la demanda de recursos energéticos y mejorar la resiliencia del sistema ante diversos desafíos, incluyendo interrupciones en el suministro, fluctuaciones de precios y problemas ambientales. Al implementar políticas y prácticas que fomenten la eficiencia energética, los países y las regiones pueden fortalecer su posición en términos de seguridad energética y sostenibilidad (Cervan, 2021).

Promoción de la innovación

La búsqueda de soluciones más eficientes energéticamente suele impulsar la innovación en tecnologías y prácticas, lo que puede generar nuevas oportunidades o alternativas económicas, sociales y de empleo (Linares, 2018). Se detalla cómo la eficiencia energética puede fomentar la innovación y viceversa:

- a) Estímulo para la Innovación Tecnológica:** La búsqueda de formas más eficientes de utilizar la energía a menudo conduce al desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas. Por ejemplo, la búsqueda de vehículos más eficientes ha impulsado la innovación en tecnología de baterías y motores eléctricos. El aumento de la eficiencia en la generación de energía, como la recuperación de

calor residual en instalaciones de producción de energía, ha conducido al avance de tecnologías de cogeneración de mayor eficacia (Gómez, 2021).

- b) Desarrollo de Mercados para Tecnologías Eficientes:** La promoción de políticas que fomentan la eficiencia energética, como incentivos fiscales o estándares de eficiencia, crea una demanda de tecnologías y productos más eficientes. Esto puede alentar a las empresas a invertir en investigación y desarrollo para satisfacer esta demanda (Anderson, 2019).
- c) Innovación en Diseño y Arquitectura:** La eficiencia energética juega un papel crucial en la arquitectura y el diseño de construcciones. La búsqueda de edificaciones de mayor eficiencia ha fomentado la innovación en el ámbito del diseño arquitectónico, materiales de construcción y sistemas de climatización.

Además, la eficiencia energética se extiende al diseño de productos, incluyendo electrodomésticos, iluminación y dispositivos electrónicos, lo que ha propiciado la creación de productos más sofisticados y que consumen menos energía (Sandoval, 2020).

- d) Apoyo a Startups y Empresas Innovadoras:** Los programas gubernamentales y las inversiones en eficiencia energética a menudo apoyan a startups y empresas innovadoras que están desarrollando soluciones energéticas avanzadas. Esto fomenta la competencia y la creatividad en el sector (Zambrano, 2021).
- e) Desarrollo de Sistemas de Gestión Energética Inteligente:** La eficiencia energética impulsa el desarrollo de sistemas de gestión energética más avanzados. La innovación en tecnologías de sensores, automatización y análisis de datos está permitiendo un control más preciso y eficiente del consumo de energía en edificios e industrias (Cervan, 2021).
- f) Nuevos Modelos de Negocio y Financiamiento:** La promoción de la eficiencia energética ha dado lugar a nuevos modelos de negocio, como los contratos de rendimiento energético, donde las empresas ofrecen soluciones de eficiencia energética sin costo inicial para los clientes. La innovación financiera, como la creación de mercados de bonos verdes, ha permitido la inversión en proyectos de eficiencia energética a gran escala (Iturralde et al., 2021).

La eficiencia energética no solo es esencial para la conservación de recursos y la mitigación del cambio climático, sino que también actúa como un motor de la innovación en tecnología, diseño, sistemas de gestión y modelos de negocio. Fomentar la eficiencia energética puede impulsar el desarrollo de soluciones más avanzadas y sostenibles para abordar los desafíos energéticos y medioambientales actuales y futuros.

1.1. Tipos de energía y la aplicación de la eficiencia energética

La eficiencia energética se extiende a todas las formas de energía, independientemente de si son renovables o no. El concepto central de la eficiencia energética radica en optimizar la generación de resultados beneficiosos al mismo tiempo que se reduce al mínimo el uso de energía (Barragán, 2020). Esto es relevante sin importar la fuente de energía que se esté utilizando. A continuación, algunos ejemplos de cómo se aplica la eficiencia energética a diferentes tipos de energía:

Energía eléctrica

En este contexto, la eficiencia energética implica el uso de dispositivos eléctricos y electrodomésticos que conviertan la mayor parte de la energía eléctrica consumida en trabajo útil, como la iluminación, la calefacción o la refrigeración. Adicionalmente, la producción y entrega de electricidad pueden obtener ventajas mediante mejoras en su eficiencia, lo que disminuye las pérdidas durante el transporte y la transformación de energía (Chumo et al., 2018).

Energía térmica

En los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, la eficiencia energética se vincula con la adopción de tecnologías y materiales que reducen al mínimo la fuga de calor o frío. En procesos industriales, la eficiencia térmica implica la optimización de la conversión de energía térmica en trabajo mecánico o en otros resultados deseados (Ratnam et al., 2020).

Energía mecánica

En máquinas y sistemas que utilizan energía mecánica, como motores y generadores, la eficiencia energética implica reducir las pérdidas por fricción, vibraciones y otros

factores para maximizar la conversión de energía mecánica en trabajo útil (Ruiz et al., 2021).

Energías renovables

A pesar de que las fuentes de energía renovable, como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica, se originan de recursos naturalmente presentes, la eficiencia energética sigue siendo un factor importante. Por ejemplo, se trabaja en la mejora de la eficiencia de los paneles solares y las turbinas eólicas con el fin de aumentar la transformación de la energía capturada en electricidad aprovechable (Algarín, 2018).

Energía química

En la industria química y en sistemas de almacenamiento de energía, como las baterías, la eficiencia energética se refiere a la capacidad de convertir la energía química almacenada en energía eléctrica u otro tipo de energía de manera eficiente y con el menor desperdicio posible (García, 2021).

La eficiencia energética es una consideración fundamental en todos los aspectos de la utilización de energía, independientemente de la fuente o el tipo de energía involucrado. Su objetivo es siempre optimizar la relación entre la energía consumida y los resultados obtenidos.

1.2. La eficiencia energética y como debería ser su funcionamiento

La eficiencia energética tiene como objetivo reducir al mínimo la energía requerida para alcanzar un objetivo particular, ya sea en construcciones, procesos manufactureros, transporte u otros sistemas. Esto implica identificar áreas de mejora, aplicar tecnologías y métodos eficientes, supervisar y regular el consumo de energía, así como concienciar sobre la necesidad de un uso responsable de la energía (Segovia et al., 2019).

Para tener un correcto funcionamiento de la eficiencia energética podemos considerar los siguientes aspectos:

Definición de Objetivos

El inicio del proceso de lograr eficiencia energética implica la definición de metas concretas. Estas metas pueden incluir la reducción del consumo de energía en una empresa, la optimización del uso de energía en una estructura, o la mejora de la eficiencia de un vehículo.

Auditoría Energética

Para comprender dónde se está utilizando la energía y cómo se podría mejorar la eficiencia, se realiza una auditoría energética. Esto implica el análisis detallado de los sistemas, procesos y equipos que consumen energía.

Identificación de Ineficiencias

Durante la auditoría energética, se identifican las áreas o equipos que consumen una cantidad desproporcionada de energía o que funcionan de manera ineficiente. Esto puede incluir fugas de calor en un edificio, equipos

obsoletos en una fábrica o prácticas de conducción ineficientes en el transporte.

Establecimiento de Medidas Correctivas

Una vez identificadas las ineficiencias, se desarrollan medidas correctivas. Esto puede implicar la actualización de equipos, la implementación de tecnologías más eficientes, el ajuste de procesos o la capacitación del personal.

Tecnologías y Prácticas Eficientes

Es crucial adoptar tecnologías y métodos eficientes para mejorar la eficiencia energética. Esto abarca la instalación de sistemas de iluminación LED, el perfeccionamiento del aislamiento en construcciones, la optimización de motores y maquinaria en el sector industrial, así como la incorporación de vehículos eléctricos en el ámbito del transporte.

Monitorización y Control

A fin de asegurar la persistencia de la eficiencia energética, resulta esencial vigilar y regular el consumo de energía en tiempo real. Esto se consigue mediante sistemas de administración energética, sensores y tecnología de control que permiten la adaptación

automática del consumo de energía de acuerdo a las exigencias.

Evaluación y Mejora Continua

La eficiencia energética es un proceso en constante desarrollo. Es necesario llevar a cabo evaluaciones regulares para evaluar el avance y realizar mejoras adicionales a medida que surgen tecnologías y prácticas más eficaces.

Educación y Concienciación

La instrucción y la toma de conciencia desempeñan un papel esencial para promover la eficiencia energética en la comunidad. Es fundamental que individuos y entidades comprendan la relevancia de la eficiencia energética y cómo pueden aportar a ella.

La inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es un campo de la informática que se centra en desarrollar sistemas y programas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el aprendizaje, la toma de decisiones, el procesamiento de lenguaje natural, la visión por computadora, el reconocimiento de patrones y más (Rouhiainen, 2018). A continuación, se describen los conceptos fundamentales, el funcionamiento y las aplicaciones de la inteligencia artificial:

Concepto de inteligencia artificial:

La IA busca crear máquinas que puedan imitar y replicar algunas de las funciones cognitivas humanas, como el razonamiento, el aprendizaje, la resolución de problemas y la percepción. En esencia, se trata de desarrollar sistemas que puedan realizar tareas de manera autónoma y adaptarse a situaciones cambiantes (Recuenco, 2020).

Funcionamiento de la inteligencia artificial:

La IA se basa en la capacidad de las máquinas para aprender a partir de datos y realizar tareas inteligentes. El funcionamiento de la IA implica la recopilación de datos, el entrenamiento de modelos, la selección de algoritmos adecuados y la evaluación constante para garantizar un rendimiento óptimo. La IA tiene aplicaciones en una amplia variedad de campos, desde la atención médica hasta la automoción y la atención

al cliente (Estupiñán et al., 2021). Los enfoques comunes en IA incluyen:

- g) Aprendizaje automático (*Machine Learning*):** Es una rama clave de la IA que se centra en el desarrollo de algoritmos que permiten a las máquinas aprender de los datos y mejorar su rendimiento con la experiencia. Esto incluye el aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo.
- h) Redes neuronales artificiales:** Modelos inspirados en el funcionamiento del cerebro humano, que se utilizan en tareas como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento de lenguaje natural y el aprendizaje profundo (deep learning).
- i) Procesamiento de lenguaje natural (*NLP*):** Se enfoca en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano. Permite a las máquinas comprender, interpretar y generar texto de manera eficiente, lo que se utiliza en chatbots, traductores automáticos y análisis de texto.

Aplicaciones de la inteligencia artificial:

Estas son solo algunas de las muchas aplicaciones de la IA en la sociedad actual. La IA sigue evolucionando y desempeñando un papel cada vez más importante en la mejora de la eficiencia, la toma de decisiones y la innovación en diversos campos, pero debemos conocer que la IA no puede trabajar sola sino a través de una orden o al ingresar un dato específico para su funcionamiento (Recuenco, 2020).

La IA tiene una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias y sectores, entre las que se incluyen:

- a) Salud:** Diagnóstico médico, descubrimiento de fármacos, monitorización de pacientes y atención médica personalizada.
- b) Automatización industrial:** Robótica avanzada para la fabricación, mantenimiento predictivo y control de procesos.
- c) Finanzas:** Predicción de mercados, gestión de riesgos, detección de fraudes y asesoramiento financiero.
- d) Comercio electrónico:** Recomendaciones de productos, personalización de contenido y detección de patrones de compra.
- e) Transporte:** Conducción autónoma, optimización de rutas y gestión del tráfico.
- f) Educación:** Tutoriales inteligentes, evaluación automatizada y personalización

del aprendizaje.

- g) Seguridad:** Detección de amenazas cibernéticas, reconocimiento facial y análisis de video para la seguridad pública.
- h) Medio ambiente:** Predicción de desastres naturales, seguimiento de la calidad del aire y gestión de recursos naturales.
- i) Otras:** Hay otras aplicaciones que ya han puesto en práctica la utilización de la IA para fortalecer, mejorar o agilizar sus trabajos.

1.3. La eficiencia energética a través de la inteligencia artificial

El incremento en la solicitud de energía a nivel mundial, junto con la imperativa reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la minimización del impacto medioambiental, ha propiciado una renovada atención en la eficiencia energética. En este contexto, la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta potente y llena de potencial para mejorar la gestión de la energía en diversos campos y sectores. La conjunción de la eficiencia energética y la inteligencia artificial ha dado lugar a un campo de investigación y desarrollo innovador que tiene el potencial de transformar la forma en que gestionamos y utilizamos la energía (Mora y Valencia, 2022).

La IA se refiere a la capacidad de las máquinas y sistemas informáticos para realizar tareas que normalmente requieren la inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones. Cuando se aplica a la eficiencia energética, la inteligencia artificial permite crear sistemas más inteligentes, adaptables y autónomos que pueden optimizar automáticamente el uso de la energía en función de una serie de variables y condiciones cambiantes (Álava, 2016).

Desde la monitorización y control de edificios y sistemas industriales hasta la gestión de la red eléctrica y la planificación del transporte, la inteligencia artificial ofrece varias formas de mejorar la eficiencia energética (Antonopoulos et al., 2020), a continuación, algunas de ellas:

- a) Gestión de edificios inteligentes:** Los sistemas de administración de inmuebles impulsados por IA pueden supervisar y regular el empleo de energía de forma eficaz en estructuras tanto comerciales como residenciales. La IA tiene la capacidad de adaptar la iluminación, el sistema de climatización y otros componentes según la ocupación y las condiciones climáticas, lo que puede resultar en notables reducciones en el consumo de energía.

- b) Optimización en tiempo real:** Los sistemas basados en IA pueden analizar constantemente los datos de consumo de energía y otros factores para ajustar y optimizar automáticamente los sistemas en tiempo real. Esto garantiza que los equipos y sistemas operen en sus niveles más eficientes en todo momento.
- c) Predicción y planificación:** La IA puede analizar patrones históricos y datos en tiempo real para prever la demanda de energía y adaptar la producción y distribución de manera más precisa. Esto es especialmente valioso en la gestión de redes eléctricas y sistemas de suministro energético.
- d) Optimización de la cadena de suministro:** La IA puede ayudar a las empresas a optimizar sus cadenas de suministro, lo que reduce la cantidad de energía necesaria para producir y transportar productos. Los algoritmos de IA pueden predecir la demanda de productos y optimizar las rutas de transporte para minimizar los costos energéticos.
- e) Automatización inteligente:** La IA puede automatizar procesos y tareas que consumen energía, ajustando su funcionamiento en función de las condiciones cambiantes. Esto se aplica desde la climatización en edificios hasta la operación de maquinaria industrial.
- f) Detección de fugas y mantenimiento predictivo:** La IA puede utilizarse para detectar fugas en sistemas de distribución de agua y gas, así como para prever el mantenimiento necesario en equipos industriales. Esto evita la pérdida de energía y recursos debido a problemas no detectados.
- g) Análisis de datos avanzado:** La IA puede analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones, tendencias y áreas de mejora en el uso de la energía. Esto ayuda a tomar decisiones informadas sobre cómo optimizar sistemas y reducir el consumo.
- h) Diseño de productos y sistemas más eficientes:** La IA también se utiliza en la etapa de diseño para crear productos y sistemas con un consumo de energía más bajo y un rendimiento mejorado.
- i) Diseño de productos y sistemas más eficientes:** La IA también se utiliza en la etapa de diseño para crear productos y sistemas con un consumo de energía más bajo y un rendimiento mejorado.
- j) Vehículos autónomos y movilidad inteligente:** Los automóviles autónomos y la movilidad inteligente habilitada por la IA pueden disminuir el gasto de

combustible al racionalizar las trayectorias y la velocidad de manejo. Igualmente, tienen la capacidad de respaldar la electrificación del transporte, lo que resulta en una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

k) Gestión de la energía en la industria: En la industria, la IA puede optimizar procesos de producción y controlar el uso de energía en tiempo real. Los sistemas de control basados en IA pueden ajustar automáticamente las operaciones para maximizar la eficiencia energética.

1.4. El funcionamiento de la eficiencia energética a través de la inteligencia artificial

La conjunción de la eficiencia energética y la IA posee la capacidad de transformar la manera en que utilizamos y administramos la energía, encaminándonos hacia un futuro más sostenible y comprometido con la responsabilidad energética. Sin embargo, también presenta desafíos en términos de privacidad de datos, seguridad cibernética y la necesidad de integrar tecnologías de manera efectiva en sistemas existentes (Hernández et al., 2021). Conforme progresamos en esta senda, es de suma importancia abordar estos desafíos de manera reflexiva y conforme a principios éticos para sacar el máximo provecho de las ventajas que la IA puede proporcionar en la mejora de la eficiencia energética.

La eficiencia energética a través de la IA funciona mediante la aplicación de algoritmos y técnicas de aprendizaje automático para analizar datos relacionados con el consumo de energía y tomar decisiones inteligentes que reduzcan el uso innecesario de energía y optimicen su distribución (Morales y Cappelletti, 2018). A continuación, se detalla el funcionamiento de este proceso:

- **Recopilación de Datos:** Los sistemas de eficiencia energética basados en IA recopilan datos en tiempo real provenientes de sensores, medidores y otros dispositivos conectados. Estos datos pueden incluir información sobre el consumo de energía, condiciones climáticas, ocupación de edificios y otros factores relevantes.
- **Procesamiento de datos:** Una vez recopilados los datos, se procesan y almacenan en una plataforma de análisis de datos. La IA puede trabajar con grandes volúmenes de datos de manera eficiente y rápida.

- **Análisis de Datos:** La IA examina la información recolectada mediante la utilización de algoritmos sofisticados y métodos de aprendizaje automático.

Tiene la capacidad de detectar pautas, tendencias y desviaciones en los datos con el propósito de comprender el consumo de energía en diversos contextos.

- **Modelado y predicción:** Con base en la evaluación de datos pasados y actuales, los modelos de IA pueden anticipar los patrones futuros de utilización de energía. Esta capacidad resulta particularmente beneficiosa en la programación de la distribución energética y la administración de la demanda.
- **Automatización y control:** Una vez que se han extraído conclusiones a partir del análisis de datos y las previsiones, la IA puede tomar determinaciones y llevar a cabo acciones en tiempo real para mejorar la eficiencia energética. Estas acciones pueden abarcar modificaciones automáticas en sistemas de iluminación, calefacción, refrigeración e incluso en la operación de maquinaria industrial, entre otros.
- **Toma de Decisiones Inteligente:** La IA toma decisiones en tiempo real para equilibrar el confort y el rendimiento con la reducción del consumo de energía. Puede anticipar y adaptarse a cambios en la demanda de energía y condiciones ambientales.
- **Retroalimentación y mejora continua:** La IA también puede aprender y adaptarse con el tiempo. A medida que recopila más datos y observa el impacto de sus acciones, puede mejorar su eficiencia y precisión en la gestión de la energía.
- **Interfaz de usuario y control humano:** A menudo, se proporciona una interfaz de usuario que permite a los administradores o usuarios humanos supervisar y ajustar las decisiones de la IA según sea necesario. Esto garantiza que las decisiones de la IA se alineen con los objetivos y las políticas de eficiencia energética establecidos.

La eficiencia energética respaldada por la IA opera a través de la captura, el tratamiento y la evaluación de información relacionada con la energía, seguido por la toma automática de decisiones y la mejora sustentada en algoritmos de IA (Bhattarai et al., 2019). Esto ayuda a reducir el consumo de energía, minimizar los costos y contribuir a la sostenibilidad ambiental en una amplia gama de aplicaciones y sectores (Nevárez, 2020).

1.5. La eficiencia energética a través de la inteligencia artificial sus aplicaciones, sus ventajas y desventajas

La eficiencia energética a través de la IA ofrece varias ventajas significativas (De la Barrera, 2023), pero también presenta desafíos y desventajas que deben tenerse en cuenta, a continuación, algunas de ellas:

Aplicaciones

- **Edificios Inteligentes:** Los sistemas de gestión de edificios basados en IA controlan la iluminación, climatización y otros sistemas para optimizar el consumo energético sin comprometer la comodidad de los ocupantes.
- **La Industria:** La IA supervisa y controla la maquinaria industrial para garantizar que funcione eficientemente y ajusta automáticamente la producción según la demanda y la disponibilidad de energía.
- **El Transporte:** Los sistemas de gestión de flotas utilizan la IA para optimizar las rutas y programar el mantenimiento de vehículos, reduciendo el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.
- **Generación de Energía:** La IA se utiliza en la operación de plantas de energía para ajustar la producción de acuerdo con la demanda y las condiciones climáticas, priorizando el uso de fuentes renovables.
- **Redes eléctricas inteligentes:** Las redes eléctricas inteligentes o smart grids utilizan la IA para supervisar y gestionar la distribución de energía eléctrica de manera más eficiente. La IA puede anticipar y responder a las fluctuaciones de la demanda, así como detectar y resolver problemas en tiempo real para reducir las pérdidas de energía.
- **Agricultura de precisión:** La IA se utiliza en la agricultura para optimizar el uso de recursos como el agua y la energía. Los sistemas de riego inteligente, por ejemplo, pueden ajustar la cantidad de agua que se utiliza en función de las condiciones climáticas y las necesidades de las plantas.
- **Detección de fugas y mantenimiento predictivo:** La IA se aplica en la detección temprana de fugas en sistemas de distribución de agua y gas, lo que evita pérdidas de energía y recursos. También se utiliza en el mantenimiento predictivo de

equipos industriales, reduciendo el tiempo de inactividad y aumentando la eficiencia.

- **Gestión de datos energéticos:** La IA se emplea en la gestión de datos relacionados con el consumo de energía, lo que permite a las organizaciones analizar y optimizar sus patrones de uso energético a lo largo del tiempo.

Ventajas

- **Ahorro de energía:** La IA puede identificar y eliminar el desperdicio de energía de manera eficiente, lo que lleva a un ahorro significativo de costos y recursos.
- **Optimización continua:** La IA puede aprender y adaptarse con el tiempo, mejorando constantemente su capacidad para tomar decisiones más eficientes.
- **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero:** La eficiencia energética habilitada por la IA, al disminuir el uso de energía, también
- colabora en la reducción de la liberación de gases perjudiciales para el ambiente.
- **Mayor confiabilidad:** Los sistemas de IA pueden vigilar y anticipar complicaciones previas a su ocurrencia, lo cual disminuye la duración de las interrupciones y aumenta la fiabilidad de las operaciones.
- **Mayor comodidad y calidad de vida:** En aplicaciones como edificios inteligentes, la IA puede proporcionar un ambiente más cómodo y personalizado para los ocupantes.
- **Gestión de la demanda:** La IA puede ayudar a equilibrar la demanda de energía, evitando picos de demanda y, en última instancia, reduciendo la necesidad de construir nuevas infraestructuras energéticas costosas.

Desventajas

- **Costo inicial:** La implementación de sistemas de IA puede ser costosa, especialmente para pequeñas empresas o propietarios individuales.
- **Complejidad:** La implementación y gestión de sistemas de IA requieren conocimientos técnicos y recursos, lo que puede ser un desafío para algunas organizaciones.

- **Dependencia tecnológica:** La excesiva confianza en la IA puede dejar a las organizaciones susceptibles a dificultades técnicas o a la carencia de personal con las habilidades necesarias para mantener y operar estos sistemas.
- **Privacidad y seguridad:** La recopilación y el análisis de datos energéticos pueden plantear preocupaciones sobre la privacidad de los usuarios, y los sistemas de IA también pueden ser vulnerables a ataques cibernéticos.
- **Posibles efectos en el empleo:** En algunos sectores, la automatización impulsada por la IA puede llevar a la reducción de empleos, lo que puede ser una desventaja social y económica.
- **Necesidad de datos de alta calidad:** La eficacia de los sistemas de IA depende en gran medida de la calidad y la disponibilidad de los datos. Si los datos son incorrectos o incompletos, los resultados pueden ser subóptimos.

En resumen, la eficiencia energética a través de la inteligencia artificial es una estrategia prometedora para abordar los desafíos energéticos actuales (Parejo Guzmán, 2022). Al combinar la capacidad de análisis de datos de la IA con la optimización en tiempo real, se puede lograr un uso más inteligente y sostenible de la energía en una variedad de aplicaciones. Sin embargo, es importante abordar las consideraciones técnicas, económicas, de seguridad y éticas para maximizar los beneficios de esta convergencia.

Conclusiones

Para concluir, se debe tener un sistema híbrido que agrupa los sistemas renovables conformados por más de una fuente energética eficiente con respecto a sistemas con una sola fuente renovable. Esto ya es un hecho en la actualidad comprobado que la eficiencia energética va de la mano con la digitalización de cara a un futuro sostenible con la IA. Con lo cual se reduce el impacto ambiental, que es uno de los desafíos que enfrenta el mundo globalizado hoy en día. Los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) son la fuente primaria de energía en las sociedades modernas, pero también la principal causa de emisión de gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento del planeta.

Se han venido consolidando desde tiempo atrás en diversos países y entre ellos Ecuador, el apoyo a las actividades de eficiencia energética dentro de sus marcos

institucionales y regulatorios. Además, con la ayuda de la IA se puede implementar técnicas para la mejora en el contexto energético en los sectores residenciales, comerciales e industriales. La eficiencia energética se ha usado para detectar fallas en el sistema, controlar la demanda y el consumo de energía. Así mismo, agrupar sistemas híbridos de energías renovables, entre otros.

Referencias

- Álava, L. (2016). Aplicación de las redes inteligentes para el aumento de la eficiencia energética en las redes eléctricas. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 1(1), 49-53. <https://doi.org/10.33936/riemat.v1i1.209>
- Algarín, C. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Espacios*, 39(10). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/a18v39n34p10.pdf>
- Anderson, I. (2019). Mejoras de eficiencia energética (EE) en los motores monofásicos sincrónicos de 220 (VAC)/50 (Hz), tipo PMSM. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 57-70. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019005>
- Antonopoulos, I., Robu, V., Couraud, B., Kirli, D., Norbu, S., Kiprakis, A., Flynn, D., Elizondo-Gonzalez, S. & Wattam, S. (2020). Artificial intelligence and machine learning approaches to energy demand-side response: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 130, 109899. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109899>
- Barragán, A. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36-46. <https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>
- Bhattarai, B., Paudyal, S., Luo, Y., Mohanpurkar, M., Cheung, K., Tonkoski, R., Hovsopian, R., Myers, K. S., Zhang, R., & Zhao, P. (2019). Big data analytics in smart grids: State-of-the-art, challenges, opportunities, and future directions. *IET Smart Grid*, 2(2), 141-154. <https://doi.org/10.1049/iet-stg.2018.0261>
- Castrillón, R., Rey, F. y Puente, O. (2018). *El Establecimiento de Líneas de Bases Energéticas Según ISO 50001. Una Contribución a la Producción más Limpia en la Industria*. 7th Acad. Int. Work. Adv. Clean. Prod, 1-10.

- http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/5B/6/castrillon_r_et_al_academic.pdf
- Cervan, D. (2021). *El rol de Big Data e Inteligencia Artificial en la transformación digital del sector eléctrico*. <https://dheybicervan.com/el-rol-de-big-data-e-inteligencia-artificial-en-la-transformacion-digital-del-sector-electrico/>
- Chumo, E., Vélez, N. y Mera, G. (2018). Eficiencia energética en función del desarrollo del plan maestro de electrificación (pme) en Ecuador. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 3(2), 1-12. <https://doi.org/10.33936/riemat.v3i2.1624>
- De la Barrera, J. C. (2023). *Metodologías de ahorro energético aplicadas a los sistemas HVAC utilizando inteligencia artificial: Una revisión del estado del arte*. <http://hdl.handle.net/20.500.12622/6023>
- Del Guayo, I. (2020). Concepto, contenidos y principios del derecho de la energía. *Revista de administración pública*, 212, 309-345. <https://doi.org/10.18042/cepc/rap.212.12>
- Estupiñán, J., Leyva, M., Peñafiel, A. y El Assafiri, Y. (2021). Inteligencia artificial y propiedad intelectual. *Universidad y Sociedad*, 13(S3), 362-368. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/download/2490/2445>
- García, M. (2021). Las baterías recargables: Transición a energía verde. *Puente de Hierro*, 1(3), 7-7. <https://www.puentedehierro.org/ojs/index.php/pdh/article/download/24/39>
- Gómez, J. (2021). *Eficiencia energética en el sector industrial*. Cuadernos Orkestra. <https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>
- Hernández, C., Sánchez-Huertas, W. y Gómez, V. (2021). Óptima potencia eléctrica en sistemas de energía a través de técnicas de inteligencia artificial. *Revista Tecnura*, 25(69), NA-NA. <https://link.gale.com/apps/doc/A679406798/IFME?u=anon~612fa614&sid=googleScholar&xid=05d5f305>
- Iturralde, L., Monteagudo, J. y Castro, N. (2021). La eficiencia energética y la competitividad empresarial en América del Norte. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000500479&script=sci_arttext&tlng=enociedad, 13(5), 479-489.

- Lai, E., Muir, S. & Erboy Ruff, Y. (2020). Off-grid appliance performance testing: Results and trends for early-stage market development. *Energy Efficiency*, 13(2), 323-347. <https://doi.org/10.1007/s12053-019-09793-z>
- Linares, P. (2018). *La transición energética*. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/35780/IIT-18-155A.pdf?sequence=1>
- Mora, V. y Valencia, D. (2022). La Inteligencia Artificial (IA) al servicio de la eficiencia energética en el Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 600-621. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2665>
- Morales, D. y Cappelletti, M. (2018). *Técnicas subsimbólicas de inteligencia artificial aplicadas a la eficiencia energética*. IV Congreso Argentino de Ingeniería-X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (Córdoba, 19 al 21 de septiembre de 2018). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/121822>
- Nevárez, M. (2020). Redes Inteligentes y Energías Renovables. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(8), 1253-1263. DOI: 10.23857/pc.v5i8.1657
- Parejo, M. (2022). *Desarrollo metodológico para la optimización del coste eléctrico en fábricas de cemento mediante el uso de inteligencia artificial*. <https://hdl.handle.net/11441/130929>
- Ratnam, K., Palanisamy, K. & Yang, G. (2020). Future low-inertia power systems: Requirements, issues, and solutions-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 124, 109773. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109773>
- Recuenco, A. (2020). Inteligencia artificial: Camino a un nuevo esquema del mundo. *SCIÉND0*, 23(4), 299-308. <https://doi.org/10.17268/sciendo.2020.036>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. Alienta Editorial. https://planetadelibrosec0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf
- Ruiz, G., Cardinal-Fernández, P., Castell, C., Fernández, M., García, A. y Rodríguez, Á. (2021). Poder mecánico. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, 21(3), 241- 251. <https://doi.org/10.1016/j.acci.2020.07.003>
- Sandoval, C. (2020). Arquitectura Fractal Reconfigurable-AFR basada en Tecnologías Sostenibles y Energías Renovables. *REC Perspectiva*, 16(8). https://www.researchgate.net/publication/344672793_Arquitectura_Fractal_Reconfigurable_-_AFR_basada_en_Tecnologias_Sostenibles_y_Energias_Renovables

- Segovia, A., Suárez, G., Osio, J., Cappelletti, M. y Rapallini, J. (2019). *Sistema de eficiencia energética escalable*. V Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería (ITE) (La Plata, 2019). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/75319>
- Torres, Y. (2020). La eficiencia energética y el ahorro energético residencial. *South Sustainability*, 1(1), e011-e011. <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-011>
- Zambrano, E. (2021). Las PYMES y la eficiencia energética con la ISO 50001. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(6), 674-694. <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
- Zavalia, R., Jacinto, G., Carrizo, S. y Gil, S. (2021). *Eficiencia energética, una herramienta para mitigar la pobreza y las emisiones*. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/140515/CONICET_Digital_Nro.6c0c7f60-0657-4731-8c0a-8db3eb99bd2c_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Capítulo 7

Elementos de construcción a base de inyección de polímeros orgánicos reciclados

Luis Alejandro Intriago Alcívar

ORCID: 0009-0009-6005-0871
Correo: l.intriago@istlam.edu.ec

Bryan Alexander Meza Alcívar

ORCID: 0009-0007-5644-147X

Frank Andrés Bravo Mendoza

ORCID: 0009-005-3568-0354

Alex Javier Vera Zamora

ORCID: 0000-0001-9738-7413
Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez

Introducción

La industria del plástico en Ecuador ha experimentado un desarrollo notable a lo largo del tiempo, centrándose inicialmente en la producción de envases para alimentos y expandiéndose posteriormente hacia la fabricación de productos de alta calidad y la recolección de polímeros.

A finales de los años noventa, se destacaron proyectos que utilizaron polímeros en la pavimentación de carreteras, marcando un avance significativo en la adopción de tecnologías innovadoras en el país.

El texto también aborda el reciclaje de plásticos, destacando las diferencias entre el reciclaje mecánico y químico, así como las propiedades químicas y mecánicas de los materiales reciclados, tomando en cuenta la versatilidad de los polímeros sintéticos y su importancia en diversas aplicaciones industriales, así como la producción de madera plástica, un producto sostenible que imita las propiedades de la madera natural y se elabora a partir de materiales reciclados.

El moldeo de plástico es un proceso fundamental en la industria para la fabricación de una amplia variedad de productos. Existen varios tipos de procesos de moldeo de plástico, cada uno adaptado a diferentes aplicaciones y necesidades de fabricación.

De estos procesos, el moldeo por inyección destaca como el más versátil, debido a su capacidad para modificar parámetros de diseño y sus capacidades técnicas que permiten el moldeo de diversos tipos de polímeros, como los encontrados en los residuos urbanos de la provincia.

Cada proceso tiene sus propias ventajas y limitaciones, y la elección del adecuado depende de factores como el diseño del producto, el material utilizado, el volumen de producción y los costos. En muchas industrias, se emplean combinaciones de estos procesos para satisfacer las necesidades específicas de fabricación.

Además, es fundamental considerar una serie de parámetros operativos y constructivos al diseñar una máquina inyectora de plástico eficiente. Estos parámetros incluyen el dimensionamiento del tornillo sin fin, la longitud del husillo, el ancho del filete, el número de filetes, la tolerancia del tornillo sin fin con el cañón de la máquina, el diámetro interno del cilindro, las revoluciones del husillo, la potencia del motor eléctrico, la resistencia eléctrica y la presión de inyección. Cada uno de estos factores desempeña un papel crítico en el proceso de moldeo por inyección y debe ser cuidadosamente considerado para lograr una producción eficiente y de alta calidad de productos plásticos.

Al diseñar un molde para el proceso de inyección de plástico, es crucial considerar la contracción del material, especialmente el PET, que experimenta una contracción del 2% al 4%. La introducción de un agente de soplado químico (CBA) puede reducir esta contracción al expandir el gas.

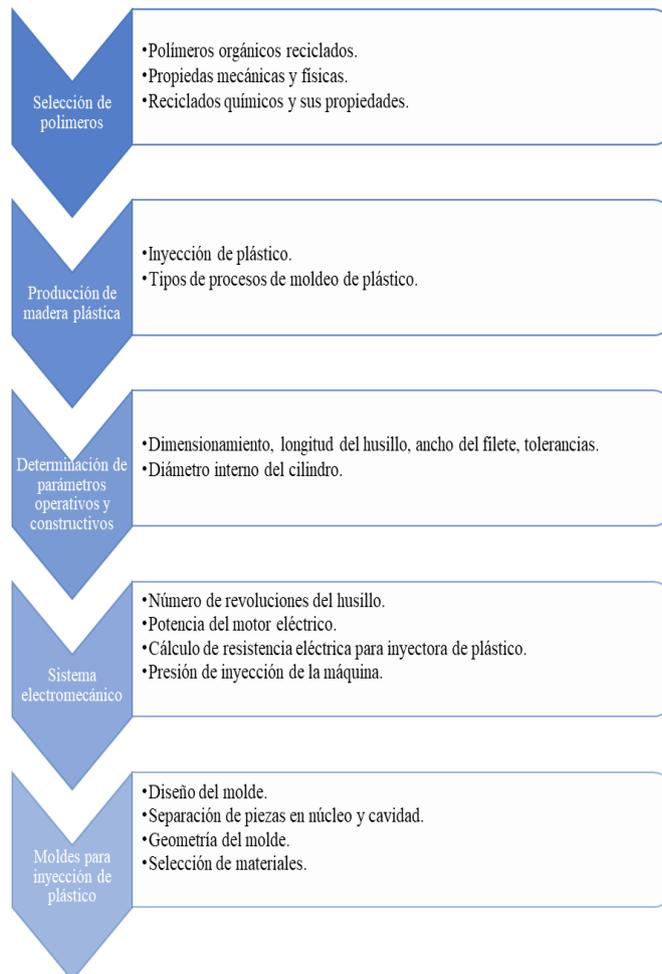
El proceso de diseño del molde implica decidir la dirección de extracción de la pieza, la separación entre el núcleo y la cavidad, y los mecanismos de extracción. La ubicación de la línea de partición debe ser cuidadosamente seleccionada para minimizar las marcas en la pieza final, y la elección del material del molde debe equilibrar la calidad con el costo. Se pueden usar materiales económicos para componentes menos críticos y materiales de alta calidad para áreas en contacto directo con la pieza. La selección del material del molde se basa en criterios como resistencia mecánica, dureza, tenacidad, facilidad de mecanizado, conductividad térmica y costo.

Los componentes del molde, como placas de extracción, núcleo e insertos deben seleccionarse cuidadosamente considerando las cargas a las que estarán expuestos. Además, el diseño del circuito de agua interno para un enfriamiento eficiente es esencial para mantener una temperatura adecuada durante el proceso de inyección. Un análisis

de mérito puede guiar la selección de materiales para garantizar un rendimiento óptimo del molde en términos de durabilidad, eficiencia y calidad del producto final. A continuación, se presenta el organigrama de proceso para la obtención de elementos de construcción a partir de polímeros reciclados.

Figura 1

Organigrama de procesos



Nota. Elaboración propia

2. Polímeros orgánicos reciclados

Durante la Segunda Guerra Mundial, que tuvo lugar entre 1939 y 1945, se observaron notables avances en la aplicación de innovadores polímeros debido a la escasez de materias primas esenciales. Este contexto impulsó un significativo crecimiento y producción industrial tanto de plásticos en general como de resinas de poliéster reforzadas con fibras, destinadas principalmente a fines bélicos. La urgente necesidad

de hallar alternativas a los materiales tradicionales aceleró notablemente el desarrollo tecnológico de los polímeros durante este período histórico (García, 2009).

Sin embargo, tras el cese de las hostilidades, el concepto de progreso y desarrollo industrial en Occidente comenzó a experimentar un declive, y con ello, también se vio afectada la reputación de los plásticos. A medida que avanzamos más allá de las vanguardias artísticas anteriores a esta guerra, entramos en la era de la postmodernidad, caracterizada por la ausencia de un movimiento artístico sólido y uniforme que dictara el panorama escultórico. Esta falta de unidad en la expresión artística se debió a la carencia de un pensamiento fundamental que orientara un movimiento artístico definido (García, 2009).

Hacia finales de los años noventa, Ecuador vivió un acontecimiento significativo con la creación del primer tramo experimental de pavimento. Este proyecto marcó un hito importante en la aplicación de asfaltos mejorados con polímeros, específicamente mediante el uso de polímeros SBS, como lo documenta el estudio realizado por Vila en 1999. Este avance representó un paso importante en la adopción de tecnologías innovadoras en el ámbito de la pavimentación en el país (Vila y Jaramillo, 2018).

Poco después de este logro, se llevó a cabo otro proyecto relevante en la ciudad de Quito, conocido como la Ecovía. En esta ocasión, se optó por la utilización de un tipo diferente de polímero, denominado plastómero, para mejorar los carriles exclusivos de esta vía de transporte. Esta iniciativa, también realizada hacia fines de los años noventa, consolidó aún más el compromiso de Ecuador con el uso de polímeros para mejorar la calidad y durabilidad de sus pavimentos (Vila y Jaramillo, 2018).

Es decir, Ecuador experimentó un avance significativo en la implementación de polímeros en diferentes proyectos. El primer tramo experimental con polímeros SBS y los carriles exclusivos de la Ecovía, construidos en Quito, marcaron el comienzo de una nueva era en la infraestructura vial del país, subrayando el interés por adoptar tecnologías más avanzadas y sostenibles en el campo de la construcción de carreteras.

En Ecuador, la fabricación de plásticos ha experimentado un notable desarrollo con el tiempo. En sus inicios, se enfocaba en producir aproximadamente la mitad de los productos alimentarios, empleando envases de plástico para simplificar su transporte y preservación. Esta contribución a la industria de alimentos resultó crucial para satisfacer las necesidades de envasado y distribución en el país.

Con el transcurso de los años, las empresas del sector plástico en Ecuador han avanzado en sus procesos productivos, obteniendo certificaciones y estándares de calidad reconocidos. Esto les ha permitido convertirse en proveedores confiables para grandes compañías nacionales e incluso expandirse a nivel internacional. Su capacidad para mantener niveles sobresalientes de calidad y eficiencia ha sido esencial para prosperar en un mercado global cada vez más competitivo.

Además de la fabricación de productos de plástico, las empresas ecuatorianas también se involucran en la recolección de polímeros, materias primas esenciales para procesos como extrusión, soplado, termoformado, inyección y roto moldeo. Esta integración en la cadena de suministro ha fortalecido aún más la industria plástica en Ecuador, convirtiéndola en un componente fundamental de los encadenamientos productivos del país.

La distribución geográfica de estas empresas es destacable, con un 38.31% ubicado en la provincia de Guayas, un 40.26% en Pichincha y el restante 21.43% distribuido en otras nueve provincias de Ecuador. Esta diversificación geográfica contribuye a descentralizar la industria y a ampliar su impacto económico en todo el país.

2.1. Propiedades mecánicas de polímeros reciclado

El plástico exhibe propiedades distintivas en comparación con otros materiales, y una de estas diferencias se relaciona con las transformaciones que experimenta debido a procesos térmicos a lo largo de su ciclo de vida. Estos procesos térmicos pueden modificar su estructura molecular, resultando en un aumento en los niveles de ácido carboxílico y acetaldehído.

El reciclaje mecánico, como componente esencial de la gestión de residuos, involucra el tratamiento físico de los materiales plásticos, que incluye etapas como trituración, fusión y moldeo para reformar el material. Durante este proceso, los polímeros pueden ser sometidos a diversas condiciones de reprocesamiento, como variaciones de temperatura o la aplicación de métodos de decapado, los cuales pueden influir en los niveles de contaminantes presentes en el material reciclado (Ortiz, 2022).

Esta alteración en las propiedades del plástico debido a factores térmicos y la implementación de técnicas de reciclaje mecánico son aspectos fundamentales que deben ser considerados en la gestión de residuos y en la búsqueda de una economía más sostenible. Comprender cómo estas variables afectan a los materiales plásticos es

esencial para garantizar la calidad y seguridad de los productos fabricados a partir de material reciclado, así como para reducir al mínimo los impactos ambientales asociados con la producción y disposición de residuos plásticos (Ortiz, 2022).

Tabla 6

Propiedades mecánicas del reciclado

Características	
Peso específico	139gr/cm ³
Resistencia a la tracción/rotura	900kg/cm ²
Resistencia a la flexión	145kg/cm ²
Alargamiento a la rotura	15%
Resistencia al desgaste por roce	Buena

Nota. Características de las propiedades mecánicas de los plásticos. (Elaboración propia)

2.2. Reciclados Químicos

El reciclaje químico abarca una amplia gama de técnicas, destacándose entre ellas el metaanálisis y el glicólisis. Estas metodologías se emplean principalmente en las industrias especializadas en la despolimerización del PET (tereftalato de polietileno), donde se fragmentan sus moléculas y se separan sus componentes originales con el propósito de reutilizar el plástico PET en nuevas aplicaciones. Es esencial destacar que, cuando se logra un alto grado de pureza en este material, se convierte en una opción factible para ser utilizado en el envasado y la conservación de alimentos.

El metaanálisis y el glicólisis representan enfoques específicos dentro del ámbito del reciclaje químico, empleados en la transformación del PET. Durante estos procesos, se descompone el PET en sus unidades moleculares originales, lo que habilita su reutilización en la manufactura de nuevos productos de plástico. La eficacia del reciclaje químico se maximiza cuando el PET reciclado alcanza un nivel de pureza elevado, lo que lo convierte en una opción segura y adecuada para envases de alimentos y su subsiguiente preservación.

Por otro lado, el reciclaje químico abarca diversas técnicas, incluyendo el metaanálisis y el glicólisis, que se aplican en la despolimerización del PET con el fin de separar sus componentes moleculares y permitir la reutilización del plástico. La calidad y pureza del PET reciclado son aspectos críticos, especialmente en el contexto de la

conservación de alimentos, donde se busca garantizar la seguridad y eficacia de los envases de plástico.

Tabla 7

Propiedades químicas

Características	
Resistencia a álcalis baja temperatura	Buena
Resistencia a ácidos baja temperatura	Buena
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad
Propagación de llama	Mantiene la llama
Comportamiento al quemado	Gotea

Nota. Reciclado químico de los plásticos. (Elaboración propia).

Los polímeros sintéticos son materiales ampliamente presentes en diversas industrias y se componen principalmente de monómeros naturales. Ejemplos notables de polímeros sintéticos incluyen materiales como el vidrio, la porcelana, el nailon, el rayón y diversos tipos de adhesivos. Lo distintivo de los polímeros sintéticos es que pueden ser sometidos a modificaciones mediante la incorporación de ciertas sustancias con el propósito de mejorar sus propiedades, tales como flexibilidad, resistencia, dureza y elongación (Cola, 2018).

Estos polímeros sintéticos desempeñan un papel significativo en numerosas aplicaciones industriales debido a sus propiedades personalizables. Por ejemplo, el vidrio sintético se utiliza en la fabricación de ventanas resistentes y duraderas, mientras que el nailon se emplea en la producción de tejidos y materiales que requieren alta resistencia. El rayón, por otro lado, es utilizado en la confección de textiles suaves y sedosos (Cola, 2018).

La versatilidad de los polímeros sintéticos radica en su capacidad de adaptación a través de modificaciones químicas específicas. Estas alteraciones permiten a los fabricantes ajustar las características de los polímeros para satisfacer requisitos particulares en diversas aplicaciones industriales. La posibilidad de personalizar estas propiedades hace que los polímeros sintéticos sean fundamentales en la innovación y el desarrollo de productos en un amplio espectro de industrias (Cola, 2018).

Tabla 3*Características de los polímeros sintéticos*

Características		
Polímeros sintéticos	Monómeros	Usos
Polietileno	Eteno	Bolsa, juguetes
Polipropileno	Propeno	Películas, aislantes eléctricos
Poliestireno	Fenileten	Embalajes, aislante térmico
PTFE (teflón)	tetrafluoreteno	Aislante, antiadherente

Nota. Se demuestra las características de los polímeros sintéticos. (Elaboración propia).

2.3. Producción de madera plástica

La madera plástica, un producto de origen sintético, comparte numerosas características con la madera natural, pero se fabrica mediante el aprovechamiento de materiales reciclados, principalmente plásticos. La materia prima para su producción proviene de residuos industriales que se someten a un proceso de trituración y transformación. Su principal aplicación radica en el revestimiento de áreas expuestas a las inclemencias del clima, y es ampliamente utilizada en entornos como terrazas, muelles, piscinas y zonas de recreación al aire libre (Aguilar y Aguilar, 2022).

Una de las ventajas más notables de la madera plástica es su resistencia tanto a la humedad como a las plagas, lo que la convierte en una elección duradera y amigable con el medio ambiente. Además, su uso contribuye de manera significativa a la disminución de la deforestación al reducir la necesidad de talar árboles para obtener madera. Los compuestos que combinan plástico y madera también se emplean en la fabricación de una amplia variedad de productos, incluyendo tacos para calzado, sillas, bancos, plataformas, pallets y artículos neumáticos, entre otros (Martínez-López et al., 2017).

Es decir, que la madera plástica es un producto sintético que replica las propiedades de la madera natural, pero se elabora a partir de materiales reciclados. Su versatilidad la hace especialmente adecuada para aplicaciones en exteriores, y su capacidad de resistencia a la humedad y las plagas la convierte en una elección respetuosa con el medio ambiente. Además, su uso contribuye a la preservación de los recursos forestales y se extiende a la fabricación de una amplia gama de productos (Aguilar y Aguilar, 2022).

3. Inyección de plástico

La historia de la inyección de plástico es un relato de innovación que ha tenido un profundo impacto en la fabricación moderna. A fines del siglo XIX, el plástico era un material relativamente novedoso, pero su proceso de moldeado era lento y costoso. En 1872, John Wesley Hyatt patentó una máquina de inyección de plástico, un avance clave en la evolución de esta tecnología. Su invención se basó en el concepto de calentar el plástico hasta que se volviera maleable y luego inyectarlo en un molde, lo que permitía la producción en masa de objetos de plástico. Esto revolucionó industrias como la automotriz y la de productos de consumo (Bodini & Cacchi Pessani, 1993).

Sin embargo, la inyección de plástico como la conocemos hoy en día experimentó un salto significativo en la década de 1940 con la creación de la máquina de tornillo de plastificación por James Watson Hendry. Esta innovación permitió un control más preciso de la temperatura y la velocidad de inyección, lo que posibilitó la fabricación de piezas más complejas y de alta calidad. Desde entonces, la inyección de plástico se ha convertido en un pilar de la industria manufacturera, utilizada en una amplia gama de aplicaciones, desde juguetes y envases hasta componentes críticos en la industria aeroespacial y médica (Bodini & Cacchi Pessani, 1993).

La máquina de Hyatt funcionaba calentando el plástico hasta que se volviera maleable y luego inyectando este material fundido en un molde para crear la forma deseada. Este proceso revolucionó la fabricación, ya que antes, los objetos de plástico se moldeaban de manera más lenta y costosa, limitando su uso en numerosas aplicaciones.

A lo largo de las décadas, las máquinas inyectoras de plástico evolucionaron significativamente. En la década de 1940, James Watson Hendry introdujo un avance fundamental al desarrollar la máquina de tornillo de plastificación. Esta innovación permitió un control más preciso de la temperatura y la velocidad de inyección del plástico fundido, lo que resultó en una calidad de fabricación superior y la capacidad de producir piezas más complejas (Rosato et al., 2000).

Con el tiempo, las máquinas inyectoras de plástico se volvieron más automatizadas y sofisticadas. La incorporación de controles electrónicos y sistemas de automatización avanzados permitió una mayor precisión en la producción y una reducción en los desechos. Esto hizo que la inyección de plástico fuera una técnica esencial en una amplia gama de industrias, desde la automotriz y la electrónica hasta la médica y la aeroespacial.

Hoy en día, las máquinas inyectoras de plástico continúan siendo un pilar de la fabricación moderna. Han impulsado la producción eficiente y rentable de una inmensa variedad de productos de plástico, desde envases hasta componentes de alta tecnología. Su historia es un testimonio del poder de la innovación en la industria manufacturera y cómo esta tecnología ha influido en la vida cotidiana y en la economía global.

3.1. Tipos de procesos de moldeo de plástico

El moldeo de plástico es un proceso ampliamente utilizado en la industria para fabricar una variedad de productos de plástico. Hay varios tipos de procesos de moldeo de plástico, cada uno de los cuales se adapta a diferentes aplicaciones y requisitos de fabricación. A continuación, se describen algunos de los tipos más comunes de procesos de moldeo de plástico:

Moldeo por inyección (Injection Molding): Este es uno de los procesos de moldeo de plástico más comunes. Implica la inyección de material plástico fundido en un molde con una cavidad específica. Después de que el plástico se enfría y solidifica en el molde, se retira la pieza moldeada. Se utiliza para producir una amplia variedad de productos, desde piezas automotrices hasta juguetes y envases.

Moldeo por soplado (Blow Molding): Este proceso se utiliza principalmente para fabricar productos huecos, como botellas y envases. El plástico se calienta y se infla en un molde mediante aire comprimido, adoptando la forma del molde a medida que se enfría.

Moldeo por extrusión (Extrusion Molding): En este proceso, un material plástico fundido se forza a través de una matriz con una forma específica, similar a una boquilla, para crear productos con secciones transversales continuas, como perfiles, tubos y láminas.

Moldeo por compresión (Compression Molding): Este método se utiliza para productos de gran tamaño y formas complicadas. El plástico se coloca en un molde caliente y se aplica presión para que se adapte a la forma del molde mientras se enfría y solidifica.

Moldeo por transferencia (Transfer Molding): Similar al moldeo por compresión, pero en este caso, el plástico fundido se transfiere a través de un canal desde una cavidad de alimentación hasta el molde, donde se produce la solidificación.

Moldeo por inyección de gas (Gas Assist Injection Molding): Este proceso combina la inyección de plástico fundido con la inyección de gas a alta presión. Ayuda a reducir la densidad del producto y mejorar la calidad superficial.

Moldeo por rotación (Rotational Molding): Utilizado principalmente para la fabricación de productos de pared delgada y grandes, como tanques de agua y kayaks. El polvo de plástico se coloca en un molde y se gira en dos o tres ejes mientras se calienta, permitiendo que el plástico se adhiera a las paredes del molde.

Moldeo por termoformado (Thermoforming): Se utiliza para fabricar productos planos o tridimensionales a partir de láminas de plástico calentadas y moldeadas en un molde mediante vacío o presión positiva (Bodini & Cacchi Pessani, 1993; Páramo et al., 2019; Rosato et al., 2000).

Dentro de los procesos mencionados el moldeo por inyección se presenta como el proceso más factible, debido a la versatilidad de modificación de parámetros de diseño y capacidades técnicas que generarían las condiciones adecuadas para el moldeo de los diversos tipos de polímeros encontrados en los residuos urbanos de la provincia.

Cada tipo de proceso de moldeo de plástico tiene sus propias ventajas y limitaciones, y la elección del proceso adecuado depende de factores como el diseño del producto, el material utilizado, el volumen de producción y el costo. En la industria, es común utilizar una combinación de estos procesos para satisfacer las necesidades específicas de fabricación.

Las máquinas de moldeo por inyección se caracterizan por su capacidad de disparo. Un disparo representa el volumen máximo de material fundido que se inyecta en el molde. Normalmente, equivale a aproximadamente el 30 al 70% del volumen real disponible en el plastificador. Esta diferencia se relaciona principalmente con el comportamiento del material plástico fundido y proporciona un margen de seguridad para cumplir con diversas condiciones de llenado del molde. La capacidad de tamaño de disparo se puede expresar en términos del peso máximo que se puede inyectar en una o más cavidades del molde, generalmente citado en onzas o gramos de poliestireno de uso general (GPPS). Dado que los plásticos tienen diferentes densidades, una mejor manera de expresar el tamaño del disparo es en términos del volumen de material fundido que se puede inyectar en el molde a una presión específica. La velocidad de inyección del disparo está relacionada con la velocidad de la IMM y también con la capacidad de

control del proceso para ciclar el material fundido en la cavidad o cavidades del molde (rápido-lento-rápido, lento-rápido, etc.),(N. Turner et al., 2014).

La presión de inyección en el cilindro puede variar desde 2,000 hasta al menos 30,000 psi (14 a 205 MPa). Las características del plástico que se está procesando determinan qué presión se requiere en el molde para obtener productos de calidad. Dada una presión de cavidad requerida, la presión en el cilindro debe ser lo suficientemente alta como para cumplir con las restricciones de flujo de presión desde el plastificador hacia la cavidad o cavidades del molde.

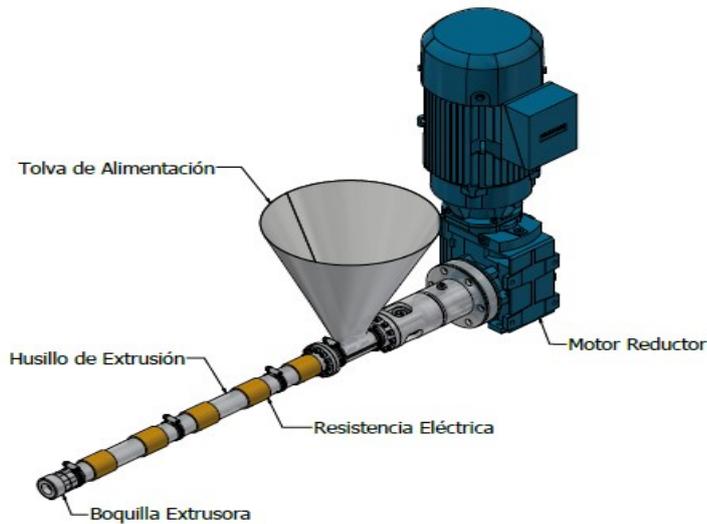
La fuerza de sujeción en las mitades del molde requerida en la IMM también depende del tipo de plástico que se está procesando. Se requiere una fuerza de sujeción especificada para retener la presión en la cavidad o cavidades del molde. También depende del área transversal de cualquier material fundido ubicado en la línea de separación del molde, incluyendo cualquier cavidad y canal de molde que esté ubicado en la línea de separación. (Si existe un canal de material fundido caliente TP dentro de la mitad del molde, su área transversal no se incluye en el área de la línea de separación). Al multiplicar la presión requerida en el material fundido y el área transversal del material fundido, se determina la fuerza de sujeción necesaria. Para proporcionar un margen de seguridad, se debe agregar un 10 al 20%.

Una vez revisada las prestaciones de los diferentes procesos de inyección y extrusión de polímero se determina al proceso de extrusión e inyección como los más adecuados para el fin de la investigación.

Se presenta un diagrama básico de un equipo de extrusión de polímeros para el cual se presentará la metodología de diseño y caracterización.

Figura 2

Sistema de extrusión de polímeros



Nota. Elaboración propia.

3.2. Determinación de parámetros operativos y constructivos de la inyectora de plásticos

La eficacia y la calidad del proceso de moldeo por inyección dependen en gran medida de una serie de parámetros operativos y constructivos. Estos parámetros son esenciales para controlar factores como la temperatura, la presión y el tiempo de ciclo, que a su vez influyen en la formación de las piezas de plástico.

A continuación, se detalla la metodología para el dimensionamiento de la máquina inyectora de plástico establecidos por la bibliografía

Dimensionamiento de tornillo sin fin

La siguiente ecuación se utiliza en el diseño de tornillos sin fin para calcular el diámetro necesario del tornillo en función del ángulo del hilo y otros requisitos del sistema en el que se utilizará el tornillo. Al ajustar el ángulo del hilo y otros parámetros, se pueden diseñar tornillos sin fin que cumplan con ciertas especificaciones y requisitos de rendimiento.

Para usos más pragmáticos existen normas especializadas en el desarrollo de procesos como el de inyección de plástico que nos brindan la facilidad de establecer medidas estándar para el husillo de la inyectora de plástico. Una de estas normas es la NTE INEN – ISO 294-1. Norma derivada de la norma ISO 294-1:2017, que establece diseños y procedimientos para los procesos de inyección de polímeros.

Longitud de husillo de inyección de polímeros

La longitud del husillo en una máquina inyectora de plástico desempeña un papel crítico en el proceso de moldeo por inyección, donde se convierte el material plástico en piezas moldeadas. El husillo es una parte esencial de la unidad de inyección y tiene la responsabilidad de transportar, fundir y finalmente inyectar el material plástico en el molde. La longitud adecuada del husillo es fundamental para garantizar un proceso eficiente y de alta calidad.

El cálculo de la longitud del husillo implica considerar múltiples factores, como el tipo de plástico a procesar, la capacidad de inyección requerida, la velocidad del ciclo y el diseño del molde. Una longitud de husillo incorrecta puede afectar la homogeneización del material fundido, la presión de inyección y la calidad de las piezas producidas.

La ecuación para establecer la longitud total está definida por la relación $L/D = 22.1$ como se expresa en las normas.

$$L_{total} = 22.1 * D$$

Ancho del filete

El ancho del filete en un husillo de una máquina inyectora de plástico es un parámetro de diseño crítico que juega un papel fundamental en la eficiencia y la calidad del proceso de moldeo por inyección. Su importancia radica en varios aspectos clave:

Homogeneidad del Material Fundido: El ancho del filete influye en la mezcla y la homogeneización del material plástico durante el proceso de fusión. Un filete adecuadamente diseñado garantiza que el material se funda de manera uniforme, lo que es esencial para producir piezas plásticas consistentes y libres de defectos.

Presión de Inyección: El ancho del filete afecta directamente la presión de inyección requerida para llenar el molde correctamente. Un filete demasiado estrecho puede aumentar la presión requerida, lo que puede ser ineficiente y generar tensiones innecesarias en la máquina. Por otro lado, un filete demasiado ancho puede requerir una presión de inyección menor, pero puede afectar la calidad de la pieza.

Control del Flujo: El control preciso del flujo del material fundido es esencial para evitar defectos como marcas de flujo y llenado inadecuado del molde. El ancho del filete

se relaciona directamente con la capacidad de controlar el flujo de manera efectiva y evitar problemas de llenado.

Tiempo de Ciclo: Un ancho de filete inadecuado puede afectar el tiempo de ciclo total de la máquina. Si el filete es demasiado ancho, puede requerir más tiempo de enfriamiento, lo que prolonga el ciclo de producción. Esto puede tener un impacto significativo en la eficiencia y la capacidad de producción de la máquina.

Calidad de las Piezas: Finalmente, el ancho del filete tiene un impacto directo en la calidad de las piezas producidas. Un filete bien diseñado garantiza que las piezas sean precisas, libres de defectos y cumplan con las especificaciones requeridas.

Donde:

$$e = 0.12 * D$$

Número de filetes

El número de filetes es directamente proporcional a el ancho de filete y la longitud total del Husillo, Infiriendo en el correcto desarrollo de la inyección de plástico y la correcta fabricación de esta.

$$\#f = \frac{L_{total}}{D}$$

Donde:

$$\#f = \text{Número de filetes}$$

Tolerancia del tornillo sin fin con el cañón de la máquina

En resumen, la tolerancia del husillo y las paredes de la máquina inyectora de plástico son críticas para garantizar un proceso de moldeo por inyección eficiente y de alta calidad. Un ajuste adecuado permite el sellado adecuado, la mezcla homogénea del material, el control de la presión y el flujo, y evita la degradación del material. Además, contribuye a la durabilidad y el mantenimiento adecuado de la máquina, lo que es esencial para una operación continua y rentable en la fabricación de piezas de plástico.

$$\delta = 0.002 * D$$

Donde:

$$\delta = \text{Tolerancia del tornillo}$$

Diámetro interno del cilindro

El diámetro interno del cilindro en una extrusora de plástico es esencial para lograr un proceso de extrusión eficiente y producir productos de alta calidad. Su ajuste adecuado influye en el flujo de material, la presión de extrusión, la homogeneidad del material fundido y otros factores clave que afectan la producción y la calidad de las piezas extruidas. Por lo tanto, su importancia radica en garantizar un rendimiento óptimo y la rentabilidad en la fabricación de productos plásticos.

$$D_i = D + 2 * \delta$$

Donde:

$$D_i = \text{Diámetro interno del cilindro}$$

$$\delta = \text{Tolerancia}$$

Número de revoluciones del husillo de la máquina inyectora de plástico

Las RPM del husillo en una máquina inyectora de plástico son fundamentales para controlar el proceso de moldeo por inyección y garantizar la calidad de las piezas producidas. Se deben seleccionar y ajustar cuidadosamente para cada aplicación, teniendo en cuenta varios factores que intervienen, como el tipo de plástico, el diseño del husillo y las dimensiones del molde. El control preciso de las RPM es esencial para lograr un proceso de moldeo por inyección eficiente y piezas de alta calidad.

Dentro de los parámetros a considerar son tipos de plástico, diseño del husillo, tamaño del molde y pieza, tolerancias del sistema y requerimientos de calidad.

Para la determinación de las revoluciones se determina mediante el cálculo de la velocidad de cizalla del polímero y utilizando la siguiente ecuación:

$$\gamma_1 = \frac{\pi * D * \eta}{h_2}$$

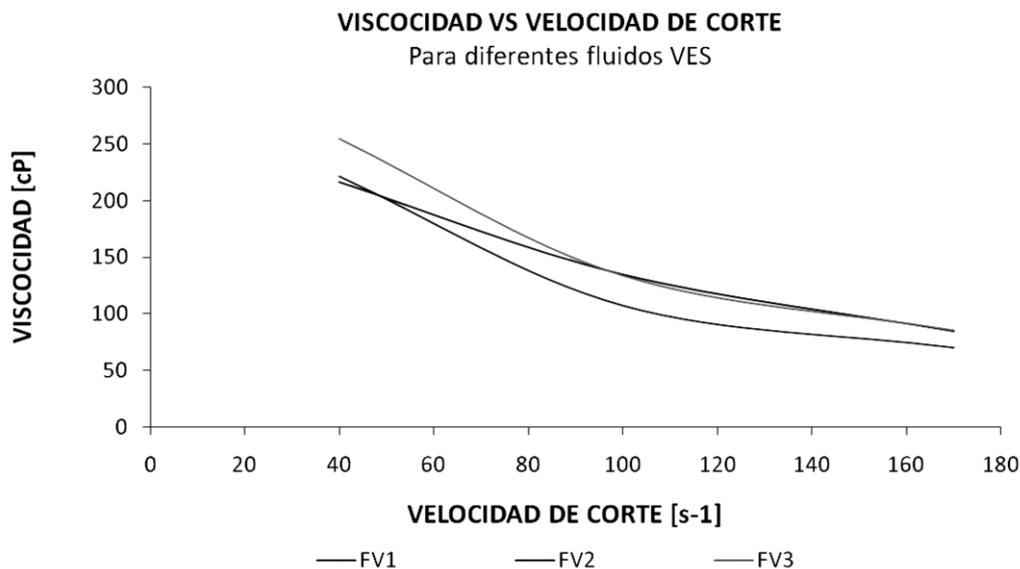
Donde:

$$\gamma_1 = \text{Velocidad de cizalla}$$

$$h_2 = \text{Altura de filete en la zona de dosificación}$$

Figura 3

Gráfico velocidades de cizalla en función a viscosidad del fluido



Nota. Cárdenas et al. (2011)

Potencia del motor eléctrico para el sistema mecánico de la inyectora de plástico

La selección adecuada de la potencia del motor en una extrusora de plástico es esencial para garantizar la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad. Un motor sobredimensionado o subdimensionado puede resultar en problemas de rendimiento, costos operativos más altos y riesgos para la seguridad. Por lo tanto, es crucial realizar un análisis cuidadoso de los requisitos de potencia en función de las necesidades específicas de la aplicación.

Dentro de los factores en los cuales influye directamente la selección de la potencia del motor esta la eficiencia energética del sistema, evitar sobrecalentamiento, reducir los mantenimientos, calidad del producto, costos totales.

Para dicha selección se tomará en cuenta la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\eta * \pi * D^3}{k^2}$$

Donde:

P = Potencia del motor

k = Factor de proporcionalidad (Savgorodny, 1973) = 66.7

Cálculo de resistencia eléctrica para inyectora de plástico

La selección adecuada de las resistencias eléctricas en una inyectora de plástico es esencial para garantizar un proceso de moldeo por inyección eficiente, seguro y de alta calidad. Contribuye a la precisión del control de temperatura, la eficiencia energética, la durabilidad de los componentes y la consistencia en la producción. La elección de resistencias adecuadas es un factor crítico para el éxito en la fabricación de piezas plásticas.

Dentro de los factores afectados por la mala selección de la resistencia eléctrica tenemos el control preciso de la temperatura, evitar problemas de calidad con el material inyectado, eficiencia energética, cumplimiento de especificaciones, etc.

La ecuación necesitada para la selección de la resistencia eléctrica es:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde:

R = Resistencia eléctrica

ρ = Resistividad del material

A = Sección transversal

Presión de inyección de la máquina

La presión de inyección en una máquina inyectora de plástico es un parámetro crítico que desempeña un papel fundamental en el proceso de moldeo por inyección. Su importancia radica en varios aspectos clave:

Llenado del Molde: La presión de inyección es esencial para forzar el material plástico derretido dentro del molde de manera rápida y completa. Un control preciso de la presión garantiza que el molde se llene de manera uniforme, evitando defectos como burbujas de aire o áreas mal llenas.

Calidad de las Piezas: La presión de inyección influye directamente en la calidad de las piezas moldeadas. Una presión inadecuada puede resultar en defectos superficiales, marcas de flujo y deformaciones. Un control adecuado de la presión es esencial para obtener piezas de alta calidad.

Evitar Contracción: La presión de inyección también ayuda a contrarrestar la contracción del material plástico a medida que se enfría en el molde. Un control

adecuado minimiza la contracción y ayuda a mantener las dimensiones precisas de las piezas.

Homogeneidad del Material: La presión de inyección contribuye a la mezcla y la homogeneización del material plástico fundido, lo que es esencial para garantizar que el material sea uniforme en términos de temperatura y composición.

Tiempo de Ciclo: La presión de inyección adecuada puede influir en el tiempo de ciclo total de la máquina. Un llenado más rápido puede reducir los tiempos de ciclo, lo que es importante para la eficiencia y la productividad.

Control de Proceso: Un control preciso de la presión de inyección permite ajustar el proceso para adaptarse a diferentes materiales plásticos y requisitos de pieza, lo que aumenta la versatilidad de la máquina.

Prevención de Defectos: Una presión de inyección adecuada contribuye a prevenir defectos como la formación de líneas de soldadura, que son áreas donde se encuentran dos corrientes de material durante el llenado del molde.

Minimización de Desperdicio: Un control adecuado de la presión ayuda a minimizar el desperdicio de material plástico y reduce los costos de producción (Páramo et al., 2019).

En resumen, la presión de inyección en una máquina inyectora de plástico es esencial para garantizar un proceso de moldeo por inyección eficiente y producir piezas de alta calidad de manera consistente. Su control adecuado influye en el llenado del molde, la calidad de las piezas, la homogeneidad del material y otros aspectos clave del proceso de fabricación. Por lo tanto, es un factor crítico en la producción de componentes plásticos exitosos.

$$P_{max} = \frac{6 * \pi * D * L * \eta * \mu}{\tan(\alpha) * h_2}$$

Donde:

L = Longitud total del tornillo

P_{max} = Presión máxima de operación

h_2 = Altura de filete en zona de dosificación del tornillo

α = Ángulo de filete

μ = Viscosidad específica

Moldes para inyección de plástico

El proceso de moldeo por inyección es esencial en la fabricación de piezas de polímero, siendo utilizado en diversas industrias (Wu et al., 2018). La apariencia y características de las piezas dependen de la materia prima, el diseño del molde y las variables de procesamiento (Barbosa et al., 2018). Este método permite una producción rápida y precisa de componentes complejos a bajo costo. Para mejorar la calidad y reducir costos, los diseñadores utilizan modelos de elementos finitos (FEM) y software especializado como Moldflow, Moldex, HSCAE y Z-mold. Sin embargo, estos programas no son adecuados para piezas con tiras o refuerzos delgados debido a su baja precisión (Wang, Huang, Shen & Zhao, 2016).

El moldeo por inyección de espuma es una variante de moldeo por inyección que utiliza un agente de soplado químico (CBA) para introducir poros en las piezas fabricadas, esto reduce la densidad y el peso de las piezas, eliminando las marcas de contracción (Barbosa et al., 2018). Este proceso utiliza el equipo convencional de moldeo por inyección y no aumenta los costos de producción. Se aplica en industrias como aislamiento, filtrado y embalaje, así como en la extrusión de componentes (Tábi et al., 2022). Estudios han demostrado que la temperatura del molde influye en las propiedades mecánicas y en el acabado superficial, y la adición de CBA reduce el peso de las piezas manteniendo buenas propiedades mecánicas (Mogharbel et al., 2023). El estudio de Bociaga (2013) analizó cómo los parámetros de moldeo por inyección y la adición de CBA afectan las propiedades en las piezas de polietileno de alta densidad (HDPE). Los parámetros incluyeron velocidad de inyección, temperatura del molde y temperatura de inyección, que influyeron en el tiempo de inyección, mantenimiento y enfriamiento. Se evaluaron propiedades como peso, densidad, brillo, color, resistencia a la tracción y alargamiento con carga máxima. Se encontró que la temperatura del molde afecta principalmente las propiedades mecánicas y el brillo, y un 2% de CBA reduce el peso manteniendo buenas propiedades. Con un 4% de CBA, la reducción de peso es mayor, pero se pierde resistencia y rigidez.

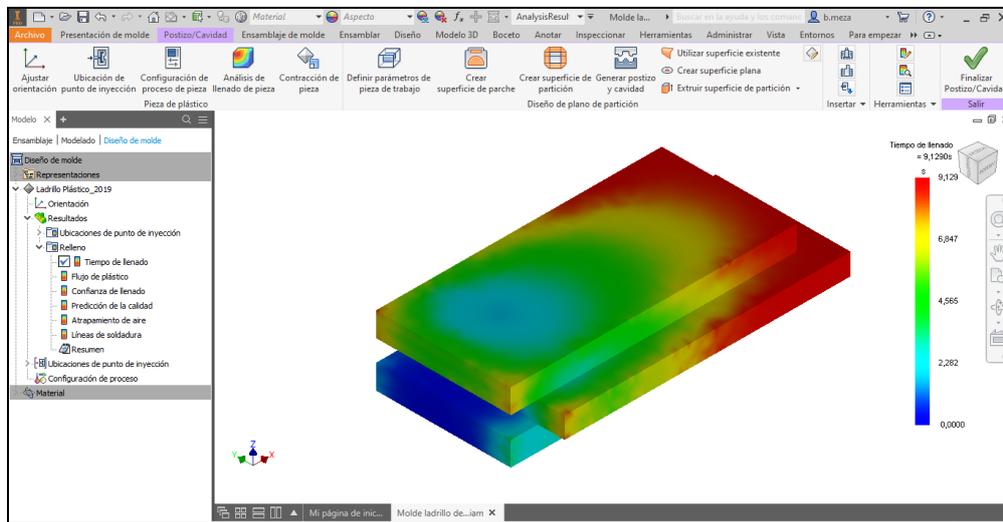
Diseño del molde

Al diseñar el molde, es esencial tener en cuenta diversos aspectos. En primer lugar, se debe considerar la contracción de la pieza. El PET suele experimentar una contracción que varía entre el 2% y el 4% (Bociaga et al., 2009). Sin embargo, con la inyección de un

agente de soplado químico (CBA), la contracción tiende a disminuir debido a la expansión del gas (Barbosa et al., 2018).

Figura 4

Diseño de elemento de construcción a base de polímeros (bloque)



Nota. Elaboración propia

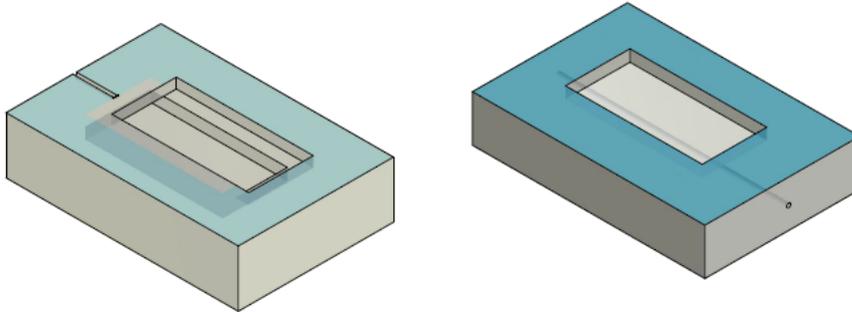
El diseño de un molde comienza con la recepción de la pieza a fabricar en formato 3D. En este punto, el diseñador debe decidir la dirección de extracción de la pieza, la separación del núcleo y la cavidad, y los mecanismos de extracción. En este proyecto, se prevé el tipo de máquina de inyección, los materiales para los componentes del molde, los cilindros hidráulicos a utilizar, los circuitos de aire requeridos y el número de boquillas de inyección con sistema de compuerta de válvula. En este caso particular, es crucial extraer la pieza simultáneamente con la apertura del molde.

Separación de piezas en núcleo y cavidad

La ubicación de la línea de partición debe ser cuidadosamente seleccionada para definir que zonas son moldeadas por el núcleo y la cavidad. Por lo general, el núcleo se encuentra en el lado móvil de la máquina de inyección (lado de extracción) y la cavidad en el lado fijo (lado de inyección). El área de partición siempre deja una línea visible en la pieza (línea de partición). Por lo tanto, si la pieza tiene requisitos estéticos, siempre que sea posible, esta línea debe estar en regiones donde la pieza no sea visible. También es necesario elegir una partición entre el núcleo y la cavidad que permita una mecánica de molde simple.

Figura 5

Elaboración de matriz de bloque



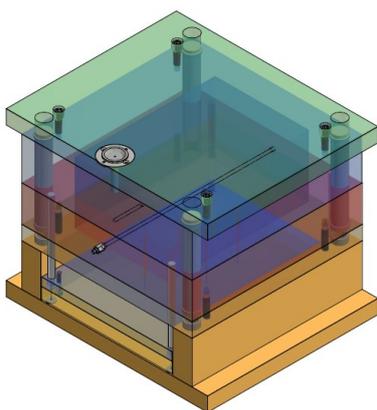
Nota. Elaboración propia

Geometría del molde

La figura adjunta muestra el núcleo y la cavidad del molde. El molde consta de un marco para el núcleo y un marco para la cavidad, y las zonas de grabado se encuentran en insertos o componentes del propio sistema de extracción (movimientos hidráulicos, movimientos de extracción y elevadores). El molde se alimenta mediante un sistema de inyección de compuerta de válvula.

Figura 6

Matriz de elemento de construcción



Nota. Elaboración propia

Selección de materiales

Los moldes de inyección de plástico son herramientas sometidas a cargas pesadas durante largos periodos de tiempo. Para que estas herramientas cumplan con las

garantías esperadas, es fundamental seleccionar cuidadosamente sus materiales, buscando siempre la mejor relación posible entre calidad y coste. Los componentes del molde no necesariamente deben estar fabricados con el mismo material. En consecuencia, se puede utilizar un material más económico en componentes menos críticos, como la estructura del molde, y aplicar un material de mayor calidad con mejores propiedades en las áreas que están en contacto con la pieza. A menudo, el material más económico también es más fácil y rápido de producir mediante fresado. En ocasiones, debido a cuestiones de tiempo de ciclo, es necesario considerar materiales como las aleaciones de cobre-berilio (CuBe), que tienen un excelente rendimiento en conductividad térmica, aunque son extremadamente costosas. La selección de materiales para el molde debe realizarse teniendo en cuenta la resistencia mecánica, dureza, tenacidad, facilidad de mecanizado, conductividad térmica y coste.

Los materiales para los componentes del molde se seleccionaron mediante un enfoque de índice de mérito. Los materiales evaluados fueron los siguientes: aceros 1.1730, 1.2312, 1.2738 y 1.2738HH (DIN EN ISO 4957), y aleaciones A18 y A83 de CuBe (DIN 17672). La placa de extracción es un componente que no está sometido a cargas elevadas, aunque requiere cierta resistencia mecánica. Por lo tanto, es necesario prestar más atención a su coste y facilidad de mecanizado, ya que esto tiene implicaciones directas en el coste total del molde. El análisis de mérito condujo a la selección del acero 1.2738. Para los insertos del núcleo, se deben considerar tanto las tensiones causadas por la presión de inyección como la conductividad térmica para un enfriamiento más rápido. Dado que el inserto es una parte de dimensiones considerables, es más fácil diseñar un circuito de agua eficiente en su interior, lo que mejora el enfriamiento sin necesidad de utilizar aleaciones de CuBe. De manera similar, el análisis de mérito sugirió el acero 1.2738. Las placas de eyección, desde el lado de la cavidad, presentan la dificultad de conformar nervaduras con un grosor considerable, lo que requiere una mayor tasa de extracción de calor. También es necesario tener en cuenta la dureza del material, ya que este es un componente del sistema de extracción y, en cada ciclo, deslizará con otros materiales del molde, lo que podría causar fallas o desgaste. Por lo tanto, se debe prestar atención a su conductividad térmica, dureza y resistencia. Dadas estas exigencias, se seleccionó la aleación de CuBe A83 (Barbosa et al., 2018).

Conclusiones

Este capítulo destaca la relevancia del proceso de inyección de plástico en la industria ecuatoriana, con un enfoque particular en el reciclaje y la sostenibilidad. El moldeo por inyección se ha consolidado como una técnica versátil y eficiente para la producción masiva de productos plásticos de alta calidad, ofreciendo además la flexibilidad necesaria para adaptarse a las necesidades específicas del sector industrial.

En el ámbito del reciclaje, el proceso de inyección de plástico juega un papel crucial, especialmente en la provincia y el país. Ecuador, con su creciente enfoque en la sostenibilidad, ha comenzado a ver en la inyección de plástico una herramienta esencial para transformar residuos plásticos en nuevos productos útiles. Esta técnica permite reincorporar plásticos reciclados en la cadena de producción, reduciendo así la cantidad de desechos que terminan en vertederos y contribuyendo a la economía circular.

Las aplicaciones del moldeo por inyección en el reciclaje son variadas y de gran impacto. Desde la producción de envases reutilizables hasta la creación de componentes industriales y artículos de consumo, esta tecnología ofrece una solución práctica y efectiva para aprovechar los polímeros reciclados. Además, al utilizar materiales reciclados en el proceso de inyección, se disminuyen los costos de producción y se promueve un uso más eficiente de los recursos naturales.

El enfoque en la inyección de plásticos reciclados no solo beneficia al medio ambiente al reducir la huella de carbono y la contaminación, sino que también impulsa el desarrollo económico local. Empresas en Ecuador que adoptan esta tecnología pueden acceder a nuevos mercados y satisfacer la demanda de productos sostenibles, posicionándose como líderes en innovación dentro del sector.

Referencias

- Aguilar, G. y Aguilar, G. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la fabricación y comercialización de escritorios ecológicos fácil de ensamblar elaborados con madera plástica* [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/15797>
- Barbosa, R., Campilho, R., & Silva, F. (2018). Injection mold design for a plastic component with blowing agent. *Cience direct*, 17, 774-782.

- Bociąga, E., Palutkiewicz, P. & Wawrzyniak, J. (2009). *Investigations of sink marks of foam polypropylene injection moulded parts*. Paper presented at the PPS Europe/Africa Regional Meeting, Larnaca.
- Bodini, G. y Cacchi Pessani, F. (1993). *Moldes y máquinas de inyección para la transformación de plásticos* (Segunda). McGRAW-HILL.
- Cárdenas, J. López, O. y Pinto, K. (2011). Estudio reológico de los fluidos viscoelásticos surfactantes utilizados en operaciones de fracturamiento hidráulico. *Fuentes, el reventón energético*, 9(1).
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/view/2416>
- Cola Torres, M. (2018). *Evaluación teórica de la implementación de bloques prefabricados de ciclovías en base a material plástico reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor]. <http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/6805>
- García, S., (2009). Los polímeros en la época de difusión de estilos artísticos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 21,27-35.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=513551277002>
- Martínez-López, Y., García-González, M., Fernández-Concepción, R. R., Álvarez-Lazo, D. & Martínez-Rodríguez, E. (2017). Proceso de transformación de la materia prima para tableros de madera plástica. *Ingeniería Industrial*, 38(3), 235-246.
- Mogharbel, R., Almahri, A., Alaysuy, O., Alzahrani, S., Alorabi, A., Al-Qahtani, S. & El-Metwaly, N. (2023). *Preparation of photochromic solution blow spun polycarbonate nanofibers from recycled plastic for optical anticounterfeiting*.
- Turner, B., Strong, R. & A. Gold, S. (2014). A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling. *Rapid Prototyping Journal*, 20(3), 192-204. <https://doi.org/10.1108/RPJ-01-2013-0012>
- Ortiz, E. (2022). *Reciclabilidad, normativa vigente de los polímeros polipropileno y poliestireno reciclados posconsumo y migración química de sus componentes, para su uso potencial en aplicaciones de envasado de alimentos* [Tesis de posgrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185444>
- Páramo, J., Reveles, J., Mora, H. & Gómez, E. (2019). Análisis de un proceso de inyección de plástico por interacción fluido estructural y cambio de estado. *Acta Universitaria*, 29, 1-18. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2150>
- Rosato, D., Rosato, D. & Rosato, M. (2000). *Injection molding handbook* (Tercera). Springer Science+Business Media, LLC.

- Tábi, T., Ageyeva, T. & Kovács, J. G. J. M. T. C. (2022). *The influence of nucleating agents, plasticizers, and molding conditions on the properties of injection molded PLA products.*
- Vila, R. y Jaramillo, J. (2018). Incidencia del empleo de polímeros como modificadores del asfalto1. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2),315-326. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69559233025>
- Wang, C., Huang, M., Shen, C. & Zhao, Z. (2016). Warpage prediction of the injection-molded strip-like plastic parts. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 24(5), 665-670.
- Wu, H., Zhao, G., Wang, G., Zhang, W., Li, Y. & Design. (2018). A new core-back foam injection molding method with chemical blowing agents. *Materials & Design* 144, 331-342.

CAPÍTULO 8

La realidad aumentada aplicada a la supervisión y mantenimiento industrial

Grace Estefanía Muñoz Macías

ORCID: 0000-0001-8613-6977

Correo: g.munoz@istlam.edu.ec

Instituto Superior Universitario Luis Arboleda Martínez

Byron Mauricio Álvarez Brito

ORCID: 0009-0004-9669-7291

Instituto Superior Universitario Luis Arboleda Martínez

Fabian Fernando Mera Macías

ORCID: 0000-0002-5076-0628

Instituto Superior Universitario Luis Arboleda Martínez

Klever Vinicio Tiupul Urquizo

ORCID: 0000-0003-0193-8925

Instituto Superior Universitario Luis Arboleda Martínez

Introducción

En la actualidad, el área de ingeniería se encuentra en un proceso de digitalización industrial como parte de la implementación de la denominada Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0. Dentro de este contexto, la Realidad Aumentada (RA) emerge como una tecnología clave que comunica de forma interactiva el mundo real con el digital.

La aplicación de la RA en los procesos de supervisión y mantenimiento mejora la eficiencia, productividad, calidad y seguridad en la industria, permitiendo tener acceso inmediato a la información necesaria, relevante y en tiempo real para el proceso de monitorización, mantenimiento y reparación de los equipos industriales. Smith y Johnson (2020) describen cómo la tecnología de RA se ha utilizado para capacitar a técnicos en la identificación y solución de problemas en sistemas industriales complejos, lo que ha llevado a una reducción significativa en los tiempos de inactividad y a un aumento en la eficiencia operativa, esto ayuda a mejorar la toma de decisiones y

los procedimientos de trabajo, lo que aumentará la eficiencia en el control, en las operaciones y en la seguridad en las maniobras.

Considerando que la RA no es invasiva y no sustituye a la realidad como tal, al contrario, la complementa y la nutre de información digital obtenida del entorno operativo en el que se aplica, como el caso de García y Pérez (2019) que presentan un marco de implementación de Realidad Aumentada para el mantenimiento de redes eléctricas. El artículo se basa en la necesidad de optimizar la supervisión y el mantenimiento de sistemas eléctricos críticos. La investigación muestra cómo la RA puede mejorar la identificación de fallos y la eficacia de las reparaciones, cumpliendo con los estándares de seguridad eléctrica y reduciendo riesgos para los técnicos.

La industria enfrenta desafíos inherentes en la supervisión y mantenimiento industrial, como la complejidad de los equipos, la necesidad de intervenciones oportunas y la capacitación continua del personal. Estos retos han impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras que puedan abordar las demandas crecientes de precisión y eficiencia. En este contexto, la hipótesis que sustenta este estudio se centra en la idea de que la aplicación de la realidad aumentada en la supervisión y mantenimiento en la industria puede ofrecer mejoras sustanciales en términos de diagnóstico de problemas, toma de decisiones y capacitación de personal. Es necesario explorar cómo la realidad aumentada ha sido aplicada en situaciones prácticas, cuáles han sido sus impactos y cuál es el potencial futuro de esta tecnología en el ámbito industrial.

El propósito de este estudio es analizar la aplicación de la realidad aumentada en la supervisión y mantenimiento industrial, se han considerado varias fuentes y metodologías. A través de la exploración de casos de estudio y análisis de artículos académicos de los últimos cinco años, asegurando una cobertura amplia y actualizada de los desarrollos en RA aplicada a la industria. Se busca esclarecer las ventajas y desafíos de esta tecnología y proporcionar una comprensión sólida de su potencial para revolucionar la industria. Los objetivos específicos incluyen analizar las aplicaciones actuales de la RA en la industria, evaluar los beneficios y desafíos asociados con la implementación de esta tecnología y proyectar posibles direcciones futuras en la convergencia de la realidad aumentada y la supervisión de equipos en la industria.

Además, se ha realizado un análisis comparativo de diferentes implementaciones de RA en industrias diversas, evaluando los beneficios y desafíos reportados en cada caso.

Por ejemplo, Gonzalez et al. (2024) proporcionan un estudio detallado de la implementación de RA en la industria automotriz, en el ámbito de la ingeniería de diseño, donde la realidad aumentada se ha adoptado en múltiples sectores, incluyendo la automoción, la fabricación de aeronaves y la electrónica. Debido a su utilidad en tareas como el ensamblaje, mantenimiento e inspección, esta tecnología ha visto un incremento en su popularidad. Mientras que Bottani y Vignali (2019) exploran su uso en la industria manufacturera, se están desarrollando un número creciente de aplicaciones basadas en soluciones de RA para fines industriales.

1. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que combina elementos del mundo real con elementos generados por computadora para enriquecer la percepción del usuario. A través de dispositivos como gafas inteligentes o aplicaciones móviles, la RA superpone información digital, como gráficos, videos o datos en tiempo real, en el entorno físico del usuario. Esto permite la interacción en tiempo real entre el mundo físico y el virtual, mejorando diversas aplicaciones, desde la educación y la atención médica hasta el entretenimiento y el mantenimiento industrial (Smith, 2020). Incluyendo la arquitectura, la navegación, la capacitación técnica, supervisión y mantenimiento industrial, con el propósito de enriquecer la percepción y proporcionar información contextual (Gómez, 2019).

La Realidad Aumentada se puede experimentar empleando un ordenador, una tablet, un smartphone o una consola de videojuegos. De estos dispositivos se destaca el uso de la cámara, de la pantalla y del microprocesador con la suficiente capacidad para soportar un programa de realidad aumentada (Grassi, 2021, p.15).

Además de los elementos de hardware y software mencionados, son necesarios elementos activadores de realidad aumentada, estos elementos pueden ser marcadores, imágenes, objetos, códigos QR o puntos geolocalizados (Padua, 2023).

1.1. Industria 4.0

La Industria 4.0, también conocida como la Cuarta Revolución Industrial, representa una transformación fundamental en la forma en que se conciben y ejecutan los procesos de producción y fabricación. En la Industria 4.0, la convergencia de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la

automatización avanzada permite la creación de fábricas inteligentes y sistemas de producción altamente eficientes. Estos sistemas pueden operar de manera autónoma, comunicarse entre sí y tomar decisiones en tiempo real basadas en datos, lo que conduce a mejoras significativas en la eficiencia, la calidad y la personalización de la producción (Baur et al., 2019).

El principal propósito de la industria 4.0 se centra en consolidar los objetos inteligentes, productos autónomos, y procesos de toma de decisión usando nuevas tecnologías como la computación en la nube mediante la convergencia de hardware y software (Ortiz et al., 2018).

1.2. Gemelo digital

Un gemelo digital es una representación dinámica virtual de un sistema físico, que es conectado a él durante todo el ciclo de vida para el intercambio de datos bidireccional (Trauer et al., 2020).

Este modelo se alimenta de datos suministrados por sensores IoT conectados a los objetos físicos, para replicar y simular su conducta virtualmente. La información obtenida es procesada a través de tecnologías como el machine learning para simular el comportamiento que presentaría un objeto al integrar nuevas funcionalidades o sufrir modificaciones en su diseño.

Es importante aclarar que un gemelo digital no es lo mismo que un programa de simulación: mientras este último estudia elementos en particular, un gemelo digital opera a mayor escala como cadenas logísticas o procesos industriales gracias a que genera todo un entorno virtual (Telefónica Tech, 2022).

1.3. La nueva era de las Experiencia Cliente (CX) inmersivas

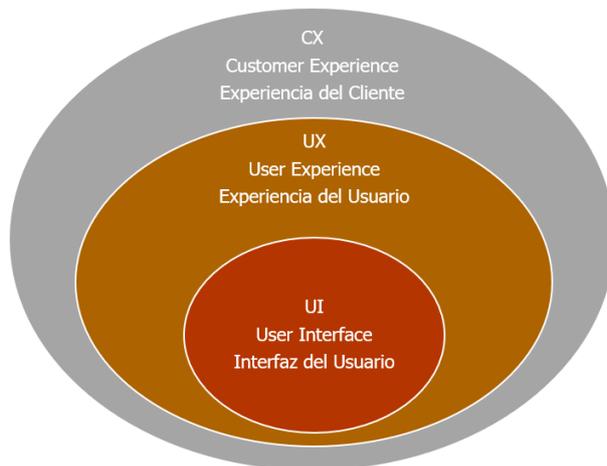
El término (experiencia del cliente) CX representa la interactividad entre un cliente y un servicio/producto que proporciona valores sensoriales, emocionales, cognitivos, conductuales y relacionales al cliente; su objetivo final es construir una experiencia holística (Lee et al., 2018).

La UX (Experiencia del usuario) es la experiencia que los usuarios tienen con los sistemas de una empresa, mientras que la UI (Interfaz de usuario), se asegura de que la interfaz de estos sistemas brinde una excelente experiencia. La *Digital Customer*

Experience se centra en los procesos tanto de front-end (el diseño que ve el público) como de back-end (la programación detrás de estos procesos) (Del Prado, 2021).

Figura 2

Relación entre CX/UX/UI



Nota. Cuando hablamos de dispositivos IoT, se refiere a la interconexión de objetos a internet o entre sí. Se puede referir desde un smartphone hasta un auto, electrodoméstico, reloj, televisor, entre otros; con el diseño web los usuarios podrán interactuar con los contenidos de una forma más original, creativa e inmersiva.

Fuente: Domínguez (2019). Elaboración Propia.

1.4. Diferencia entre realidad aumentada y realidad virtual

La Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV) son dos tecnologías inmersivas que comparten el objetivo de ofrecer experiencias digitales envolventes, pero se diferencian en cómo interactúan con el entorno del usuario.

La RA combina elementos del mundo real con objetos virtuales o información generada por computadora. Los usuarios de RA ven el mundo real a través de un dispositivo, como un teléfono inteligente o unas gafas, y los elementos digitales se superponen a su vista. Esto permite a los usuarios interactuar con objetos virtuales mientras aún están conscientes de su entorno real. Por ejemplo, aplicaciones de RA pueden mostrar información adicional sobre objetos físicos, como etiquetas de productos en una tienda.

Por otro lado, la RV sumerge completamente al usuario en un entorno digital. Los usuarios de RV utilizan dispositivos como auriculares o cascos que bloquean por completo su vista del mundo real y los transportan a un mundo virtual. En la RV, los

usuarios pueden interactuar con un entorno completamente simulado y a menudo pueden moverse y explorar este entorno virtual (Azcárate et al., 2017).

1.5. El funcionamiento de la realidad aumentada en la industria

Un sistema de RA, no se considera nada complejo, el cual está compuesto de dispositivos de interfaz, herramientas informáticas de adquisición, comunicación y administración de datos. Primero se necesita un dispositivo de interfaz de visualización e interacción donde pueda correr el aplicativo del sistema, el mismo que debe tener conectividad, es decir acceso a la red de datos y contar un medio de adquisición de imagen, como una cámara digital, en seguida se requiere un modo de detención o reconocimiento del escenario, entonces interviene la plataforma del sistema informático digital, para el desarrollo, diseño, adquisición e integración de datos y por último el interfaz del usuario o aplicativo RA.

Figura 2

Elementos y funcionamiento de la Realidad Aumentada



Nota. La figura muestra cada uno de los elementos que componen un sistema de realidad aumentada y su funcionamiento.

Fuente: Autoría propia (2023)

Dispositivos Hardware Interfaz: En el ámbito de la RA, existen diversos dispositivos y tecnologías que se utilizan para el reconocimiento de escenarios. Estos dispositivos son herramientas que permiten identificar y rastrear el entorno físico para superponer

elementos virtuales de manera coherente. Algunos de los dispositivos comunes utilizados para el reconocimiento de escenarios en la RA son Smartphones y Tabletas los que están equipados con cámaras y sensores, Gafas RV y Visión artificial como *HoloLens de Microsoft o Google Glass* (Billinghurst y Duenser, 2021).

Modo de detección: Markers Tracking o Fimark, reconoce una situación mediante etiquetas, patrones, Tag o QR, otra de las formas de reconocimiento es mediante imágenes 2D o fotografía, realizando una detección rápida y fácil sin fallas, también otro método de identificación es la georeferenciación o geolocalización el dispositivo inteligente dotado de GPS utiliza la información de las coordenadas dadas como: latitud, longitud y altura para activar la RA (Wilches y Figueroa, 2019).

Plataforma de Desarrollo: Una plataforma de desarrollo de realidad aumentada (RA) es un conjunto de herramientas, software, recursos y servicios que permiten a los desarrolladores crear aplicaciones y experiencias de RA. Existen en el medio SDK (Kit de desarrollo de software) y plataformas de desarrollo de RA, como Unity 3D, ARKit/ARCore, Vuforia Studio, Windows Mixed Reality de Microsoft, EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor, estas plataformas proporcionan herramientas y recursos para crear experiencias de RA en una variedad de aplicaciones industriales (Schneider, 2018).

Diseño de Contenido de RA: Es la construcción de realidades digitales y elementos virtuales para enriquecer la realidad física (Billinghurst et al., 2015). Entre los softwares más conocidos para creación de contenido virtual 3D podremos nombrar: Blender, Autodesk Maya y 3Ds Max, Cinema 4D, Gravity Sketch.

Adquisición e Integración de Datos en Tiempo Real: Es una funcionalidad que permite la integración de datos en tiempo real de la información digital de los sistemas industriales, como señales de sensores, lectura de dispositivos IoT, estado de los equipos, bitácoras de mantenimiento y datos de diagnóstico e inteligencia artificial, para la integración y administración de estas bases de datos se utilizan herramientas como; Node-Red, Influx DB, Sql Server, EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor Runtime (Harris, 2018).

Interfaz del Usuario - Aplicativo: La interfaz del usuario en la RA es el conjunto de elementos visuales, controles y elementos interactivos que permiten a los usuarios interactuar con la información digital superpuesta en el mundo real (Pérez et al., 2021).

Entre los aplicativos más podemos citar a: EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor App, Vuforia View (de PTC), Scope AR, DAQRI Worksense, RealWear HMT-1.

2. Supervisión y Mantenimiento Industrial

La supervisión y el mantenimiento industrial son pilares fundamentales en el funcionamiento eficiente y seguro de cualquier instalación industrial en la actualidad. En un entorno empresarial cada vez más competitivo y globalizado, la importancia de mantener los equipos y sistemas en óptimas condiciones se ha vuelto crítica para garantizar la continuidad de las operaciones, la calidad del producto y la seguridad de los trabajadores.

La supervisión industrial implica la monitorización constante de los procesos y sistemas en tiempo real. Esta actividad permite detectar desviaciones, identificar posibles problemas y tomar medidas correctivas de manera proactiva. Por otro lado, el mantenimiento industrial abarca una amplia gama de actividades destinadas a preservar, reparar y mejorar los activos industriales, desde maquinaria pesada hasta sistemas eléctricos complejos.

La adopción de tecnologías avanzadas ha revolucionado la forma en que se lleva a cabo la supervisión y el mantenimiento industrial en la actualidad. La incorporación de la Internet de las cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA) y la Realidad Aumentada (RA) ha permitido una mayor eficiencia y precisión en estas áreas críticas. La recopilación de datos en tiempo real, el análisis predictivo y la toma de decisiones basada en datos se han convertido en prácticas comunes en las operaciones industriales modernas.

2.1. Implementación de la realidad aumentada en la arquitectura de automatización industrial

La automatización industrial se ha convertido en un pilar fundamental en la optimización de procesos, la mejora de la eficiencia y la garantía de la calidad en la producción. En el corazón de este campo se encuentra la arquitectura de sistemas de automatización industrial, una estructura organizativa que divide las funciones y componentes esenciales en tres niveles o capas interconectadas. Estos niveles, que abarcan desde los dispositivos físicos en el campo hasta las poderosas aplicaciones de análisis de datos, trabajan en conjunto para supervisar, controlar y mejorar las operaciones industriales.

Los tres niveles o capas fundamentales de la arquitectura de un sistema de automatización industrial son: Dispositivos conectados, Sistemas de Supervisión y Control y Sistema de Análisis de Datos, Servicios y Apps, los cuales detallamos a continuación:

Dispositivos conectados: En esta capa encontramos elementos que reportan información en los sistemas de automatización, como son los sensores, transductores, instrumentos IoT, sensores inteligentes, registradores multiparámetros en línea y actuadores, todos estos conectados en la red.

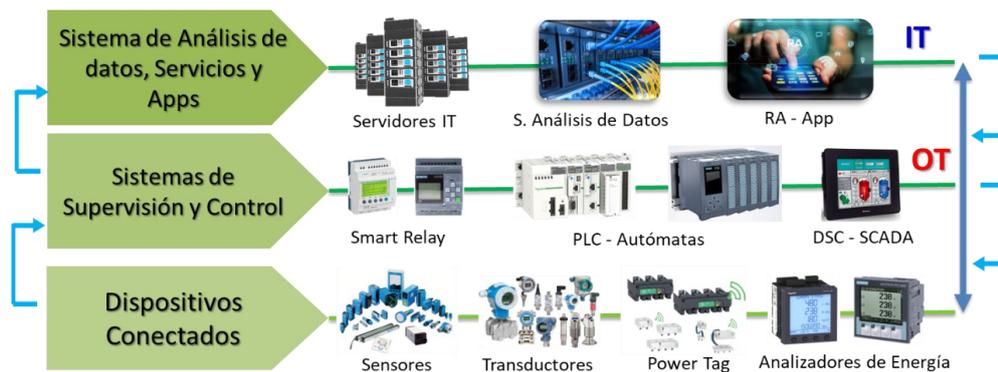
Sistemas de Supervisión y Control: Este nivel alberga los sistemas que interactúan con los dispositivos del primer nivel, en lo que encontramos los dispositivos de lógica programada como PLC's, Autómatas, o sistemas de control distribuido (DSC), HMI's (human-machine interface), sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y IoT Box, que monitorean y gestionan las operaciones en tiempo real.

Sistema de Análisis de Datos, Servicios y Apps: En este nivel se procesa y almacena la información recopilada de los niveles anteriores, esta última capa se conforma de aplicaciones que administran gran portafolio de servicios, como la analítica, monitorización y visualización de datos en tiempo real (Dashboard), el servicio de administración de redes, servicios en la nube, inteligencia artificial, también es donde se ejecutan aplicaciones de gestión de producción, mantenimiento predictivo y análisis de datos para tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia en la industria, es aquí donde se aloja el servidor de realidad aumentada.

Este servidor de RA permite hacer la convergencia entre el mundo de la tecnología de la operación (OT) con el mundo de tecnología de la información (IT), desde los dispositivos conectados se genera información que es recolectada y tabulada por los sistemas de supervisión y control, esta información es almacenada y analizada en el sistema de análisis de datos, servicios y apps, donde el sistema de RA se alimenta y ejecuta, devolviendo información a través de la interfaz del usuario, por medio de una red inalámbrica que puede ser de tipo industrial o comercial como la 4G. El resultado es una integración de la RA en la arquitectura convencional de los sistemas de automatización eléctrica industrial (Schneider, 2018).

Figura 3

Arquitectura de un Sistema de Automatización Industrial



Nota. La figura describe la estructura convencional de un sistema de automatización industrial y la integración de la Realidad Aumentada en la misma.

Fuente: Autoría propia (2023)

2.2. Aplicaciones de la realidad aumentada en la industria

Formación de Operadores y Técnicos: Utilización de la RA para proporcionar capacitación a operadores y técnicos industriales mediante simulaciones interactivas y visualización de información relevante en tiempo real (Kopp et al., 2017).

Supervisión, Control y Monitoreo: Visualización de datos en tiempo real a través de dispositivos de RA para permitir a los operadores monitorear y controlar procesos industriales críticos (Wu y Zhou, 2018).

Asistencia en Mantenimiento y Reparación: Utilización de gafas de RA que proporcionan a los técnicos acceso a manuales de servicio y guías de reparación en tiempo real mientras trabajan en máquinas y equipos industriales (Billinghurst et al., 2015).

Diagnóstico de Elementos Eléctricos y Electrónicos: Utilización de cascos de RA para diagnosticar fallos y problemas en componentes eléctricos y electrónicos, proporcionando información visual y datos en tiempo real para el análisis (Qian et al., 2018).

Mapeo en Armarios Extensos: Utilización de la RA para el mapeo y la visualización de sistemas eléctricos y electrónicos en armarios extensos, facilitando la identificación de componentes y conexiones (Zhang et al., 2016).

Diseño y Prototipado de Productos: En el proceso de diseño industrial, la RA se utiliza para visualizar prototipos virtuales en el mundo real. Los diseñadores pueden interactuar con modelos tridimensionales y hacer ajustes en tiempo real, lo que acelera

el desarrollo de productos y reduce los costos de prototipado físico (Billinghurst y Duenser, 2021).

Control de Calidad e Inspección Visual: La RA se utiliza para inspeccionar piezas y componentes de manera más eficiente. Los inspectores pueden ver superpuestas especificaciones de calidad, identificar defectos y registrar datos de inspección en tiempo real. Esto garantiza una mayor precisión en el control de calidad (Azcárate et al., 2017).

Prevención de Riesgos Laborales: Aplicación de la RA para prevenir riesgos laborales al proporcionar a los trabajadores información visual sobre zonas peligrosas y prácticas seguras en tiempo real (Cacace et al., 2018).

Ubicación y Georreferenciación: Utilización de la Realidad Aumentada para la ubicación y la georreferenciación precisa de componentes y equipos en entornos industriales, mejorando la eficiencia en la navegación (Ribeiro et al., 2018).

3. Desafíos y futuro de la realidad aumentada en la supervisión y mantenimiento industrial

Los beneficios que trae esta tecnología son muchos, como reducir tiempos de formación, como se ha documentado en investigaciones previas (Meldrum et al., 2018). La RA facilita la capacitación más rápida y efectiva de técnicos y operadores, con acceso inmediato, ya que proporciona simulaciones interactivas y visualizaciones en tiempo real. Esto se traduce en una reducción significativa de los tiempos de formación y una mayor eficiencia en la incorporación de nuevos trabajadores.

Así mismo el facilitar tareas de mantenimiento complejas, los hallazgos respaldados por Kopp, Botsch y Scholl (2017) indican que la RA simplifica las tareas de mantenimiento al proporcionar visualizaciones detalladas y en tiempo real de los sistemas y procesos industriales. Esto permite a los técnicos identificar problemas de manera más rápida y llevar a cabo reparaciones precisas, reduciendo el tiempo de inactividad de las máquinas. Otro beneficio importante es el acceso inmediato a información, ya que ofrece un acceso instantáneo a información relevante, como manuales, especificaciones técnicas, diagramas eléctricos y datos de diagnóstico (Wilches y Figueroa, 2019). Esto mejora la eficiencia al eliminar la necesidad de buscar información en documentos físicos y garantiza que los técnicos tengan los datos necesarios en el momento preciso.

Un beneficio sumamente importante es la disminución de riesgos y accidentes laborales en la supervisión y mantenimiento de la industria. Investigaciones anteriores (Cacace et al., 2018) han demostrado que la RA contribuye significativamente a la prevención de riesgos laborales al proporcionar advertencias visuales en tiempo real sobre zonas peligrosas, procedimientos seguros y señales de alerta. Esto conlleva una disminución de accidentes laborales y una mejora en la seguridad laboral.

A pesar de sus ventajas, la implementación exitosa de la RA en la supervisión y mantenimiento también enfrenta desafíos. Estos incluyen la inversión inicial en hardware y software, la integración en los sistemas de automatización existentes, la integración end-to-end en la implementación desde cero, la necesidad de capacitación de personal y la adaptación de procesos existentes. Sin embargo, se espera que con avances tecnológicos continuos y la disminución de costos, estos obstáculos se reduzcan.

El futuro de la RA en la industria es prometedor. Se prevé una mayor integración de la RA con la Internet de las cosas (IoT), Big Data, BIM, y la Inteligencia Artificial (IA), lo que permitirá una supervisión y mantenimiento aún más inteligente y automatizado. Además, la creciente cantidad de investigaciones en este campo promete una evolución constante de las aplicaciones de la RA en la industria.

En consonancia con investigaciones previas en el campo de la RA aplicada a la supervisión y mantenimiento de equipos y sistemas en la industria, nuestros hallazgos respaldan y amplían los resultados documentados por otros autores.

Coincidiendo con los hallazgos de Chen y Wang (2018) esta investigación confirma que la RA acelera significativamente el proceso de capacitación en comparación con los métodos tradicionales. Los resultados sugieren que la RA es una herramienta efectiva para la formación de técnicos y operadores en entornos industriales. A diferencia de algunas investigaciones anteriores que se centraron principalmente en la eficiencia operativa, nuestra investigación profundiza en la importancia de la RA en la supervisión y mantenimiento industrial, siguiendo la línea de investigación de Cacace et al. (2018). Destacamos cómo la RA proporciona advertencias visuales en tiempo real sobre zonas peligrosas y procedimientos seguros, lo que conduce a una disminución significativa de los accidentes laborales. Nuestra investigación también mira hacia el futuro y subraya el potencial de la RA en la integración con la Internet de las cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), alineándose con las tendencias emergentes discutidas por varios autores

(por ejemplo, Smith & Johnson, 2020). Esto indica que la RA tiene el potencial de evolucionar hacia un papel aún más integral en la industria.

Nuestros hallazgos convergen con investigaciones previas al respaldar las ventajas de la RA en la industria, mientras que también aportan una perspectiva única sobre la supervisión, mantenimiento y prevención en riesgo eléctrico y las tendencias futuras. Esto contribuye al enriquecimiento del cuerpo de conocimiento existente en este campo y destaca el valor continuo de la RA en la industria.

Conclusiones

En el marco de esta investigación sobre la aplicación de la RA en la supervisión y mantenimiento industrial, se ha logrado alcanzar los objetivos propuestos y obtener valiosas perspectivas sobre esta tecnología emergente.

Se ha realizado un análisis exhaustivo de las aplicaciones actuales de la RA en la industria eléctrica. Verificando grandes hallazgos de Billingham y Duenser (2021) que revelan que la RA se ha consolidado como una herramienta valiosa en la capacitación de personal, la supervisión en tiempo real y el mantenimiento de sistemas eléctricos, destacando que esta herramienta no es invasiva. Ejemplos notables incluyen la capacitación eficiente de técnicos mediante simulaciones interactivas, la visualización de datos en tiempo real para la toma de decisiones y la simplificación de tareas de mantenimiento complejas a través de representaciones visuales detalladas. La evaluación de los beneficios y desafíos asociados con la implementación de la RA en la industria ha destacado que los beneficios superan con creces los desafíos. Entre los beneficios más significativos se encuentran la reducción de tiempos de formación, la facilitación de tareas de mantenimiento, el acceso inmediato a información crítica y la disminución de riesgos laborales. Sin embargo, Se reconoce que la inversión inicial, la integración del sistema, la capacitación del personal y la adaptación de procesos existentes son desafíos que deben abordarse.

Mirando hacia el futuro, se proyecta una convergencia cada vez más estrecha de la RA y la supervisión y mantenimiento en la industria. Esta investigación respalda la idea de que la RA evolucionará hacia una herramienta aún más integral, aprovechando la Internet de las cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA). Se espera que esto dé lugar a un mayor nivel de automatización, una supervisión más inteligente y la mejora continua de la eficiencia y la seguridad en la industria.

En resumen, esta investigación pretende arrojar luz sobre el potencial significativo de la RA en la industria. Las aplicaciones actuales han demostrado que la RA puede impulsar la eficiencia, la seguridad y la capacitación. A pesar de los desafíos, los beneficios son innegables, y la tecnología tiene un futuro prometedor a medida que se integra más profundamente en la supervisión y mantenimiento. Estamos ansiosos por presenciar cómo evoluciona esta convergencia en los años venideros.

Referencias

- Azcárate, P., Juanes, J. y Juanes-Méndez, J. (2017). *Realidad Aumentada y Realidad Virtual: Fundamentos, desarrollos y tendencias*. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(3), e172. <https://doi.org/10.3989/redc.2017.3.1412>
- Baur, T., Wee, D. & Woerner, S. L. (2019). The Internet of Things: What Is It and How Will It Affect Business? *McKinsey Quarterly*,(2), 6-15.
- Billinghurst, M. & Duenser, A. (2021). Augmented reality in the wild. *In Proceedings of the 2st IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 227-236.
- Billinghurst, M., Clark, A. & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. <https://doi.org/10.1561/1100000049>
- Cacace, J., De Luca, A., Tedesco, A., D'Ambrosio, A. & Muzzupappa, M. (2018). Virtual Reality and Augmented Reality for the Industry 4.0: A Review of the Literature. *Procedia Manufacturing*, 22, 963-970. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.135>
- Chen, Q. & Wang, L. (2018). Augmented Reality-Based Training for Electrical Equipment Maintenance Personnel. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 47, 289-304. <https://doi.org/10.3390/su132212646>.
- Del Prado, J. (2021). *(CX) Experiencia de Cliente vs (UX) Experiencia de Usuario*. UXABLES. <http://www.uxables.com/disenio-ux-ui/cx-experiencia-de-cliente-vs-ux-experiencia-de-usuario/>
- Domínguez, I. (2019). *La condición aumentada: prácticas artísticas entre los períodos web 2.0 y 3.0* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/11116>

- García, M. & Pérez, A. (2019). Enhancing Electrical Grid Maintenance with Augmented Reality: A Framework for Implementation. *IEEE Transactions on Power Systems*, 34, 456-469. <https://doi.org/10.3390/act12070302>.
- Gómez, A. (2019). Realidad Aumentada: Integración de lo digital en el mundo real. *Revista de Tecnología Avanzada*, 7(2), 45-56.
- Grassi, M. (2021). *El modelo taxonómico de la Realidad Intervenida y su aplicación en las disciplinas proyectuales* [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires]. http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/aaqtesis/index/assoc/HWA_5686.dir/5686.PDF
- Harris, R. (2018). *Augmented Reality in iOS: Building Apps with ARKit*. Apress.
- Kopp, S., Botsch, M. & Scholl, I. (2017). Augmented reality as a tool for assembly tasks: Development and evaluation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(11), 1653-1660. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2346314>
- Lee, H., Ka-hyun Lee, K. & Choi, J. (2018). A Structural Model for Unity of Experience: Connecting User Experience, Customer Experience, and Brand Experience. *Journal of Usability Studies*, 14(1), 8-34. <https://uxpajournal.org/wpcontent/uploads/sites/8/pd>
- Meldrum, D., Dunwell, I. & Holland, C. (2018). Improving the Retention of Electrical Safety Knowledge Using Augmented Reality. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 343-352. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2862752>
- Ortiz, L., Fernández, J., Cadavid, S. y Gallego, C. (2018). Computación en la Nube: Estudio de herramientas orientadas a la Industria 4.0. *Lámpsakos*, 20, 68-75. <https://doi.org/https://doi.org/10.21501/21454086.2560>
- Padua, M. (3 de agosto de 2023). Realidad aumentada: ¿Qué es, cómo se utiliza y cuáles son sus aplicaciones? *IT Masters*. <https://www.itmastersmag.com/noticias-analisis/realidad-aumentada-que-es-como-se-utiliza-y-cuales-son-sus-aplicaciones/>
- Pérez, S., Robles, B. y Osuna, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/download/644/426>

- Qian, H., Bai, Y., Huang, W. & Wan, D. (2018). A Real-Time Diagnostic System of Power Grid Based on Augmented Reality. *Complexity*.
<https://doi.org/10.1155/2018/9154574>
- Ribeiro, Á., Morgado, E., Rodrigues, P. & Rodrigues, J. (2018). Combining NFC and Augmented Reality for Collaborative Industrial Applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(7), 2885-2893.
<https://doi.org/10.1109/TII.2018.2823123>
- Schneider, E. (20 de septiembre de 2018). *Transformación Digital*.
<https://blogspanol.se.com/transformacion-digital/2018/09/20/impulsar-la-transformacion-digital-con-realidad-aumentada/>
- Smith, J. (2020). *Realidad Aumentada: Conceptos y aplicaciones*. Editorial ABC.
- Smith, J. y Johnson, R. (2020). Augmented Reality in Electrical Equipment Maintenance: A Case Study in the Power Industry. *International Journal of Electrical Engineering*, 42, 123-138.
- Trauer, J., Schweigert-Recksiek, S., Engel, C., Spreitzer, K. & Zimmermann, M. (2020). What is a Digital Twin? – definitions and insights from an industrial case study in technical product development. *Proceedings of the Design Society DESIGN Conference*, 1, 757-766. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/dsd.2020.15>
- Wilches, D. y Figueroa, P. (2019). Visualización de información urbana georeferenciada por medio de Realidad Aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 93-118. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>
- Wu, H. & Zhou, S. (2018). Augmented reality in industry: Status and outlook. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 13(3), 325-339. <https://doi.org/10.1007/s11465-018-0507-8>
- Zhang, Y., Zheng, Y., Zheng, L. & Xie, X. (2016). 3D Scene Reconstruction and Indoor Mapping for Augmented Reality Using RGB-D Camera. *Sensors*, 16(3), 1-24.
<https://doi.org/10.3390/s16030354>

CAPÍTULO 9

Gestión del mantenimiento y su aplicación en la Industria

José Elí Saltos Zambrano

ORCID: 0000-0003-4695-6502

Correo: j.saltos@istlam.edu.ec

Gissella Mariel García Loor

ORCID: 0009-0003-4614-4694

Luis Segundo Villacreses Villacreses

ORCID: 0009-0000-0740-1323

Johnny Antonio Abambari Vera

ORCID: 0000-0002-1895-3139

Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, en condición de Universitario

Introducción

La gestión del mantenimiento juega un papel crucial en la eficiencia operativa de una empresa. Según Siles (2019) “La gestión del mantenimiento es considerada como la disciplina que se encarga de garantizar el correcto funcionamiento y la conservación de los activos físicos de una empresa o industria”. En este sentido, el objetivo principal de la gestión del mantenimiento es maximizar o aumentar la disponibilidad de los equipos, minimizar o reducir los tiempos de inactividad y prolongar la vida útil de los activos.

En la industria, la gestión del mantenimiento juega un papel fundamental para asegurar la continuidad de la producción y sobre todo para garantizar la calidad de los productos finales. Es decir, esto implica llevar a cabo actividades como la planificación y programación de las tareas de mantenimiento, la gestión de los recursos necesarios y el seguimiento de los indicadores clave de rendimiento.

Se puede mencionar también, que la gestión del mantenimiento también se encarga de implementar estrategias preventivas y predictivas para evitar fallos inesperados en los equipos. Quiroz y Suárez (2023) mencionan: “Esto implica llevar a cabo inspecciones periódicas, mantenimiento preventivo y utilizar técnicas de monitoreo y diagnóstico avanzado”. Es decir, la gestión del mantenimiento es esencial para asegurar la operatividad y la eficiencia de los activos físicos en la industria. Su correcta aplicación

permite reducir los costos de mantenimiento, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los productos.

1. Importancia de la gestión del mantenimiento en la Industria

La gestión de mantenimiento es un elemento fundamental para el desarrollo de cualquier tipo de industria, su importancia radica en la prevención de fallos en las maquinaria y equipo que pueden llegar a verse reflejados en altos costos para las empresas. Según Minero y Romero (2014) “La gestión engloba las etapas de planificación, organización, supervisión y control de todas las actividades y tareas relacionadas a garantizar un buen funcionamiento de las máquinas, por lo tanto, involucra al personal operativo encargados de dichas máquinas y a los integrantes del área de mantenimiento de la entidad”. En este sentido, para que se desarrolle una buena gestión de mantenimiento, es necesario el compromiso y responsabilidad de los actores del proceso, es decir, de los miembros de la organización involucrados de manera directa e indirecta con la operación de la maquinaria y equipo. Karim et al. (2018) plantean que el funcionamiento de un equipo origina un desgaste, que en el tiempo produce efectos en su operatividad ocasionando interrupciones al proceso productivo, desde el incumplimiento de compromisos adquiridos o escasez, inclusive hasta perjuicios legales. Es decir, funcionamiento de los equipos es una garantía para las exigencias de producción y depende, principalmente, de un adecuado sistema de mantenimiento.

De igual manera, se necesita una adecuada asignación de recursos económicos que permita ejecutar los mantenimientos programados en las máquinas y así evitar que lleguen a una avería y se generen paradas en la producción, ya que esto implica pérdidas económicas y retrasos en las entregas de los productos o servicios, dependiendo del tipo de industria.

Evaluar el estado de la gestión del mantenimiento en industrias presenta varios desafíos. Según Diaz, Castillo y Villar (2017):

Las tres principales limitaciones para estimar el estado de la gestión de mantenimiento en industrias de producción o de servicios son: primero, la necesidad de la realización de auditorías in situ; segundo, aunque tiene elementos de control sobre la seguridad, los mismos son limitados para estos

tipos de planta, donde este control pasa a tomar un carácter de interés principal; y tercero, no presupone la toma de decisiones para la implementación de estrategias referidas a sistemas de mantenimiento propios de estas plantas como son el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM y el Mantenimiento Productivo Total TPM.

En este sentido, superar estas limitaciones es esencial para mejorar la gestión del mantenimiento y garantizar un funcionamiento eficiente y seguro en las plantas de producción y servicios. Abordar estos desafíos permitirá implementar estrategias más efectivas y adaptadas a las necesidades específicas de cada industria.

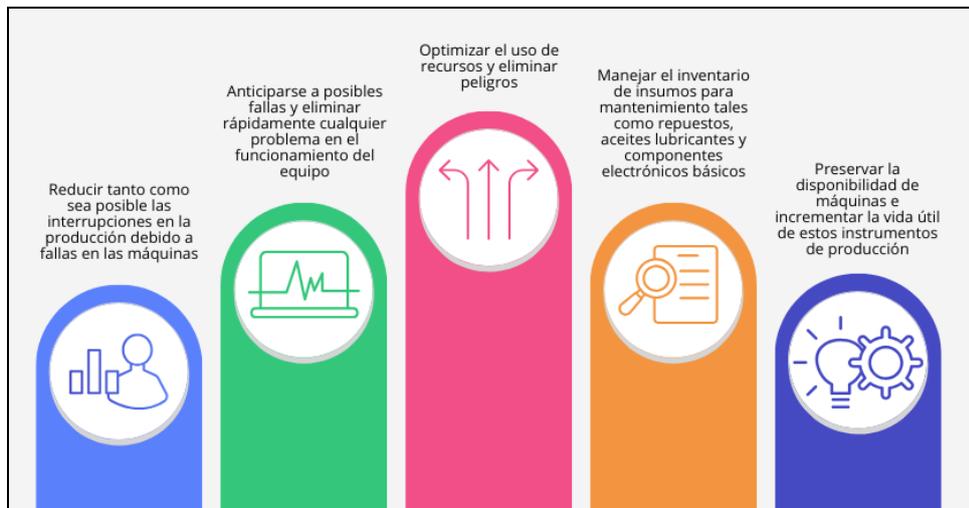
Una razón fundamental para implementar una adecuada gestión del mantenimiento en las empresas industriales es la seguridad de la maquinaria, los equipos y, sobre todo, los trabajadores. Al asegurar condiciones óptimas de funcionamiento de las máquinas, se reducen los fallos durante la operación y se minimizan los riesgos de seguridad a los que podrían estar expuestos los operadores debido a un mal funcionamiento de estos elementos. Díaz Concepción et al. (2017) manifiestan que el mantenimiento que se aplique va a permitir alargar la vida útil de los equipos, haciéndolos más eficientes, lo que se relaciona directamente con la productividad de la empresa. Esto quiere decir, que el mantenimiento guarda una relación directa positiva con la productividad y la calidad, ya que, si un equipo funciona dentro de los parámetros establecidos y brinda los resultados deseados, la empresa va a poder cumplir con el cliente en tiempo y calidad de los productos que entrega, lo que a su vez le va a permitir mantener altos niveles de competitividad en el medio.

Los esfuerzos realizados en el área de mantenimiento consisten en reducir al mínimo el efecto de las averías de los equipos y de las instalaciones. Esto implica llevar a cabo actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que los equipos estén en óptimas condiciones de funcionamiento. Las actividades realizadas en el área de mantenimiento consisten en reducir al mínimo el efecto de las averías de los equipos y de las instalaciones, y proporcionar información relacionada con la experiencia y conocimiento a los departamentos relacionados con el proceso productivo (Karim et al., 2020). Es decir, el propósito es reducir el trabajo de mantenimiento, el tiempo improductivo y sus costos.

Además de lo descrito, en la figura 1 se puede mencionar que la gestión del mantenimiento industria tiene más objetivos relacionados con mantener el rendimiento de las máquinas y equipos:

Figura 1

Objetivos de la gestión del mantenimiento Industrial



Nota: La figura muestra los objetivos del mantenimiento industrial, relacionados con mantener un buen rendimiento y alargar la vida útil de los equipos. Tomado de Palencia (2011).

Al analizar la figura 1, queda claro lo importante y estratégica que resulta la gestión del mantenimiento industrial para las organizaciones, se puede determinar que es un factor clave para garantizar la prevención de riesgos laborales en la operación, al mismo tiempo que ayuda a la empresa a obtener mayores niveles de rentabilidad, fabricando productos de calidad, dentro de estándares no solo de producción sino también de tiempos, ya que se previene la presencia de retrasos o desperdicios resultantes de las fallas en la maquinaria y equipo.

Figura 2

Tipos de mantenimiento dentro de una gestión del mantenimiento industrial



Nota: El equipo de gestión de mantenimiento industrial puede elegir entre 5 tipos diferentes de servicios de mantenimiento para la estructura de la maquinaria. Tomado de Pérez (2021).

Como se puede observar en la figura 2, dentro de la gestión de mantenimiento industrial podemos aplicar diferentes tipos de mantenimiento según las características de la maquinaria y equipo, considerando también el ritmo de trabajo en cada proceso productivo.

Es función y responsabilidad del jefe del área realizar una programación para cada máquina referente al tipo de mantenimiento que se le debe aplicar según las necesidades particulares, el objetivo primordial de realizar esta planificación es prevenir que la maquinaria falle y tener que ejecutar un mantenimiento de tipo correctivo no programado, el cual, generalmente se encuentra asociado a un riesgo mayor para el operador o el medio ambiente.

Es de conocimiento que través de manuales, procedimientos o guías de operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo, se garantiza su aplicación, como un estándar operacional de la empresa. Correa (2007) menciona que “Hoy día las empresas buscan reducir costos y ganar competitividad, así mismo los trabajadores que operan o brindan servicio de mantenimiento a estas máquinas deben seguir los procedimientos

establecidos, bajo los mismos parámetros y condiciones, lo que va a dar como resultado el mismo producto, que en este caso serían máquinas operativas, generando productos de calidad”. En este sentido, los documentos proporcionan instrucciones detalladas sobre cómo operar y mantener los equipos de manera segura y eficiente. Al seguir estos manuales y procedimientos, se garantiza que se realizarán las tareas de mantenimiento de acuerdo con las mejores prácticas y directrices establecidas. Esto incluye la realización de inspecciones periódicas, el reemplazo de componentes desgastados, la lubricación adecuada y otras actividades preventivas.

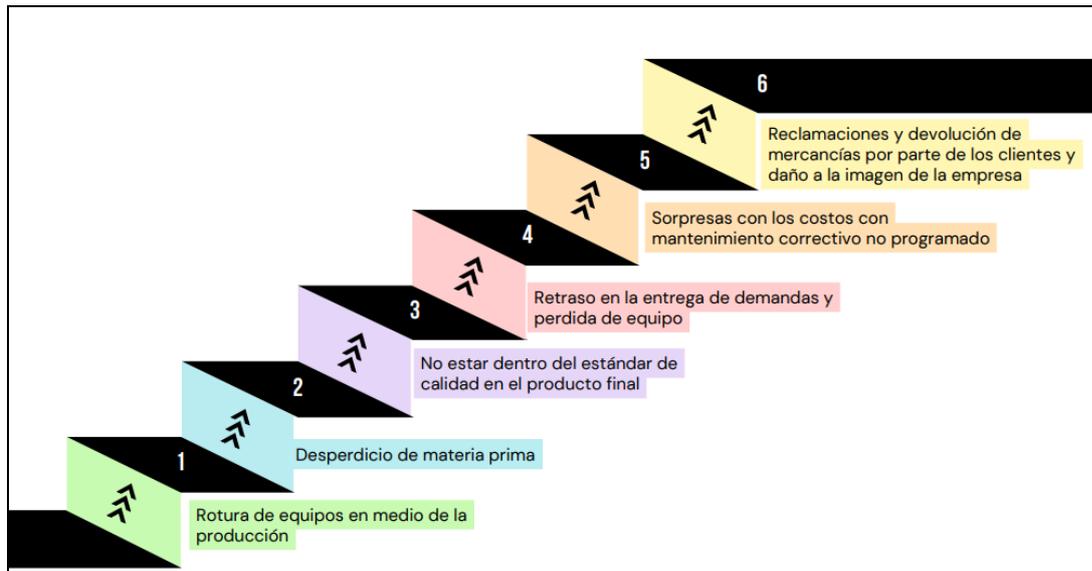
Además, estos documentos también son útiles para capacitar al personal en la operación y mantenimiento de los equipos. Proporcionarán información sobre los riesgos asociados con el uso de la maquinaria y las medidas de seguridad que deben seguirse.

Se puede decir que los manuales, procedimientos y guías de operación y mantenimiento son herramientas esenciales para garantizar la aplicación de estándares operacionales en una empresa. Ayudan a mantener los equipos en buen estado de funcionamiento, minimizar los tiempos de inactividad y garantizar la seguridad de los trabajadores

La gestión del mantenimiento industrial también se encuentra asociada a la estandarización de los procesos y del conocimiento de las personas. Mercado y Peña (2018) plantean que las bases fundamentales de la gestión, la constituyen: la planificación, programación, comunicación entre todas las partes interesadas, el seguimiento y control de las actividades que se ejecuten, esto último para mantener una retroalimentación sobre la efectividad e impacto de las acciones en la operación de los equipos y sistemas. Es decir, una buena gestión de mantenimiento trae como resultado múltiples beneficios, el no hacerlo también implicar que se puedan presentar situaciones que no favorecen al desarrollo de la empresa, como por ejemplo problemas que afectan no solo a la línea de producción, sino también a los ingresos y las ganancias de la empresa.

Figura 3

Dificultades más comunes



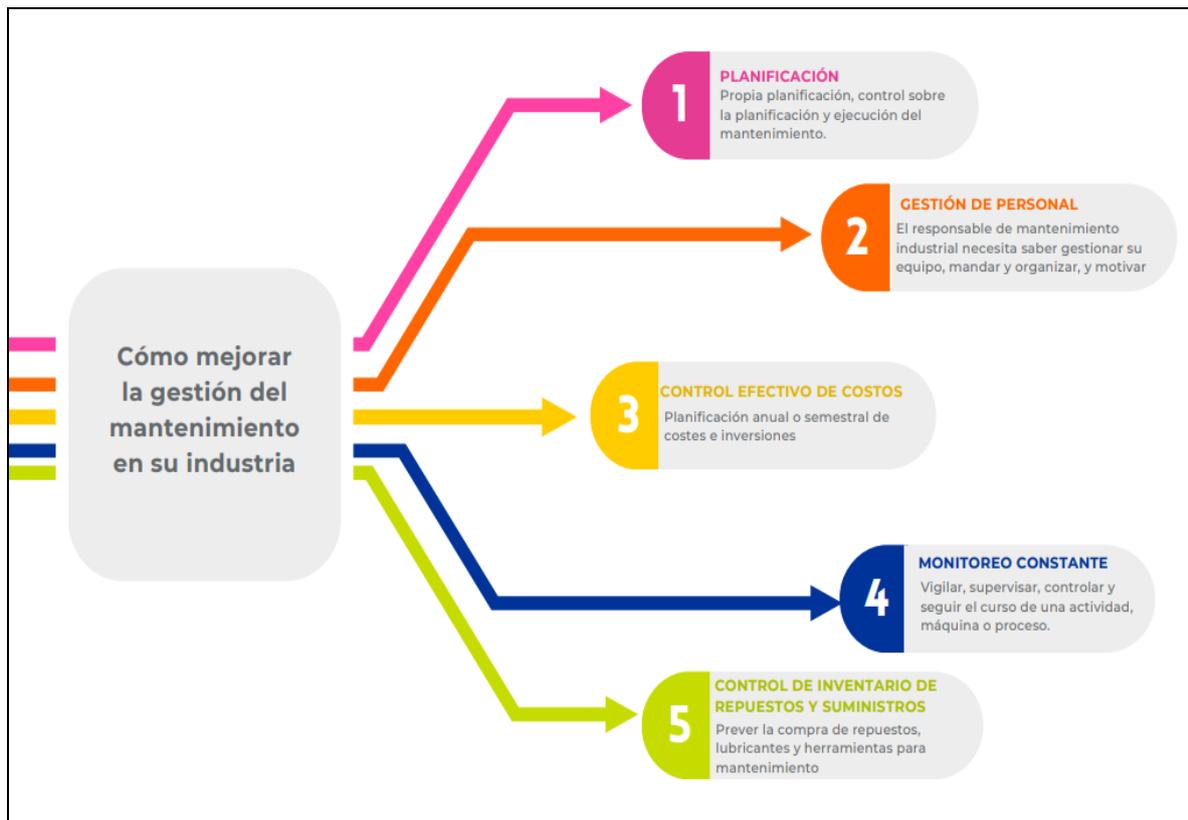
Nota: La figura muestra los problemas que se pueden evitar con la gestión de mantenimiento industrial. Tomado de Carrasco (2014).

El escenario actual de las organizaciones con alta dotación de activos indica que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años. Viveros et al. (2018) argumentan que es conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable. Es decir, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades en la disposición de actividades y tareas de mantenimiento.

Para garantizar una gestión de mantenimiento eficiente, es necesario seguir una serie de estrategias y una metodología que permitan la mejora continua del trabajo que se está realizando, en la siguiente figura se consideran las acciones más importantes que ayudan a mejorar la gestión del mantenimiento industrial.

Figura 4

Pasos para mejorar la gestión de mantenimiento en la industria



Nota: La figura muestra los pasos que se debe cumplir para mejorar la gestión del mantenimiento que se desarrolle en la industria. Elaboración propia.

Como se detalla en la figura, un factor fundamental para cualquier actividad que se vaya a desarrollar es la planificación, ya que, si no se planifica adecuadamente los recursos económicos y el talento humano necesario para desarrollar las tareas relacionadas al mantenimiento de la maquinaria y equipo, es muy difícil que se alcancen los objetivos deseados. Desde el responsable de la organización debe existir el compromiso para asignar estos y recursos y cada actividad tenga un responsable con un plazo determinado de cumplimiento.

Para esta etapa de planificación se puede considerar el Ciclo de Deming o también llamado ciclo de la mejora continua, el cual contempla 4 etapas: planear, hacer, verificar y actuar, su secuencia favorece a la gestión y le permite al gerente o responsable de mantenimiento el control necesario de cada actividad.

Otra de las actividades claves es la gestión del personal, ya que se necesitan trabajadores comprometidos, capacitados y con la experiencia suficiente para

desarrollar las tareas de mantenimiento de acuerdo a las necesidades que se tenga en la maquinaria y equipo de la organización.

El control efectivo de costos involucra contar con una planificación periódica de los costos asociados a la gestión del mantenimiento. Según Palencia (2011) expone es donde se deben considerar los diferentes tipos como mantenimiento preventivo y predictivo. Es decir, esto se lo realiza con la finalidad de evitar correctivos. Es importante que este control de costos se base en datos estadísticos de la misma empresa o entidades relacionadas, que permita una gestión eficiente.

Para la gestión del mantenimiento industrial, el seguimiento de la estructura de la maquinaria es un paso fundamental para garantizar el funcionamiento, por lo tanto, se debe contar con un proceso de monitoreo constante que permita controlar de manera periódica el cumplimiento de la planificación contemplada en el paso 1.

La gestión del mantenimiento es un proceso crítico para el funcionamiento eficiente de las empresas industriales. Arévalo (2023) argumenta que: “la gestión del mantenimiento industrial también ayuda a reducir los costos de producción al minimizar el tiempo de inactividad no planificado y garantiza la seguridad de los trabajadores al garantizar que los equipos y maquinarias estén en óptimas condiciones para su uso”. En este sentido, este proceso ayuda a garantizar que los equipos y maquinarias estén en óptimas condiciones para su uso, lo que a su vez aumenta la eficiencia y productividad de la empresa.

La gestión del mantenimiento y la aplicación de estándares operacionales son fundamentales para garantizar la confiabilidad, el rendimiento y la eficiencia de los activos en la industria (Parra, 2012). Estas prácticas contribuyen a minimizar los efectos de las averías, optimizar los costos y mejorar la productividad de la empresa.

2. Métodos y enfoques de la gestión del mantenimiento.

El desarrollo de las industrias con ampliación de nuevas áreas e innovación de tecnologías hace que las diferentes empresas utilicen diferentes estrategias con métodos fiables para mantener una operatividad constante en todos los procesos.

En el entorno industrial actual, caracterizado por la rápida expansión y la continua innovación tecnológica, es fundamental que las empresas adopten estrategias efectivas para garantizar la operatividad de sus procesos. Según Parra (2012) “La Gestión de Mantenimiento moderna incluye todas las actividades enfocadas a objetivos claros y

prioridades de la mejora constante en la mantenibilidad de los diferentes equipos, facilitando la planificación, programación, control de ejecución y análisis de resultados”. Es decir, esto permite no solo mantener la operatividad, sino también optimizar los recursos y reducir los costos asociados a fallos y paradas no planificadas.

Existen algunos métodos realizados y analizados por expertos en mantenimiento industrial en donde enfatizan la aplicación de dichas estrategias para la mejora de la gestión Industrial caracterizándose en lo siguiente:

- Mantenimiento productivo total (TPM): El mantenimiento productivo total (TPM, Total Productive Maintenance, por sus siglas en inglés) es una herramienta comúnmente establecida por industrias que tienen como misión de ser líderes de los productos o servicios que ofertan, por el cuál deben encaminarse a mejorar sus procesos comenzando con capacitaciones permanentes de su personal para que se desempeñen eficientemente en área designada.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se enfoca en el mantenimiento proactivo y preventivo para maximizar la eficiencia operativa del equipo. Según Huamanchumo De La Cruz y Pérez Carrión (2021), el TPM es una herramienta ampliamente usada en las áreas que están distribuidos en las áreas productivas, la cual está encaminada a incrementar la disponibilidad de la maquinaria y equipo de producción, así como los beneficios económicos de las empresas. En este sentido con el TPM se pretende aumentar disponibilidad, eficacia de maquinaria, equipos conservándolos en estado óptimo de funcionamiento, reduciendo fallas y alargando su vida útil y por ende implica tiempo de fabricación de productos, reduciendo puntos muertos, y accidentes.

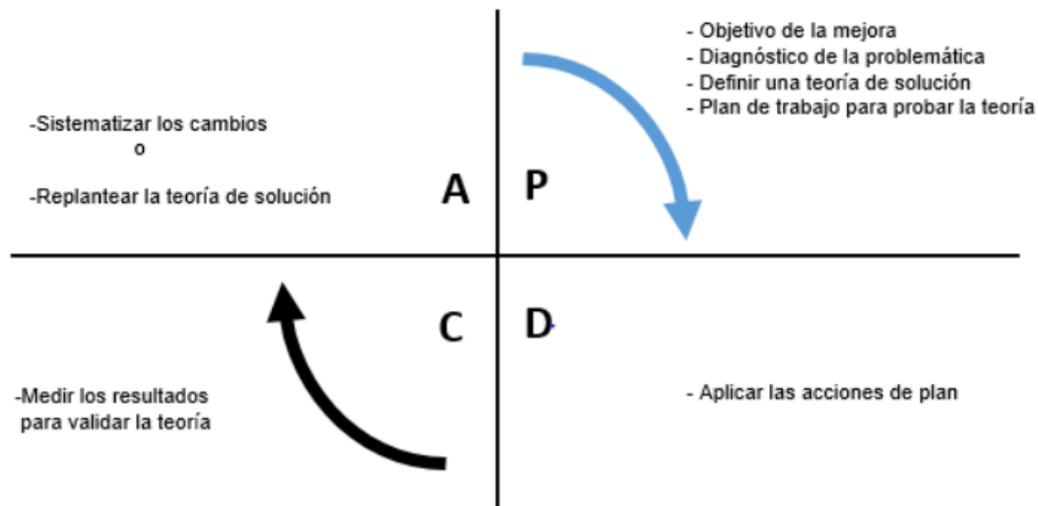
- PDCA: Es conocida como el ciclo de Deming o ciclo de mejora continua que consta de cuatro fases que son: planificar, hacer, verificar y actuar o ajustar haciendo un balance del trabajo realizado.

Esta metodología sirve como una herramienta de gestión que se puede implementar en cualquier tipo de industria con el objetivo claro implementar procesos, identificar inconvenientes de producción y maquinaria con la detección de causas y efectos dándole la respectiva solución. Según Espinoza Mariños (2019) “El ciclo de Deming o ciclo de mejora actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas” (p. 6). Es decir, esta

herramienta se considera muy efectiva por su clara propuesta y a la valoración constante de resultados.

Figura 5

Círculo Deming

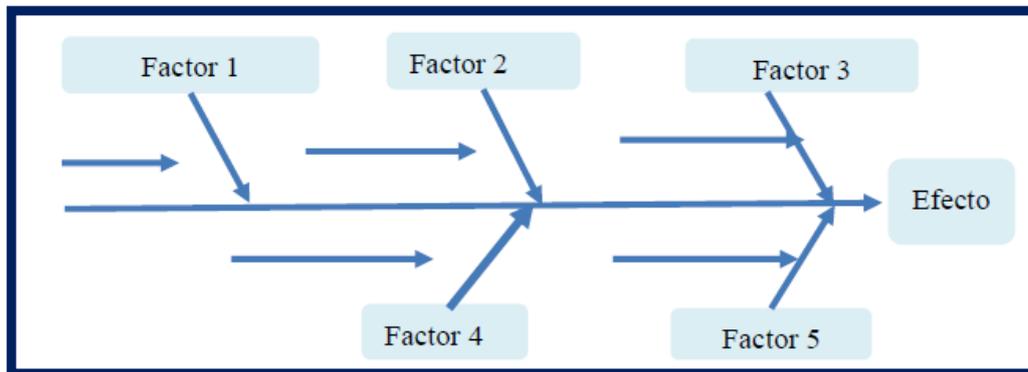


Nota: La figura muestra los pasos del ciclo de mejora continua que consta de cuatro fases que son: planificar, hacer, verificar y actuar. Tomado de Guajardo (1996).

Diagrama de Ishikawa: conocido también como diagrama causa efecto. es reconocido como una herramienta práctica, cuyos objetivos esenciales son: La detección de soluciones a problemas, La detección de causas raíces y Las propuestas de mejora en algún proceso. Según Chávez Villalobos (2021) basado en su estudio bibliográfico menciona que el diagrama de Ishikawa puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, etc.), pues tiene una estructura genérica. Es por ello que esta herramienta se puede utilizar en muchas áreas especialmente en la de mantenimiento mecánica por la detección de causas y efectos.

Figura 6

Diagrama Causa y Efecto



Nota: La figura muestra el diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa, con los diferentes factores y líneas de aplicación. Tomado de Baca Urbina et al. (2014, p. 119).

- Kaizen: El método Kaizen se obtiene de dos palabras japonesas: kai que significa “cambiar” y zen que significa “para mejor”, que es una filosofía centrada en caminar hacia la mejora continua a fin de estar en un estado óptimo, este método puede ser empleado en cualquier actividad.

El método Kaizen, para Alvarado y Pumisacho (2017) es conocida como mejora continua progresiva de los sistemas, procesos y tareas que implican a los participantes de la industria, incluyendo a los que están en una jerarquía alta y a los que se encuentran en jerarquía baja (p. 8). En este sentido indica que el método Kaizen significa mejora para las tareas que desarrollan en una industria con la finalidad de optimizar la producción en mejorar la eficiencia y la calidad de producción de una planta a través de una mejora constante.

Sebastián Mendoza y Vargas Sotomayor (2022) mencionan que el método Kaizen se enfoca en eliminar el desperdicio y mejorar los procesos en todos los aspectos de un negocio. Es decir, se busca involucrar a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta los empleados de base, para iniciar cambios diarios y constantes, estos cambios pueden ser tanto en la forma de trabajo como en la mentalidad y actitud hacia la mejora continua.

- Pareto: Mediante esta herramienta se puede detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a

solo unos graves. Ya que, por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

El diagrama de Pareto permite determinar irregularidades de una organización e identificar sus puntos de mejora. Según González Blanco (2018) el diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. En este contexto, el diagrama de Pareto es una herramienta que permite verificar, identificar visualmente los intervalos de mejoras durante procesos diarios, mensuales, semestrales o anuales

- Análisis de modo de fallo, efecto y criticidad (FMECA): El análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) o en sus siglas en inglés FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), es un método utilizado para prevenir fallas y analizar los riesgos de un proceso mediante la identificación de causas y efectos a fin de determinar las acciones que se utilizarán para inhibir las fallas.

Un modo de falla podemos definirlo como la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función. Según Ocampo Loáisiga et al. (2020) el modo de fallas está relacionado con el hecho de como un proceso puede ser llevado a operar de manera deficiente y estar compuesto por tres elementos los cuales son efecto, causa y detección. Es decir, el efecto es la consecuencia de lo que la falla puede causar al cliente, la causa es lo que indica la razón por la que se produjo el error y la detección es la forma utilizada en el control del proceso para evitar las posibles fallas.

Esta metodología permite analizar desde enfoques teóricos como prácticos el mantenimiento, utilizar el más adecuado depende de las condiciones y acciones que se pueden llevar a cabo en el área de trabajo y con las personas involucradas en la mejora continua del mantenimiento y los enlaces que se generan con ello, como lo es la producción.

- Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo es una estrategia de mantenimiento que se realiza de manera planificada y regular con el objetivo de prevenir fallos y averías en los equipos y activos. Consiste en llevar a cabo inspecciones, tareas de mantenimiento y reparaciones programadas de forma

periódica., siguiendo las recomendaciones del fabricante y los estándares de la industria.

El mantenimiento preventivo es importante porque permite detectar y corregir posibles problemas antes de que se conviertan en fallas mayores. García Saboya y Muñoz Camones (2019) menciona que, el mantenimiento preventivo (MP), es un conjunto de tareas que tiene un orden lógico y programado, con el principal objetivo de reducir las constantes paradas de maquinarias y/o equipos dentro de una planta industrial. Se puede decir el mantenimiento preventivo como, una actividad que se planea y programa con el objeto de ajustar, reparar o cambiar partes en equipos antes de que ocurra una falla o daños mayores, eliminando o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento.

Esto ayuda a minimizar el tiempo de inactividad no planificado, prolongar la vida útil de los equipos, mejorar la seguridad, reducir los costos de reparación y aumentar la eficiencia operativa.

Las acciones de mantenimiento preventivo pueden incluir ajustes., limpieza, lubricación, calibración, reemplazo de componentes y documentación de actividades de mantenimiento. La frecuencia de estas tareas depende del tipo de equipo, su uso, su criticidad y las recomendaciones del fabricante.

- **Mantenimiento Correctivo:** El mantenimiento correctivo se refiere a las acciones y tareas realizadas para corregir fallos o averías en equipos., maquinarias o instalaciones después de que se haya producido un problema. A diferencia del mantenimiento preventivo, que se realiza de manera planificada y regular para evitar fallos, el mantenimiento correctivo se lleva a cabo en respuesta a una falla o avería existente.

El objetivo principal del mantenimiento correctivo es restaurar el funcionamiento normal de los activos y minimizar el tiempo de inactividad no planificado. Esto implica identificar y diagnosticar el problema, realizar las reparaciones necesarias y reemplazar componentes defectuosos si es necesario. Cerdán Paz (2020) menciona que el mantenimiento correctivo puede ser reactivo, es decir, se realiza una vez que se ha detectado un problema, o puede ser diferido, en el cual se programa la reparación en un momento posterior, generalmente cuando el impacto en la operación es mínimo.

Es importante tener en cuenta que, si bien el mantenimiento correctivo es necesario para abordar las fallas imprevistas, se recomienda combinarlo con el mantenimiento preventivo para minimizar los riesgos y optimizar el rendimiento de los activos a largo plazo.

- **Mantenimiento Predictivo:** El mantenimiento predictivo es una estrategia de mantenimiento que utiliza datos y análisis para predecir cuándo es probable que ocurra una falla o avería en un equipo o activo. Una diferencia del mantenimiento preventivo, que se realiza de manera programada y regular, el mantenimiento predictivo se basa en la monitorización continua de los equipos y en la aplicación de algoritmos y modelos para identificar patrones y anomalías que puedan indicar un posible fallo.

El objetivo del mantenimiento predictivo es tomar medidas antes de que ocurra una falla, lo que permite planificar y programar las tareas de mantenimiento de manera más eficiente. Esto ayuda a evitar tiempos de inactividad no planificados, reducir los costos de reparación y maximizar la vida útil de los equipos.

El mantenimiento predictivo utiliza una variedad de técnicas y herramientas, como el análisis de vibraciones, el monitoreo de temperatura, el análisis de aceite, el análisis de datos históricos y el uso de algoritmos de aprendizaje automático (Zambrano-Castro y Pérez-Guerrero, 2021). Estas técnicas permiten identificar patrones y tendencias en los datos recopilados, lo que ayuda a predecir cuándo es probable que ocurra una falla.

El mantenimiento predictivo es una estrategia de mantenimiento que utiliza datos y análisis para predecir cuándo es probable que ocurra una falla en un equipo o activo. Su objetivo es tomar medidas preventivas antes de que ocurra la falla, lo que ayuda a evitar tiempos de inactividad no planificados y reducir los costos de reparación.

3. Tecnologías y herramientas utilizadas en la gestión del mantenimiento.

En la gestión del mantenimiento, se utilizan diversas tecnologías y herramientas emergentes que permiten optimizar y mejorar los procesos de mantenimiento. Algunas de estas tecnologías y herramientas incluyen:

- **Mantenimiento basado en la condición (CBM):** Esta tecnología se basa en el monitoreo continuo de las condiciones de los equipos y activos para detectar posibles fallos o averías. Se utilizan sensores y sistemas de monitoreo para

recopilar datos sobre la vibración, temperatura, presión, entre otros parámetros, y se analizan estos datos para predecir y prevenir problemas antes de que ocurran.

Esta tecnología utiliza sensores y sistemas de monitoreo para recopilar datos sobre las condiciones de los equipos y activos. Según Pérez Rondón (2021) los datos se analizan para predecir posibles fallos y tomar medidas preventivas antes de que ocurran. Es decir, en lugar de realizar tareas de mantenimiento de forma periódica o según un calendario preestablecido, el MBC se basa en el monitoreo y análisis de las condiciones reales del equipo o activo.

Esta estrategia utiliza diferentes parámetros o indicadores, como vibración, temperatura, caudal, entre otros, para evaluar el estado de los activos. Se emplean herramientas y tecnologías como sensores, programas informáticos y sistemas de monitoreo remoto para recopilar y analizar los datos de condición.

El objetivo del mantenimiento basado en la condición es detectar posibles fallos o problemas antes de que ocurran, permitiendo tomar acciones preventivas o correctivas de manera oportuna. Esto ayuda a reducir los tiempos de inactividad no planificados, optimizar los recursos y prolongar la vida útil de los activos.

- **Monitoreo remoto:** El monitoreo remoto permite supervisar y controlar los equipos y activos de forma remota, sin necesidad de estar físicamente presentes en el lugar. Se utilizan sensores y dispositivos conectados a Internet de las Cosas (IoT) para recopilar datos en tiempo real y enviarlos a un sistema centralizado. Esto facilita la detección temprana de problemas y la toma de decisiones basadas en datos.

El monitoreo remoto se refiere a la supervisión y control de sistemas, dispositivos o activos a distancia, utilizando tecnologías de comunicación y monitoreo. Según Figueroa Mamani (2022) esta práctica permite monitorear y recopilar datos en tiempo real sin la necesidad de estar básicamente presente en el lugar donde se encuentran los sistemas o activos. Es decir, el monitoreo remoto se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como el monitoreo de redes informáticas, el monitoreo de equipos industriales, el monitoreo de la salud de los pacientes, el monitoreo ambiental, entre otros.

En el monitoreo remoto, se utilizan sensores, dispositivos de medición y sistemas de comunicación para recopilar datos y transmitirlos a un centro de control o a un sistema

de gestión. Estos datos se pueden analizar en tiempo real para tomar decisiones o se pueden almacenar para su posterior análisis y evaluación.

- **Gestión de activos:** El uso de software especializado en la gestión de activos permite llevar a cabo un registro detallado de los equipos y activos, incluyendo información sobre su ubicación, historial de mantenimiento, vida útil, entre otros datos relevantes. Esto facilita la planificación y programación de tareas de mantenimiento, así como la gestión eficiente de los recursos y la toma de decisiones basadas en datos.

La gestión de activos se refiere al proceso de administrar y maximizar el valor de los activos de una organización a lo largo de su ciclo de vida. Parra et al. (2021) mencionan que los activos pueden incluir una amplia gama de elementos, como equipos, propiedades, inversiones financieras, tecnología de la información, infraestructura, entre otros. Es decir, el objetivo principal de la gestión de activos es optimizar el rendimiento de los activos, minimizar los costos y riesgos asociados, y garantizar su disponibilidad y eficiencia.

Esto implica tomar decisiones informadas sobre la adquisición, mantenimiento, uso y disposición de los activos, algunos aspectos clave de la gestión de activos incluyen:

- **Planificación estratégica:** Definir los objetivos y estrategias de gestión de activos, alineados con los objetivos generales de la organización.
- **Adquisición y disposición:** Evaluar y seleccionar los activos adecuados para satisfacer las necesidades de la organización, así como gestionar su retiro o diseño de manera adecuada.
- **Mantenimiento y operaciones:** Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el rendimiento óptimo de los activos y minimizar los tiempos de inactividad.
- **Monitoreo y control:** Realizar un seguimiento continuo del rendimiento de los activos, recopilando datos y métricas relevantes, y tomando medidas correctivas cuando sea necesario.
- **Optimización de costos:** Buscar formas de reducir los costos asociados con la gestión de activos, como la optimización del uso de recursos, la gestión eficiente del inventario y la negociación de contratos y acuerdos favorables.

- Cumplimiento normativo: Asegurarse de que los activos cumplan con las regulaciones y normativas aplicables, como las relacionadas con la seguridad, el medio ambiente y la contabilidad.

La gestión de activos puede ser realizada internamente por la organización o puede ser externalizada a empresas especializadas en servicios de gestión de activos. En cualquier caso, es importante contar con sistemas y herramientas adecuadas para facilitar la gestión eficiente de los activos y tomar decisiones basadas en datos y análisis.

- Análisis de datos y aprendizaje automático: El análisis de datos y el uso de algoritmos de aprendizaje automático permiten identificar patrones y tendencias en los datos recopilados, lo que ayuda a predecir posibles fallos y optimizar los procesos de mantenimiento. Estas tecnologías permiten tomar decisiones más informadas y mejorar la eficiencia y efectividad del mantenimiento.

El análisis de datos y el aprendizaje automático son componentes clave en el mantenimiento predictivo. Celestino et al. (2023) argumentan que estas tecnologías permiten recopilar y analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias, lo que a su vez ayuda a predecir posibles fallas o problemas en los equipos antes de que ocurran. Es decir, el análisis de datos en el mantenimiento implica la recopilación y procesamiento de información relevante, como datos de sensores, registros de mantenimiento, datos de operación y otros factores que pueden afectar el rendimiento de los activos.

Estos datos se utilizan para identificar patrones, anomalías y relaciones entre variables, lo que permite tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la reparación de los equipos.

El aprendizaje automático, por otro lado, utiliza algoritmos y modelos para analizar los datos recopilados y generar recomendaciones y predicciones. Estos modelos se entrenan utilizando conjuntos de datos históricos y se ajustan continuamente a medida que se recopilan nuevos datos. El aprendizaje automático puede ayudar a identificar patrones sutiles o complejos que pueden no ser evidentes para los humanos, lo que mejora la precisión y la eficiencia del mantenimiento predictivo.

El análisis de datos y el aprendizaje automático en el mantenimiento permiten identificar patrones, predecir fallas y tomar decisiones informadas sobre el

mantenimiento de los equipos. Estas tecnologías son fundamentales para optimizar la eficiencia y la confiabilidad de los activos, reducir los tiempos de inactividad no planificados y maximizar el rendimiento operativo.

Mejores prácticas de la gestión de mantenimiento. Las mejores prácticas en la gestión del mantenimiento pueden variar según la industria y el tipo de activos que se están gestionando. Sin embargo, se pueden identificar algunas prácticas comunes que pueden ser efectivas:

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo: Realizar mantenimientos regulares y planificados ayuda a prevenir fallas y garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos.

El mantenimiento de forma regular y planificado ayuda conservar operativos los equipos y sistemas, mantenerlos en óptimas condiciones en todo momento, prolongando su vida útil. Rico Toca et al. (2023) mencionan que implementar un programa de mantenimiento preventivo puede ayudar a reducir el tiempo de inactividad, minimizar los costos de reparación, prolongar la vida útil de los activos y mejorar la eficiencia operativa de la empresa. Es decir, que se debe adaptar el programa a las necesidades y características específicas de cada organización.

- Utilizar tecnología de gestión de mantenimiento: El uso de software de gestión de mantenimiento (GMAO) puede ayudar a organizar y controlar las actividades de mantenimiento, programar tareas, gestionar inventarios de repuestos y generar informes de rendimiento.

La tecnología de gestión de mantenimiento, también conocida como CMMS (Computerized Maintenance Management System) o GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), es una herramienta que ayuda a las empresas a administrar y controlar de manera eficiente sus actividades de mantenimiento. Tasé-Velázquez et al. (2020) menciona que utilizar tecnología de gestión de mantenimiento puede mejorar la eficiencia, reducir los costos de mantenimiento, prolongar la vida útil de los activos y facilitar la toma de decisiones basadas en datos. Es decir, existen diferentes opciones de software de gestión de mantenimiento en el mercado, por lo que es importante evaluar las necesidades específicas de la empresa y seleccionar la solución que mejor se adapta a ellas.

- Fomentar la colaboración y comunicación: Es importante establecer una comunicación efectiva entre los equipos de mantenimiento, operaciones y gestión. Esto ayuda a compartir información relevante, identificar problemas y tomar decisiones conjuntas para mejorar la eficiencia y la calidad del mantenimiento.

Se pueden utilizar herramientas de comunicación como correos electrónicos, reuniones regulares, plataformas de mensajería instantánea y software de gestión de proyectos para facilitar la colaboración y la comunicación eficaz.

Es fundamental establecer normas y procedimientos claros para el trabajo en equipo y el mantenimiento. Sarmiento Gavilanes (2023) menciona que se deben definir roles y responsabilidades, establecer estándares de calidad y seguridad, y establecer procesos para la solicitud y seguimiento de tareas de mantenimiento. Es decir, al tener normas y procedimientos claros, se promueve la colaboración y se evitan malentendidos o conflictos.

La colaboración efectiva requiere un ambiente de trabajo basado en la confianza y el respeto mutuo. Es importante fomentar un ambiente en el que los miembros del equipo se sientan seguros para compartir ideas, plantear preocupaciones y trabajar juntos para encontrar soluciones. Esto se puede lograr a través de la promoción de la comunicación abierta, la escucha activa y el reconocimiento del trabajo y las contribuciones de cada miembro del equipo.

Para promover la colaboración efectiva, es importante invertir en la formación y el desarrollo de los miembros del equipo de mantenimiento. Michael et al. (2023) exponen que se deben proporcionar oportunidades de capacitación en técnicas y de comunicación, así como fomentar el aprendizaje continuo y el intercambio de conocimientos entre los miembros del equipo. Es decir, al mejorar las habilidades y conocimientos de los miembros del equipo, se fortalece la colaboración y se mejora la eficiencia y la calidad del trabajo de mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente, utilizar tecnología de gestión de mantenimiento, como un CMMS o GMAO, puede facilitar la colaboración y la comunicación entre los equipos de mantenimiento. Estas herramientas permiten programar y realizar un seguimiento de las tareas de mantenimiento, registrar y documentar las actividades realizadas, gestionar el inventario y generar informes y análisis para evaluar el

desempeño del mantenimiento. Al utilizar estas herramientas, se mejora la eficiencia y se facilita la colaboración entre los equipos de mantenimiento.

- Establecer indicadores clave de rendimiento (KPI): Definir y monitorear KPIs relevantes para el mantenimiento, como el tiempo medio entre fallas (MTBF), el tiempo medio de reparación (MTTR) y la disponibilidad de los equipos, ayuda a evaluar el rendimiento y realizar mejoras continuas.

Los indicadores clave de rendimiento (KPI) son métricas cuantitativas que se utilizan para medir el desempeño y el progreso hacia los objetivos de una empresa. Martínez (2021) menciona que establecer KPI es importante para evaluar el rendimiento de diferentes áreas o niveles de la empresa, ya sea a nivel general, de un departamento, de un producto o de un proceso específico. Es decir, los KPI proporcionan información sobre si se están alcanzando los objetivos establecidos y permiten tomar decisiones informadas para mejorar el rendimiento.

Conclusiones y aportes

La implementación de estrategias preventivas y predictivas, como inspecciones periódicas y mantenimiento preventivo, ayuda a evitar fallos inesperados en los equipos, lo que a su vez reduce los costos de mantenimiento, aumenta la productividad y mejora la calidad de los productos.

El uso de software de gestión de mantenimiento (GMAO) puede ayudar a organizar y controlar las actividades de mantenimiento, programar tareas, gestionar inventarios de repuestos y generar informes de rendimiento. La tecnología de gestión de mantenimiento mejora la eficiencia, reduce los costos de mantenimiento, prolonga la vida útil de los activos y facilita la toma de decisiones basadas en datos.

La gestión del mantenimiento también contribuye a la seguridad de la maquinaria, los equipos y los trabajadores, al garantizar condiciones óptimas de las máquinas, se previenen fallos durante la operación, lo que a su vez alarga la vida útil de los equipos y mejora la eficiencia, impactando positivamente en la productividad y competitividad de la empresa

Definir y monitorear KPIs relevantes para el mantenimiento, como el tiempo medio entre fallas (MTBF), el tiempo medio de reparación (MTTR) y la disponibilidad de los equipos, ayuda a evaluar el rendimiento y realizar mejoras continuas.

La estandarización de procesos y el conocimiento del personal son aspectos clave de la gestión del mantenimiento en la industria. La planificación, programación, comunicación y seguimiento de actividades son fundamentales para mantener una retroalimentación efectiva y mejorar la operación de los equipos y sistemas.

Referencias

- Arévalo Paredes, N. (2023). *Propuesta de plan de mantenimiento para maquinaria pesada con el fin de la actualización del control de tareas de conservación de dichos activos en la empresa Centanaro Ingeniería SAS*. Universidad Francisco de Paula Santander. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/3453>
- Alvarado, K. y Pumisacho, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible capital*, 13(2), 479-497. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54950452008>
- Carrasco, F. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial* (Vol. 1). OmniaScience.
- Celestino, A., Bravo, K. y Becerra, J. (2023). Aplicación de modelos de aprendizaje supervisados para la prevención sobre fallos de maquinaria. *Revistas UCV*, 12(2), 9-17.
- Cerdán, C. (2020). *Diseño de las herramientas lean service para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros* [Tesis de Ingeniería, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23774/Cerd%C3%A1n%20Paz%20Cindy%20Eliana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez Villalobos, J. (2021). *Aplicación del ciclo de Deming, para mejorar la productividad del personal administrativo, en la gerencia de administración, de la municipalidad Distrital de Megantoni, Provincia La Convención, departamento de Cusco, 2020* [Tesis de Ingeniería, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5702/TRSUFICIENCIA CH%C3%81VEZ%20VILLALOBOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5702/TRSUFICIENCIA_CH%C3%81VEZ%20VILLALOBOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Correa, F. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raites*, 1(2), 85-112.

- Díaz, A., Castillo, A. y Villar, L. (2017). Instrumento para evaluar el estado de la gestión de mantenimiento en plantas de bioproductos: Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25(2), 306-313. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052017000200306&script=sci_abstract
- Espinoza, T. (2019). *Propuesta de implementación del Ciclo Deming para mejorar la gestión de compras en el área de mantenimiento y servicios generales de una universidad en el distrito de Los Olivos-2018* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1963>
- Figueroa, J. (2022). *Sistema de monitoreo remoto para diagnosticar averías en vehículos con sistema obd-ii basado en IOT* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Simón].
- García, S. y Muñoz, A. (2019). *Análisis de metodologías del mantenimiento preventivo en el sector industrial* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23030>
- González, D. (2018). *Análisis de mantenibilidad basada en la producción de la planta lavadora de la empresa CIPRODYSER SA en Samacá Boyacá* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28312/2020diegogonzalez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guajardo, S. (1996). Representative bureaucracy: An estimation of the reliability and validity of the Nachmias-Rosenbloom MV Index. *Public Administration Review*, 467-477.
- Huamanchumo, V. y Pérez, J. (2021). *Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020. Una revisión de la literatura* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28100>
- Karim, O., Madelein, A., María, L. y Karen, S. J. R. V. d. G. (2020). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Revista venezolana de gerencia*, 15(49), 125-140.
- Martínez, R. (2021). *Control de líneas de producción basado en indicadores de rendimiento en las pequeñas y medianas empresas* [Tesis de pregrado,

- Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción].
https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Tesis-Rossana_Martinez.pdf
- Mercado, V. y Peña, J. B. J. S. (2018). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Saber*, 28(1), 99-105.
- Minero Sánchez, E. J., Rodríguez Orozco, C. R., Romero Delgado, C. A., & Romero Salgado, A. J. (2014). *Sistema informático para planeación y gestión de los procesos de servicio de mantenimiento del área de mantenimiento general, nivel regional y local del Ministerio de Salud.(SIM)* [Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador].
- Michael, M., Alfonso, G. y Rico, S. (2023). *Diseño de un plan estratégico de gestión de mantenimiento para el taller 147 de Soldadura del Centro de Materiales y Ensayos-SENA complejo sur* [Tesis de Ingeniería, Universidad DECCI].
<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3574/Trabajo%20de%20Ogrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ocampo, T., Pety Delgado, K. y Sequeira, A. (2020). *Propuesta de sistema contable para la pequeña empresa comercial Divino Niño, ubicada en la ciudad de León, estudio realizado octubre-diciembre 2019* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León].
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8060/1/245436.pdf>
- Palencia, O. (2011). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales*. Ediciones de la U.
- Parra, C., Viveros, P., Kristjanpoller, F., Crespo, A., González-Prida, V. y Gómez, J. (2021). *Técnicas de auditorías para los procesos de: mantenimiento, fiabilidad operacional y gestión de activos (AMORMS & AMS-ISO 55001)*.
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Auditoria_v-2021-AMORMS-AMS-55001-v2-UTFSM.pdf
- Pérez, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Ediciones Usta.
- Quiroz, B. S., & Suárez, M. H. (2023). Análisis de la situación actual del mantenimiento en el sector automotriz. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(10), 577-597.

- Sarmiento, Y. (2023). *Manual de funciones y la mejora de la gestión administrativa de la empresa Edificaciones M&F Construcpangua Cía Ltda.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
- Sebastián, J. y Vargas, Á. (2022). *Aplicación de la metodología kaizen para incrementar la productividad de la línea de crudo en La Chimbotana SAC-Chimbote 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].
- Tasé-Velázquez, D., Camello-Lima, C. y Hernández-Mastrapa, L. (2020). Modelo para la gestión del mantenimiento de un sistema de fabricación híbrido con base en políticas corporativas y de producción. *Emthymós, revista de estudios empresariales*, 1(2), 118-134.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L. y Crespo, A. (2018). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare, revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.
- Zambrano-Castro, J. y Pérez-Guerrero, J. (2021). Estudio de la aplicación del mantenimiento predictivo en motores diésel en la provincia de Manabí. *Tecnología e Investigación*, 4(8 Ed. esp.), 96-116.

CAPÍTULO 10

La política comercial en el comercio exterior ecuatoriano

Juan Carlos Meneses Salvador

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9176-6225>

Correo: j.meneses@istlam.edu.ec

Mario Leroy Tortorelli Reyes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9848-2412>

Tania María Zambrano Vera

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3189-9739>

Darwin Gonzalo García Murillo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0433-9729>

Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez

Introducción

El Ecuador se ha caracterizado por ser un país eminentemente exportador de materias primas, debido a la gran ventaja comparativa que se posee en el país en los recursos naturales ya sean estos mineros, agrícolas, pesqueros, entre otros. Actualmente la producción del Ecuador con fines exportables se destaca en la comercialización de petróleo, banano, camarón, enlatados de pescado, flores naturales, atún y pescado, brócoli, cacao, madera y elaborados, aceites vegetales, palmito, brócoli, entre otros productos más. Sobre esto, es menester indicar que la diversificación de la oferta exportable de un país es en el sentido amplio del comercio exterior lo opuesto a una estructura monoexportadora. Por otra parte, la revisión de alianzas comerciales y la adopción de nuevos tratados en este sentido, permitirá establecer la relación de los acuerdos con las exportaciones e importaciones del Ecuador, en este contexto se analiza por ejemplo el acuerdo comercial con la Unión Europea. De la misma manera, revisar las políticas de comercio exterior durante la última década y su incidencia en el comportamiento de la balanza comercial se obtiene a través de la investigación técnica y descriptiva. El contar con información documental proporcionada por el Banco Central del Ecuador, así como de los Informes económicos de la Comisión Económica para

América Latina (CEPAL) son insumos válidos para inferir la relación existente entre los instrumentos políticos y comerciales con el comercio exterior ecuatoriano.

Los periodos de exportación que a un país le signifiquen altos ingresos para su economía se les denomina *boom*, sumando a la expresión el nombre del producto. Así, el Ecuador ha experimentado en su historia diversos periodos de crecimiento económico, que van desde el denominado boom cacaotero del siglo XIX hasta el boom petrolero de la década de los 70 y el comprendido entre 2008 y 2014. La apertura comercial ecuatoriana a otros países inicia en 1969 cuando se adhiere al Acuerdo de Cartagena - actualmente Comunidad Andina- con la finalidad de establecer integración y cooperación económica y social. En 1993, en el gobierno de Sixto Durán Ballén, se inicia el proceso de adhesión al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés) pero no se logra materializar dentro de ese sistema, por la creación de la Organización Mundial de Comercio (OMC), institución a la que se adhiere en 1996.

En definitiva, la política exterior ecuatoriana no ha sido muy abierta a firmar tratados de libre comercio (TLC), a excepción de la Zona de libre comercio con los países de la Comunidad Andina y el Acuerdo Comercial Multipartes con la Unión Europea, el resto son acuerdos de cobertura media. En este sentido, ante la OMC los acuerdos comerciales regionales que se encuentran notificados no llegan a la decena, lo cual contrasta con el comportamiento de otros países como Chile que tiene más de 30 acuerdos comerciales registrados.

El presente estudio propende dar a conocer elementos históricos que caracterizan al Ecuador respecto a su estructura exportadora y revisar la evolución registrada en la última década respecto al comercio exterior. En otra sección se abordan los acuerdos comerciales firmados y sus antecedentes, a partir de lo cual se determinará el impacto que los mismos tienen para el comercio exterior ecuatoriano.

La política comercial bajo el ámbito jurídico

A nivel mundial el comercio exterior en el que convergen los distintos países regula sus actividades por lo que establece la Organización Mundial de Comercio, ente cuyo objetivo central es el de armonizar las relaciones de los países miembros en torno al comercio exterior.

En el contexto nacional, el Ecuador establece en la Constitución de la República (2008) una serie de objetivos en materia comercial:

1. Regular, promover y ejecutar las acciones correspondientes para impulsar la inserción estratégica del país en la economía mundial.
2. *Fortalecer el aparato productivo y la producción nacionales.*
3. *Contribuir a que se garanticen la soberanía alimentaria y energética para así reducir las desigualdades internas.*

Dentro de este examen aplicado a la política comercial ecuatoriana, la OMC destaca el trabajo realizado por el Estado al implementar el COPCI (Código Orgánico a la Producción, Comercio e Inversiones), teniendo como resultado una mayor herramienta para consolidar el cambio de la matriz productiva y sobre todo, mostrando al mundo que Ecuador está consolidando sus relaciones económicas internacionales, incentivando las exportaciones y otorgando mayor certidumbre al inversionista extranjero, el mismo que puede hacer uso de los beneficios que el Código otorga a las nuevas inversiones tales como: Exoneraciones al Impuesto a la Renta, al Impuesto a la Salida de Divisas, incentivos para empresas medianas, entre otros (Alvarado Guzmán, 2019).

Así, el Comité de Comercio Exterior (COMEX) se crea como una institución responsable de crear, revisar y definir las políticas públicas inherentes a la política comercial. Sus objetivos y responsabilidades se encuentran establecidos en los artículos 71 y 72 del COPCI, donde se establece que el comité y su secretaría técnica definen la política comercial en el Ecuador. El comité establece aspectos como la definición de políticas fuertes dentro del comercio, incrementar y mantener las buenas relaciones en los negocios internacionales, crear normativas y establecer autorizaciones en el proceso de importación y exportación, modificar la política arancelaria, mejorar la políticas de desarrollo para los regímenes y tomar las medidas necesarias para erradicar el comercio ilegal. De acuerdo con el COPCI, la conformación del COMEX incluye al Ministerio rector de la política de comercio exterior, de política agrícola, política industrial, desarrollo productivo, política económica, finanzas públicas, el Organismo Nacional de Planificación, Ministerior coordinador de sectores estratégicos, Servicio de Rentas Internas, la autoridad aduanera nacional, y, las demás instituciones que mediante decreto ejecutivo determine el Jefe de Estado, con la consideración de que estas entidades participan en el comité con voz pero sin derecho a voto. Por su parte el

Ministerio encargado del comercio se encarga de formular y ejecutar políticas públicas para la regulación de las diversas relaciones que en materia de comercio internacional el país tenga suscritas.

Contexto histórico

Los países de América Latina guardan en común un pasado que se relaciona con la separación del poder colonial, a partir de ahí la dinámica exportadora de la región se ha visto inmersa a los distintos vaivenes de las crisis políticas que configuran inestabilidad en la región. En el caso ecuatoriano las luchas y reformas sociales, periodos de dictadura o golpes de estado con remoción de presidentes elegidos por voto popular, han incidido en el estancamiento del crecimiento y en ese contexto, crisis económica. La integración latinoamericana en materia de intercambio comercial no se ha dinamizado por distintos factores en el siglo XXI. Al respecto Bertola y Ocampo (2022) señalan como muy problemática la falta de dinamismo del comercio intrarregional, a pesar del establecimiento de la Comunidad Andina y el Mercado Común Centroamericano y al nacimiento de Mercosur. La crisis venezolana y la salida de este país de la Comunidad Andina se cuentan entre los factores importantes en la escasa dinámica del comercio intrarregional. También lo son la falta de una consolidación plena de Mercosur y las recurrentes tensiones económicas y políticas entre sus dos principales socios: Argentina y Brasil. Por lo demás, que el comercio intrarregional haya representado menos de la quinta parte del total de la región es una muestra fehaciente de la debilidad de los procesos de integración latinoamericanos; de acuerdo con las exportaciones intraregionales en la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) entre los años 2021 y 2023, la participación respecto al total mundial no supera el 13%, lo cual difiere significativamente con la realidad exportadora interna de la Unión Europea.

Tabla 1*Comercio Intraregional Unión Europea y Comercio Intraregional ALADI (2021-2023)*

Año	Total exportado de UE (28) al mundo (en millones de USD FOB)	Comercio Intraregional UE (28) (en millones de USD FOB)	Porcentaje exportaciones intraregionales vs. al mundo	Total exportado de ALADI al mundo (en millones de USD FOB)	Comercio Intraregional ALADI (en millones de USD FOB)	Porcentaje exportaciones intraregionales vs. al mundo
2021	6.931.202	4.393.557	63,4%	1.120.343	135.308	12,08%
2022	7.468.480	4.774.461	63,9%	1.316.753	164.499	12,49%
2023	7.478.268	4.761.094	63,7%	1.302.550	157.409	12,08%

Nota. Tabla elaborada por los autores. Información obtenida de la base de datos del Centro de Comercio Internacional (2023)

El Ecuador y en general los países de la región, fundamentan los resultados en materia de comercio exterior a la exportación de productos sin mayor valor agregado (ver Tabla 2). Es decir, bienes que no forman parte de un proceso de industrialización y que por consiguiente no son parte de un proceso de transformación sustancial. Fuenzalida-O'Shee y Valenzuela-Klagges (2019) refieren que América Latina se caracteriza por la desindustrialización de sus exportaciones, la baja actualización tecnológica del sector productivo y la especialización en materias primas que ofrecen limitadas posibilidades de diversificación, lo que ha provocado un insignificante desempeño económico y exportador en la última década.

Tabla 2*Principales productos de exportación en América del Sur, 2020*

País	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Producto 5
Colombia	Aceites crudos de petróleo	Hulla (carbón) bituminosa	Oro, incl. el oro platinado, en bruto	Café sin ni tostar descafeinar: los demás	Plátanos frescos o secos
Ecuador	Aceites crudos de petróleo	Plátanos frescos o secos	Camarones y langostinos congelados,	Cacao en grano	Rosas, flores y capullos
Perú	Minerales de cobre y sus concentrados	Oro, incl. el oro platinado.	Cobre refinado	Harina, polvo y despojos, pescado o de crustáceos,	Minerales de hierro y sus concentrados, sin aglomerar
Brasil	Habas de soja	Minerales de hierro, no aglom	Aceite de petróleo	Azúcar de caña, otros	Carne de vacuno, congelada
Bolivia	Gas natural en estado gaseoso	Las demás formas en bruto de oro	Mineral de zinc y sus concentrados	Tortas y demás sólidos de aceite de soya	Minerales de plata y sus concentrados
Chile	Minerales de cobre y sus concentrados	Cobre refinado	Cerezas frescas	Minerales de hierro y sus concentrados,	Filetes de salmones del pacífico
Paraguay	Habas de soja,	Energía eléctrica (partida discrecional).	Tortas y demás sólidos de aceite de soya	Carne de bovinos deshuesada	Aceite de soja en bruto,
Uruguay	Carne de bovinos deshuesada	Las demás habas porotos, frijoles, frejoles de soja	De eucalipto la demás madera en bruto,	Leche entera. sin adición de azúcar ni otro edulcorante.	Arroz semiblanqueado o blanqueado
Argentina	Tortas y demás residuos de aceite de soya	Los demás maíces: en grano	Aceite de soja en bruto, incluso desgomado.	Los demás vehículos automóviles	Habas de soja, incluso quebrantadas

Nota. Recuperado de la base de datos del Centro de Comercio Internacional. Copyright 2023

La década de 1990 estuvo caracterizada por la terminación del proceso de la globalización y la revolución de las tecnologías de la información, lo que redujo los costos de transporte y favoreció el proceso de transnacionalización de las empresas. Este nuevo escenario internacional llevó a países de América Latina a repensar sus políticas de desarrollo. En este contexto, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) propone una nueva estrategia de desarrollo para la región, llamada transformación con equidad. De acuerdo con Petersen y Schulz (2018) la revisión de información histórica demuestra que la singularidad de la integración regional latinoamericana no es crear instituciones supranacionales, sino establecer consensos para fortalecer los Estados en su accionar doméstico e internacional.

La participación de los bienes primarios se ha reducido en las últimas décadas si se analiza a América Latina. De acuerdo con datos de la CEPAL para la década del 2000 los productos primarios representaron cerca de las dos terceras partes del total de exportaciones (Ver Tabla 3), pero aún sigue siendo determinante para la mayoría de los países, en donde en algunos casos oscila o supera el 90%.

Tabla 3

Exportaciones de bienes primarios como porcentaje del total. Periodo: 1980 - 2000

País	1980	1990	2000
Argentina	76.9	70.9	67.9
Bolivia	97.1	95.3	72.9
Brasil	62.9	48.1	42.0
Chile	88.7	89.1	84.0
Colombia	80.3	74.9	65.9
Costa Rica	70.2	72.6	34.5
Ecuador	97.0	97.7	89.9
El Salvador	64.6	64.5	51.6
Guatemala	75.6	75.5	68.0
Honduras	87.2	90.5	64.4
México	87.9	56.7	16.5
Nicaragua	81.9	91.8	92.5

Panamá	91.1	83.0	84.1
Paraguay	88.2	90.1	80.7
Perú	83.1	81.6	83.1
Uruguay	61.8	61.5	58.5
Venezuela	98.5	89.1	90.9
América Latina	80.0	77.2	66.4

Nota. Recuperado de la base de datos de CEPALSTAT. Copyright 2023

Por otro lado, reflejando la sabiduría de las políticas de desarrollo actuales y la iniciativa política pasada para reducir la dependencia de los precios internacionales de las materias primas altamente volátiles, la mayoría de los países latinoamericanos de hecho apuntaron a utilizar los ingresos de los recursos naturales para diversificar la economía durante la última bonanza (Peters, 2019).

Exportaciones del Ecuador

La economía ecuatoriana desde la aparición del primer boom petrolero en la década de los setenta ha centrado sus ingresos en la exportación de crudo o sus derivados. De acuerdo con estos ingresos se financia cerca del 30% del Presupuesto General del Estado, esto a su vez, compromete de manera directa el cumplimiento de los rubros para las cuentas en el sector público. El segundo boom petrolero inicia en 2007 y termina a finales de 2014, y corresponde al periodo de mayores ingresos en la historia incluso con promedios establecidos entre \$95 y \$100 dólares por barril de petróleo.

El Ecuador basa sus exportaciones en materias primas o productos parcialmente elaborados. En este contexto, la baja diversificación productiva de las economías regionales, junto con su elevada dependencia en exportaciones de recursos naturales y su escasa participación en cadenas globales de valor, condicionan su patrón de inserción externa (Bárcena, 2021).

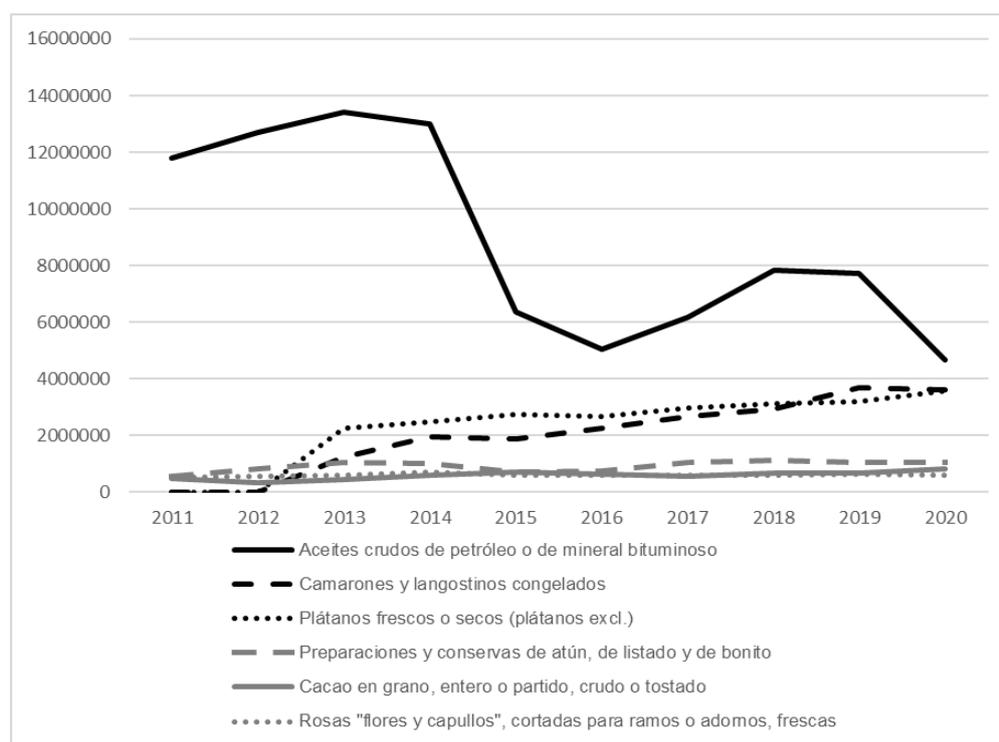
La dependencia del estado por ingresos derivados de la exportación de un commodity, está relacionada a las variaciones de la oferta y demanda, y de cómo se negocian esos títulos en los mercados financieros; entre otros factores se tienen los efectos de la naturaleza y cambio climático, y por otra parte aspectos políticos de repercusión regional o mundial. En este contexto (Ver Figura 1), el Ecuador basa su

modelo de desarrollo en la exportación de petróleo que está ligado a variables externas que el estado no puede controlar.

La gran brecha existente entre el petróleo, en el auge por los precios, y otros productos de relevancia exportadora en el Ecuador para el 2020 se han acortado por diversas circunstancias presentadas en el contexto de una pandemia global.

Figura 1

Principales exportaciones ecuatorianas entre los años 2011 y 2020



Nota. Gráfico elaborado por los autores. Cifras expresadas en miles de USD FOB con información obtenida de la base de datos de la CCI. Copyright 2021

Desde el 2019, el Ecuador adopta un modelo económico impulsado por el sector privado, para así reactivar la economía y respaldar principios elementales del crecimiento inclusivo y sostenible. El informe del Banco Mundial (2019) preveía para la economía ecuatoriana recuperación en el 2021 gracias a las exportaciones no petroleras y las inversiones privadas (p. 11).

La mayor parte de exportaciones ecuatorianas tiene como destino los Estados Unidos, y en este sentido se debe mencionar lo beneficioso que resultó para el Ecuador el programa ATPDEA vigente hasta julio de 2013, el Sistema General de Preferencias (SGP) y el arancel NMF (Nación más favorecida) definido por los Estados Unidos.

Importaciones del Ecuador

El Ecuador de manera legal adopta el dólar como medio de pago obligatorio en el año 2000, razón por la cual la visión de negocios internacionales toma un giro respecto a la moneda de intercambio. De igual manera, promovió la apertura comercial con nuevos mercados, afianzó algunas ya existentes y en otros casos se desvaneció. A partir de ahí, los hallazgos econométricos muestran que la Balanza Comercial, medida por las exportaciones e importaciones, generó un impacto positivo para la economía ecuatoriana, impulsándola a crecer; viéndose, además influenciada mayoritariamente por las importaciones de bienes y servicios post dolarización (Torres y Campuzano Vásquez, 2021).

Históricamente, los Estados Unidos ha sido el principal país proveedor de productos para el Ecuador (Ver Tabla 4), aunque se debe señalar que en los últimos años la participación de importaciones desde China ha crecido a niveles que incluso se acercan a los registrados con el gigante norteamericano.

Tabla 4

Importaciones totales del Ecuador. Año 2020

No.	País	Importaciones	Participación
1	Estados Unidos	3977717	22,34%
2	China	3947269	22,17%
3	Colombia	1477577	8,30%
4	Brasil	662991	3,72%
5	Perú	599950	3,37%
6	México	590759	3,32%
7	Alemania	485163	2,73%
8	España	477927	2,68%
9	Chile	449022	2,52%
10	Corea	399262	2,24%
	Resto del Mundo	4735719	26,60%

Nota. Tabla elaborada por los autores. Cifras expresadas en miles de USD FOB con información obtenida de la base de datos de la ITC. Copyright 2021

Otro aspecto que marca una tendencia se relaciona con la participación de las importaciones totales del Ecuador, donde los 10 principales países proveedores representan alrededor de un 75% de los bienes que ingresan al país.

Gobernanza

El Ecuador históricamente se ha caracterizado por sus constantes problemas de gobernabilidad, que impiden la gestión eficiente de los proyectos para los ciudadanos, y en definitiva el cumplimiento del plan de desarrollo. Entre los años 1996 y 2023 únicamente los periodos presidenciales del Eco. Rafael Correa Delgado y el periodo del Lic. Lenín Moreno Garcés, cumplieron la totalidad del tiempo de su mandato; el resto de gobernantes ha enfrentado graves situaciones de fragmentación política que significaron el cese o salida anticipada de sus funciones.

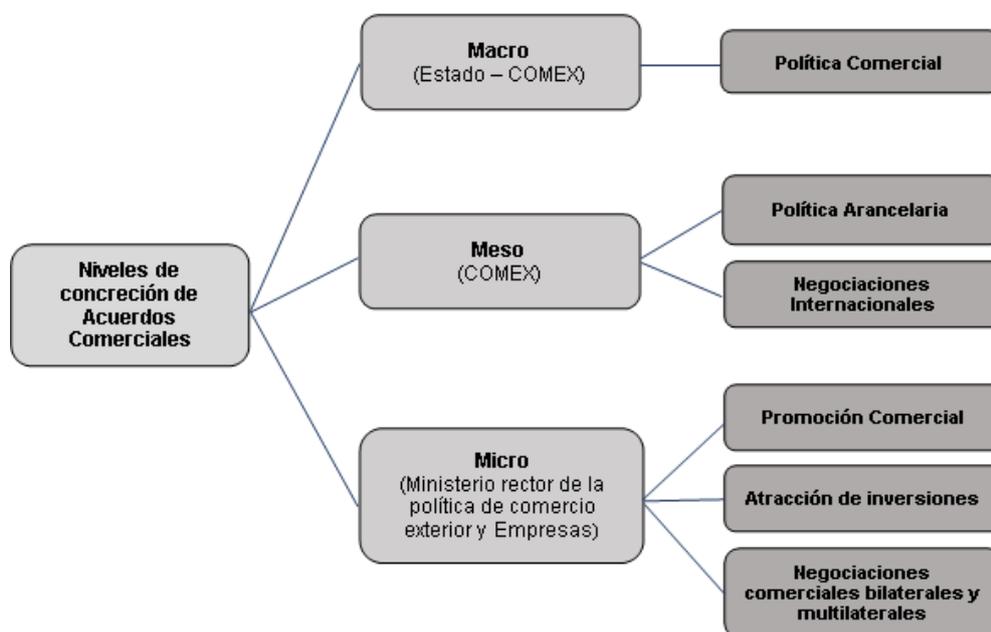
La inestabilidad en el Estado también se observa en los constantes cambios de autoridades a nivel ministerial, lo que en ocasiones obedece a las coaliciones políticas durante los procesos de elección popular que generan compromisos posteriores. Sobre esto, Basabe et al. (2018) menciona que, en América Latina, Ecuador es uno de los países con una de las tasas más altas de rotación de Gabinete.

La política comercial del Ecuador en materia de Acuerdos es reducida en términos de apertura internacional a otros mercados. En América Latina, México es el tercer país después de Chile y Perú, con más acuerdos comerciales en vigor, lo que le ha permitido construir un andamiaje institucional que refleja tanto la evolución de las reglas de comercio internacional como la orientación de su modelo de desarrollo (Toro y Kolsky Lewis, 2020, p. 89).

Los acuerdos comerciales se firman una vez que exista total aceptación en las propuestas planteadas en las rondas previas, que para el efecto se lleven a cabo. Bajo este escenario se debe entender que existen distintos niveles para la concreción de acuerdos comerciales, que van desde el contexto macro, meso y micro; razón por la cual, se debe articular la participación de las empresas operadoras de comercio exterior, Ministerio encargado de la política comercial, y, el Estado a través del Comité que lidera las políticas en materia de negociación internacional. En la Figura 2 se puede observar como se interrelacionan los niveles y entidades que participan en un proceso de negociación para la firma de un Acuerdo Comercial.

Figura 2

Niveles de concreción de Acuerdos Comerciales



Nota. Gráfico elaborado por los autores. Información obtenida del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2023)

Apertura del Comercio Exterior

Inicialmente las conversaciones de negociación entre la Unión Europea y la Comunidad Andina se interrumpieron por un inexistente acuerdo entre los países andinos y la visión distinta del desarrollo; a partir de entonces Colombia y Perú decidieron seguir las negociaciones de manera bilateral alcanzando la firma del acuerdo el 26 de junio de 2012. Posteriormente, con la adhesión del Ecuador al Acuerdo Multipartes con la Unión Europea se cristaliza el fortalecimiento para las relaciones comerciales con el principal destino de exportaciones no petroleras del Ecuador.

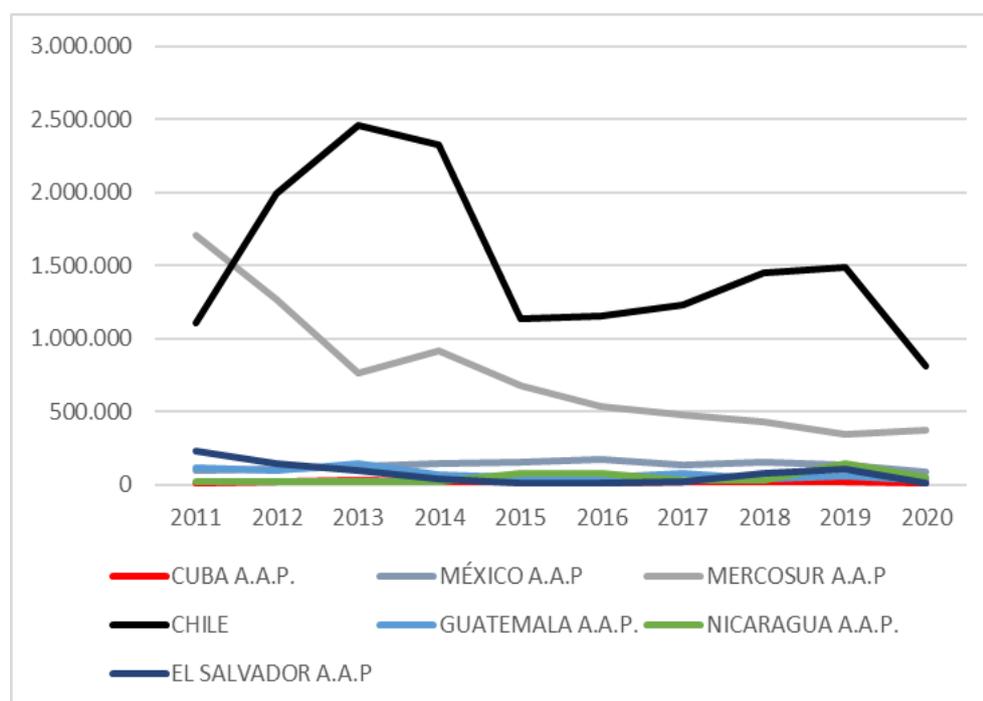
Asimismo, y pensando en el mercado europeo como un socio estratégico para el Ecuador, a mediados del 2016 se inician las negociaciones de un acuerdo de asociación económica, con la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA) conformada por: Noruega, Suiza, Islandia y Liechtenstein, acuerdo que fue firmado en junio del 2018 y busca la internacionalización y empoderamiento de los productos ecuatorianos en mercados donde no tenía mayor competitividad (Ministerio de Comercio Exterior, 2018).

Los Acuerdos de Alcance Parcial (APP) que ha firmado el Ecuador, por ser específicos a un número reducido de partidas arancelarias, no ha generado un impacto importante

en el comercio exterior del país (Ver Figura 3). Es cuestión de revisar el comportamiento histórico en las dos primeras décadas del milenio, donde a excepción de los AAP firmados con Mercosur y Chile, los resultados de las exportaciones totales a estos mercados son bajos. Para el 2020 el conjunto de exportaciones realizadas a Cuba, México, Guatemala, Nicaragua y El Salvador, correspondió al 0.95% del total de exportaciones, equivalentes a 192 millones de dólares.

Figura 3

Exportaciones ecuatorianas a países con Acuerdos de Alcance Parcial

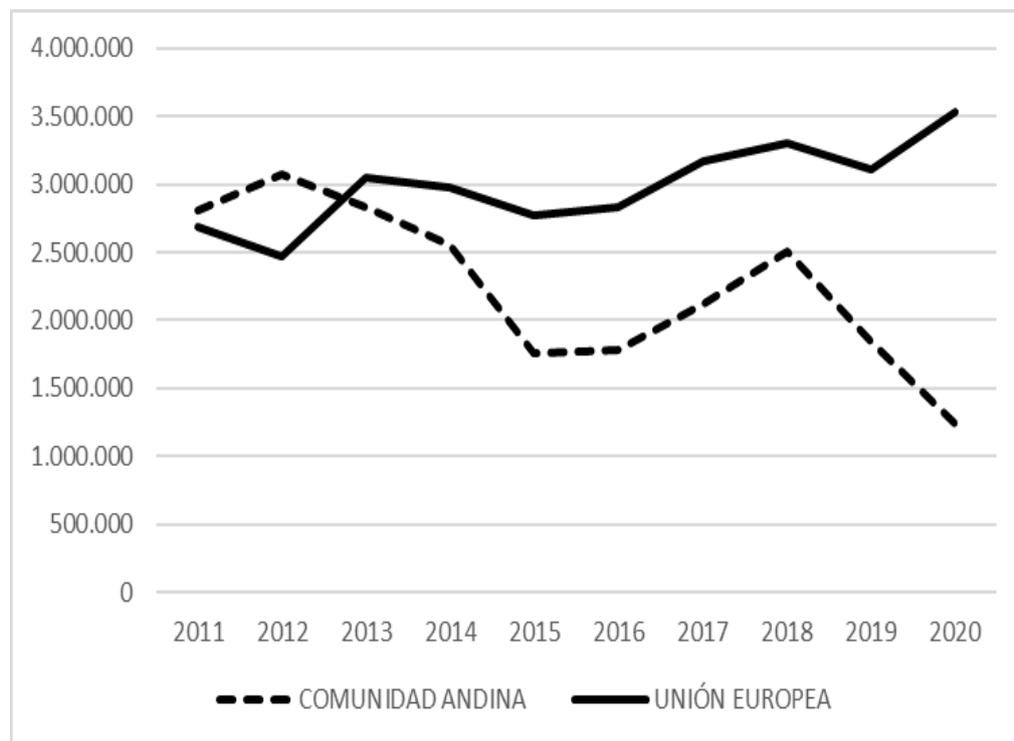


Nota. Gráfico elaborado por los autores. Cifras expresadas en miles de USD FOB con información obtenida de la base de datos de la Cámara de Comercio Internacional, 2021.

Durante la recuperación post Gran Recesión entre el 2010 y 2012, inicia un declive en las exportaciones al mercado europeo lo cual coincide con los años de paralización de las conversaciones para el Acuerdo Comercial, además de que entre el 2013 y 2016 se suscita un comportamiento estable en las cifras exportadas. Al mismo tiempo (Ver Figura 4); inicia con la Comunidad Andina un descenso sostenido del volumen de exportaciones el cual se ha agudizado en el 2020 por efectos de la Pandemia.

Figura 4

Exportaciones ecuatorianas a la CAN y U.E entre los años 2011 y 2020



Nota. Gráfico elaborado por los autores. Cifras expresadas en miles de USD FOB con información obtenida de la base de datos de la Cámara de Comercio Internacional, 2021f.

Existen Acuerdos comerciales firmados entre el 2018 y 2019, como el EFTA conformado por Liechtenstein, Noruega, Islandia y Suiza, y, Reino Unido, sobre este último debido a su corto tiempo y sumado a los efectos adversos en la economía mundial desde el 2020, no han sido considerados en la presente investigación. De acuerdo con esto, en el informe de la CEPAL (2020) se menciona que el Ecuador a marzo de 2020, mantenía ocho acuerdos comerciales -entre globales y parciales- que involucran a 40 países con los que se mantienen preferencias arancelarias. En este sentido (Ver Tabla 5), por la vía de las exportaciones se beneficia el 36% mientras que el 39% se otorga para las importaciones.

Tabla 5*Acuerdos comerciales suscritos 2020*

País Socio	Tipo de Acuerdo	Fecha de suscripción	de Fecha entrada vigor	de en	Porcentaje de exportaciones	Porcentaje de importaciones
Bolivia	ZLC	Mayo, 1969	Noviembre, 1969		0,2	1,2
Colombia	ZLC	Mayo, 1969	Noviembre, 1969		3,9	8,1
Perú	ZLC	Mayo, 1969	Noviembre, 1969		7,5	3,8
Argentina	AAP 59	Octubre, 2004	Octubre, 2004		1,1	2,1
Brasil	AAP 59	Octubre, 2004	Octubre, 2004		0,5	4,4
México	AAP 29	Abril, 1983	Agosto, 1987		0,7	3,7
Chile	AAP 65	Marzo, 2008	Enero, 2010		6,8	2,5
Guatemala	AAP 25	Abril, 2011	Febrero, 2013		0,2	0,2
Unión Europea	ACP	Diciembre, 2014	Enero, 2017		15,1	13,1
AELC	ACP	Junio, 2018			0,1	0,6
Total en los acuerdos preferenciales					35,9	39,1

Nota. Cuadro elaborado por los autores. Información obtenida de CEPAL, 2020e

Acuerdos Comerciales

Los acuerdos comerciales son instrumentos de la política que se utilizan desde hace setenta años, pero es a partir de 1990 cuando su proliferación ha sido significativa en el mundo. Así, para julio de 2022 se registraron 355 acuerdos comerciales vigentes, que representan un 61% de acuerdos notificados a la OMC hasta la fecha indicada, que son 580 en total (OMC, 2023).

Los gobiernos en el ejercicio de sus funciones y en concordancia con su política comercial, deciden negociar Acuerdos con otros países, sean estos de manera bilateral o multilateral. La historia reciente señala que los gobiernos en el Ecuador no han sido afines a la suscripción de acuerdos comerciales en gran medida, así el Ministerio de Producción, Comercio Exterior Inversiones y Pesca (2023), señala los Acuerdos Comerciales vigentes en el Ecuador (Ver Tabla 6) por año de suscripción.

Una clara cronología de los acuerdos firmados por el Ecuador, para así relacionar en el tiempo el impacto de estos convenios con las exportaciones e importaciones, y por ende con la balanza comercial es de vital importancia para entender el grado de apertura al comercio internacional.

Tabla 6

Acuerdos Comerciales del Ecuador. 2023

Acuerdo	Año	Gobierno
Cartagena - CAN	1969	José M. Velasco Ibarra
AAP México 29	1987	León Febres Cordero
Acuerdo CE. Mercosur 59	1998	Jamil Mahuad
AAP. CE. Cuba 46	2000	Gustavo Noboa
Acuerdo CE. Chile 65	2008	Rafael Correa
AAP. CE. Guatemala	2013	Rafael Correa
ACM Unión Europea	2016	Rafael Correa
AAP Nicaragua	2017	Rafael Correa
AAP El Salvador	2017	Lenín Moreno
AAEI - EFTA	2018	Lenín Moreno
Reino Unido	2019	Lenín Moreno
Costa Rica	2023	Guillermo Lasso
China	2023	Guillermo Lasso

Nota. Recuperado del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2023)

Para alcanzar una inserción real a la economía mundial se deben establecer mesas de diálogo o negociaciones con países que brinden oportunidades de ser destinos de exportación, lo que conlleva a la apertura de nuevos mercados. En este sentido, y de acuerdo con lo señalado por el BCE (2019), el Ecuador mantiene acuerdos comerciales vigentes, bajo los siguientes esquemas de integración:

- l)** Acuerdos de libre comercio con la Unión Europea
- m)** Acuerdos de alcance parcial con Chile, Mercosur, México, Cuba, Guatemala, El Salvador y Nicaragua; y,
- n)** Uniones Aduaneras, Comunidad Andina (CAN) con Colombia, Bolivia y Perú

Aranceles

Las importaciones de mercancías deben cumplir con formalidades tributarias conocidas como derechos de aduana, que toman el nombre de aranceles. Estas se establecen en los países para ofrecer a los productores locales y a la industria nacional, ventajas respecto a los precios de los bienes en relación con mercancías importadas; además de constituir una fuente de ingresos para el Estado. Durante décadas, señala Padin (2019) los aranceles aduaneros tuvieron dos finalidades principales: la primera que se deriva de garantizar ingresos al erario público desde el rol fiscal, y, proteger ciertas industrias nacionales, constituyéndose de tal modo en la principal restricción en frontera.

No obstante, el comercio internacional y sus reglas permiten que los países a través de los gobiernos incrementen los derechos de aduana sobre lo referido en el arancel. Esto, cuando sean necesarias medidas de defensa comercial como por ejemplo las salvaguardias, ante graves riesgos de afectación en la balanza de pagos.

La apreciación del dólar y la caída del precio internacional de petróleo ocasionó que la balanza comercial registrará saldo negativo durante cuatro años; por tal motivo, en el 2015 se establecen las salvaguardias como barrera arancelaria, con el principal objetivo de equilibrar la balanza comercial y evitar la salida de dólares de la economía local.

El Banco Central del Ecuador clasifica a los ingresos fiscales en tres categorías: petroleros, no petroleros y superávit operacional de empresas públicas no financieras (SPNF). De este último, los ingresos provienen de la recaudación del Servicio de Rentas Internas (SRI) con el impuesto al valor agregado; Servicio Nacional de Aduanas (SENAE) con los tributos a las importaciones denominados aranceles; y, Gobiernos Autónomos Descentralizados con rubros como peajes, tasas, entre otros.

Snoussi-Mimouni y Drevinskas (2023) mencionan que entre los años 1996 y 2021 el promedio aritmético de los aranceles aplicados por los Miembros de la OMC sobre la base del principio de la nación más favorecida —mediante el cual cada Miembro de la OMC otorga el mismo trato comercial a todos los demás Miembros, particularmente en lo que respecta a los tipos arancelarios y al acceso a los mercados— ha disminuido un 44% (del 13,2% al 7,4%). En la misma línea (Ver Tabla 7), en el Ecuador la suscripción de acuerdos comerciales se relaciona con una menor participación en la recaudación tributaria por concepto de aranceles, respecto al Producto Interno Bruto.

Tabla 7*Ingresos Tributarios por concepto de aranceles. Periodo: 2012 - 2023*

Año	PIB corriente (en millones de USD)	Ingresos Arancelarios (% respecto a PIB)
2012	87.735,0	1,4
2013	96.570,3	1,4
2014	102.717,8	1,3
2015	97.209,6	2,1
2016	97.671,4	1,7
2017	104.467,5	1,4
2018	107.479,0	1,5
2019	107.595,8	1,3
2020	95.865,5	1,0
2021	107.435,1	1,1
2022	116.586,1	1,1
2023	118.844,8	1,0

Nota. Cuadro elaborado por los autores. Información obtenida de BCE, (2023)

El promedio de participación total de ingresos arancelarios respecto al PIB es de 1% entre los años 2020 y 2023, una disminución cercana al 60% respecto al periodo comprendido entre el 2012 y 2015 donde la participación fue del 1.6% respecto al producto interno bruto.

Conclusiones

El Ecuador establece en su marco normativo el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, y este instrumento junto a los reglamentos que se derivan, permiten la articulación de las distintas actividades en las que están inmersos los operadores de comercio exterior. La implementación de estas leyes otorga estabilidad en el ámbito jurídico y normativo, además de generar confianza y certidumbre respecto

a las diversas operaciones que en el marco de las actividades de comercio exterior se deban realizar.

A nivel de la institucionalidad y gobernanza, se debe propender a la estabilidad en el tiempo de los procesos administrativos y de quienes lideran el Gobierno y la cartera de Estado. En esta línea, se puede destacar los gobiernos que bajo su política comercial han apostado a la firma de nuevos acuerdos comerciales y en este sentido, la búsqueda de inserción en acuerdos regionales que signifiquen mayores oportunidades para el país.

La apertura comercial e integradora con la Comunidad Andina, evidencia resultados que en los últimos años no han sido del todo positivos, en este sentido, es importante replantear nuevas alianzas y acuerdos, así se debe mencionar que la apuesta del Ecuador de integrarse a la Alianza del Pacífico, le abre la posibilidad de insertarse en una plataforma regional y subregional conformada por México, Colombia, Chile y Perú, que en conjunto conforman la octava economía del mundo. Además, las conversaciones que a nivel de Estado se mantienen con los Estados Unidos, Japón, Corea y los países de la Unión Euro Económica Asiática, no están ideadas como acuerdos de alcance parcial sino como verdaderas áreas de libre comercio.

Finalmente se pudo observar la relevancia que los Acuerdos Comerciales tienen en el comportamiento exportador del Ecuador, cuando estos convenios internacionales constituyen un verdadero escenario que facilita el libre comercio, sin restricciones de índole arancelario y con promoción de nuevas inversiones.

Referencias

- Alvarado Guzmán, A. R. (2019). Análisis exploratorio de la apertura comercial del Ecuador frente a Perú y Colombia. *Revista Economía y Política* (29). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571168607001>
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Boletín Informativo de Integración Monetaria y Financiera*. BCE.
- Bárcena, A. (2021). Efectos socioeconómicos de la COVID-19 en América Latina y el Caribe y perspectivas de recuperación. *Pensamiento Iberoamericano*, 61-87.
- Basabe-Serrano, S., Polga-Hecimovich, J. y Mejía Acosta, A. (2018). *Government Formation and Minister Turnover in Presidential Cabinets*. Routledge.
- BCE. (30 de 12 de 2023). *Banco Central del Ecuador*. <https://www.bce.fin.ec/informacioneconomica/sector-fiscal>

- Bertola, L. y Ocampo, J. (2022). La economía latinoamericana durante las primeras décadas del siglo XXI. *El trimestre económico*. doi:<https://doi.org/10.20430/ete.v89i353.1425>
- CEPAL. (2020). *Evaluación de los posibles efectos de un acuerdo comercial entre el Ecuador y Los Estados Unidos*. Naciones Unidas.
- CEPAL. (15 de Septiembre de 2023). *CEPALSTAT*. https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator_id=2209&area_id=419&lang=es&link=cepal
- Exterior, M. d. (2019). El SGP de los Estados Unidos: Relevancia para el Ecuador. *Ministerio de Comercio Exterior*, 52.
- Fuenzalida-O'Shee, D. y Valenzuela-Klagges, B. (2019). Extractivismos versus exportaciones de manufacturas en Sudamérica: un desafío pendiente. *El trimestre económico*, 127 - 144. doi:<https://doi.org/10.20430/ete.v86i>
- Inversiones, M. d. (2023). *Acuerdos comerciales*. <https://www.produccion.gob.ec/acuerdos-comerciales-2/>
- ITC. (2023). *Cámara de Comercio Internacional*. www.wto.org
- Ministerio de Comercio Exterior. (2018). *Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones*. <https://www.comercioexterior.gob.ec/ecuador-apunta-al-acuerdocomercial-efta/>
- Mundial, B. (2019). *Marco de Cooperación con Ecuador 2019-2023*. Grupo Banco Mundial.
- OMC. (16 de septiembre de 2023). *Regional Trade Agreements Database*. <https://rtais.wto.org/UI/PublicMaintainRTAHome.aspx>
- Padin, J. (2019). Los aranceles aduaneros como herramienta de protección comercial. *Ensayos de Economía*, 115 - 136.
- Pesca, M. d. (2021). Organismo encargado de controlar el comercio exterior. www.produccion.gob.ec/comex
- Peters, S. (2019). Der lateinamerikanische (Neo-)Extraktivismus im transregionalen Vergleich. *Nomos Verlag*.
- Petersen, M. & Schulz, C. (2018). Setting the regional agenda: A critique of posthegemonic regionalism. *American Politics and Society*, 102 - 127. doi:[10.1017/lap.2017.4](https://doi.org/10.1017/lap.2017.4)

- Snoussi-Mimouni, M. & Drevinskas, E. (13 de 04 de 2023). *World Trade Organization*.
https://www.wto.org/spanish/blogs_s/data_blog_s/blog_dta_13apr23_s.htm
- Toro, M. y Kolsky Lewis, M. (2020). *Los acuerdos comerciales regionales y el TLCAN*. El Colegio de México.
- Torres, M. y Campuzano Vásquez, J. (2021). Impacto de la Balanza Comercial en el Crecimiento Económico Ecuatoriano, Período 1990-2019. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(1), 42-47.

CAPÍTULO 11

Procesamiento de embutidos libres de insumos químicos en la industria artesanal

Lourdes Mercedes Saltos Zambrano

ORCID: 0009-0004-4707-8187
Correo: l.saltos@istlam.edu.ec

Carlos Renato Palacios Castro

ORCID: 0000-0002-6036-0038
Correo: c.palacios@istlam.edu.ec

Alfredo Patricio Lucas Villegas

ORCID: 0000-0001-5112-4693
Correo: a.lucas@istlam.edu.ec

Byron Steven Ormaza Lara

ORCID: 0009-0004-5888-1282
Correo: b.ormaza@istlam.edu.ec

Introducción

El procesamiento de embutidos ha sido una práctica ancestral que ha permitido la conservación de carnes en diversas maneras y sabores. Tradicionalmente, los embutidos se preparan con una combinación de carne de res y cerdo, aprovechando las propiedades sensoriales de cada tipo de carne, con el fin de obtener productos finales con texturas y sabores óptimos. Sin embargo, en las últimas décadas, la industria de los embutidos ha experimentado una transformación significativa con la introducción de insumos químicos y aditivos artificiales, diseñados para prolongar la vida útil, mejorar la apariencia y estandarizar los productos.

Bajo este contexto, ha surgido la necesidad en la industria artesanal, de retornar a métodos naturales y tradicionales de producción, eliminando el uso de insumos químicos. Este enfoque no solo responde a una creciente demanda de los consumidores por productos más saludables y naturales, sino que también busca preservar las técnicas artesanales que valoran tanto la calidad como la inocuidad.

Se ha evidenciado un incremento en el consumo de productos saludables como resultado del cambio en los hábitos de alimentación durante la pandemia COVID-19 a nivel mundial, destacando la importancia de la salud y el bienestar. Las personas, ahora

más conscientes de la alimentación, buscan productos que fortalezcan el sistema inmunológico y así mantener una adecuada salud de manera general. Bajo este argumento, el procesamiento de embutidos a base de carne de res y cerdo, libres de insumos químicos, se convierte en una propuesta no solo viable económicamente, adicionalmente aportando importantes beneficios para la salud de los consumidores (Cateriano Ortega, Calmet Fuxa y Sánchez Alegría, 2023).

La elaboración artesanal de embutidos sin insumos químicos implica el uso de ingredientes naturales, técnicas de conservación tradicionales como el ahumado, secado y fermentación, y un minucioso control de calidad de la carne y los condimentos utilizados. Este proceso requiere un amplio conocimiento de las propiedades organolépticas y físico químicas de los ingredientes, así como de las condiciones óptimas de procesamiento y almacenamiento, para garantizar la seguridad alimentaria y la excelencia del producto final (Armenteros, Morcuende, Ventanas y Estévez, 2020).

En este trabajo, se explorarán las diversas etapas del procesamiento de embutidos artesanales, desde la selección y preparación de la carne hasta las técnicas de conservación, garantizando la calidad e inocuidad del producto final, así como las condiciones de higiene y sanidad durante las operaciones de manufactura. Además, se analizará la aceptación del mercado y la rentabilidad económica de la producción de embutidos artesanales.

Calidad organoléptica de embutidos a base de carne de res y cerdo

En el procesamiento de embutidos cárnicos, la calidad de toda la cadena de producción desempeña un papel crucial en el producto final destinado a los consumidores. Desde la selección de las materias primas hasta el almacenamiento del embutido, ya sea en forma artesanal o a escala industrial, cada etapa del proceso influye significativamente en la calidad y seguridad del producto.

El concepto de calidad, según la ISO (*International Standardization Organización*), es la adaptación y conformidad de los requisitos que la propia norma y los clientes establecen. Por lo tanto, es crucial asegurar y garantizar la calidad mediante un adecuado control y gestión de los procesos. La implementación de estos procedimientos no solo promueve un aprendizaje continuo dentro de las empresas, sino que también les permite mantenerse competitivas en el mercado (Mendoza y Solís, 2022).

En este contexto, se deben considerar diversos factores, que van desde la selección de la carne y los análisis bromatológicos hasta la calidad microbiológica de las materias primas a utilizar. Asimismo, es crucial evaluar los ingredientes incorporados en la formulación, ya que todos estos aspectos influyen directamente en la calidad y seguridad del producto final.

Es importante destacar que, en este capítulo, se aborda el procesamiento artesanal de productos cárnicos, donde la incorporación de ingredientes naturales, como especias y condimentos permitidos por la Food and Drug Administration (FDA), contribuye significativamente a los sabores característicos de los embutidos artesanales.

En el Ecuador, el organismo encargado de regular la estandarización de los productos cárnicos procesados y no procesados, es el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), que mantiene las siguientes normas:

NTE INEN 1338 carne y productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados, y productos cárnicos precocidos-cocidos. *Requisitos*

NTE INEN 1346 Carne y productos cárnicos.

En estas normas se detallan los límites máximos permisibles de requisitos microbiológicos, físicos y químicos, además de aquellos organolépticos que están directamente relacionados con los órganos de los sentidos, como olor, color, sabor y textura, que son los indicativos principales de la existencia de contaminación física o química, y referente al parámetro microbiológico, se garantiza determinar la presencia o no de microorganismos que son los responsables del deterioro de los alimentos, perjudicando la inocuidad del mismo y generando enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAS). Las normas INEN están influenciadas y armonizadas con estándares internacionales, incluidos los del Codex Alimentarius.

El Codex Alimentarius es una colección de estándares, directrices y códigos de prácticas relacionados con la seguridad alimentaria, establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los países miembros del Codex, incluido Ecuador, utilizan estos estándares como referencia para desarrollar sus propias normativas nacionales, incluidas las normas INEN. Esto asegura que los productos alimenticios producidos y comercializados en Ecuador cumplan con estándares reconocidos internacionalmente en términos de seguridad alimentaria, etiquetado y otros aspectos cruciales para la

protección del consumidor y la promoción del comercio internacional de alimentos seguros y de calidad (FAO, 2019).

De acuerdo a la tabla 1, en el Ecuador, se manejan 3 tipos de carne en función de su contenido bromatológico, el primero se efectúa en función del porcentaje de grasa total, este análisis se lo realiza mediante extracción con un solvente apolar, generalmente hexano, mientras que por otra parte los productos cárnicos procesados mantienen una misma clasificación, sin embargo, se realiza de acuerdo a su contenido proteico, este análisis es realizado a través del método de digestión Kjeldahl, que consiste en 3 etapas, de digestión, destilación y titulación de la muestra. En general, el método Kjeldahl se utiliza para la determinación del contenido de nitrógeno en diferentes muestras y, como tal, tiene aplicaciones en una multitud de ramas industriales y científicas (LabBOX, 2022).

Tabla 8

Criterios de clasificación de tipos de carne y productos cárnicos

Tipos	Carne Molida	Productos Cárnicos procesado crudos
	De acuerdo al contenido de grasa total	De acuerdo al contenido de proteína total
I	Max 15%	Min 14% Proteína animal
II	Min 15% al 30% Max	Min 12% Proteína animal Max 2% Proteína vegetal
III	Min 30% al 40% Max	Min 10% Proteína animal Max 4% Proteína vegetal

Nota. INEN 1338:2015

La calidad de los productos cárnicos se manifiesta en un aroma característico y agradable, sin la presencia de olores extraños que podrían ser resultado de la autooxidación de las grasas presentes en la carne. En cuanto a su apariencia, no deben mostrar signos de deterioro, decoloración o presencia de cuerpos extraños. Además, la desnaturalización de las proteínas debido a la temperatura y humedad puede generar factores organolépticos desfavorables y contribuir a la degradación de sus nutrientes.

Dentro de las cuatro características clave en el ámbito de los alimentos — nutricionales, organolépticas, comerciales e inocuidad—, esta última desempeña un

papel esencial en la alimentación humana al garantizar que los alimentos no causen daño ni enfermedad a quienes los consumen.

La carne y sus derivados, incluidos los embutidos, son un sustrato ideal para el crecimiento de microorganismos, ya sean patógenos o agentes de deterioro. Esto se debe a su matriz rica en nutrientes, alto contenido de agua y un pH cercano a la neutralidad, entre otros factores (Redondo et al., 2023).

En la tabla 2 se detallan los patógenos, que representan un alto riesgo para la salud. Dentro de la industria cárnica, los problemas no son infrecuentes debido a las condiciones de almacenamiento que favorecen la proliferación de microorganismos. Incluso bajo refrigeración, pueden desarrollarse bacterias aerobias gramnegativas como *Pseudomonas*.

Otro factor crucial para la proliferación de microorganismos es la disponibilidad de agua en forma adecuada para sus funciones metabólicas, medida a través de la actividad de agua (*aw*). Este parámetro refleja la cantidad de agua libre en las moléculas componentes de los alimentos. Los embutidos fermentados y curados, el queso Cheddar salado, el jamón tipo serrano y la leche condensada azucarada suelen mostrar un *aw* entre 0,85 y 0,93, lo que indica que son alimentos altamente perecederos (De la Fuente et al., 2018).

Tabla 9

Principales microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos con base a la severidad de la enfermedad o por el número de casos que produce

Microrganismo Patógeno	Efectos y origen	Origen
Campylobacter jejuni	Causa más común de diarrea.	Origen: Carnes y pollos crudos o mal cocinados, leche cruda y agua sin tratamiento.
Clostridium botulinum	Produce el botulismo, que es caracterizado por parálisis muscular	Origen: Alimentos preparados en el hogar y aceite de hierbas
Escherichia coli O157:H7	Puede producir una toxina mortal.	Origen: carnes mal cocidas, leche cruda y productos agrícolas.
Listeria monocytogenes	Causa listeriosis, una enfermedad grave en mujeres embarazadas, recién nacidos y adultos con un sistema inmune	Origen: suelo y agua. Se ha encontrado en productos lácteos carne cruda y mal cocida, en

	débil.	pollos y productos del mar frescos o en conserva.
Salmonella	Es la segunda causa más común de enfermedades transmitidas por alimentos. Es responsable de millones de casos al año de enfermedades transmitidas por alimentos.	Origen: huevos crudos y mal cocidos, pollos y carnes mal cocidas, productos lácteos, mariscos, frutas y vegetales.
Staphylococcus aureus	Produce una toxina que causa vómitos al poco tiempo de ser ingerida.	Origen: alimentos cocinados con alto contenido en proteínas (jamón cocido, ensaladas, pasteles, lácteos).
Shigella	Ocasiona alrededor de 300 000 casos de enfermedades diarreicas. La falta de higiene hace que Shigella sea fácilmente transmitida de persona en persona.	Origen: ensaladas, leche, productos lácteos y agua sucia.
Vibrio vulnificus	Causa gastroenteritis (síndrome de septicemia primaria). Las personas con enfermedades en el hígado son de alto riesgo.	Origen: mariscos crudos o mal cocidos.
Yersinia enterocolitica	Causa yersiniosis, una enfermedad caracterizada por diarrea y/o vómitos	Origen: cerdo, productos lácteos y agrícolas.
Toxoplasma gondii	Parásito que causa toxoplasmosis, una enfermedad muy severa que puede producir desórdenes del sistema nervioso central, particularmente retardo mental y deterioro visual en niños.	Origen: carnes, principalmente de cerdo

Nota. FoodSafety.gov. (2023)

Aceptación en los mercados de los productos cárnicos artesanales

La producción de productos cárnicos artesanales se ha vuelto cada vez más popular en los últimos años, y su aceptación en los mercados ha sido una de las principales preocupaciones de los productores de alimentos artesanales. Aunque la producción de alimentos elaborados de manera artesanal se asocia con una mayor calidad y exclusividad, los consumidores tienen sus propias preocupaciones sobre estos productos.

De acuerdo con Camacho et al. (2019) uno de los principales factores que influyen en la aceptación de los productos cárnicos artesanales es la percepción de los consumidores sobre la calidad y la seguridad alimentaria. Los consumidores buscan productos frescos, saludables y libres de aditivos químicos, y tienden a ser más cautelosos con los productos que no están respaldados por una marca conocida. La producción artesanal, por tanto, necesita de la confianza de los consumidores, para lo cual deben cumplir con las normas de seguridad alimentaria y calidad que exige la autoridad sanitaria correspondiente. En cuanto a la seguridad alimentaria, es importante hacer mención del informe de la FAO y otros organismos mundiales sobre el Panorama regional de la seguridad alimentaria y la nutrición en América Latina y el Caribe, en el cual se hace énfasis en que la región está lejos de alcanzar el Objetivo 2 de Desarrollo Sostenible, ni podrá cumplir con las metas propuestas por la Asamblea Mundial de la Salud relacionadas con el hambre, malnutrición e inseguridad alimentaria, lo cual refuerza el punto de vista crítico de los consumidores de la región (FAO, FIDA, OPS, PMA y UNICEF, 2023).

Otro factor importante en la aceptación de los productos cárnicos artesanales es la diferenciación y la exclusividad que ofrecen estos productos. La producción artesanal ofrece sabores y texturas únicas, al igual que recetas y técnicas tradicionales, lo que significa una ventaja diferencial frente a productos industrializados. Los consumidores buscan productos exclusivos y diferenciados, y esto puede ser un atractivo para los productos cárnicos artesanales en el mercado (Camacho et al., 2019).

Además, el lugar de distribución puede influir en la aceptación de los productos cárnicos artesanales. Los consumidores a menudo compran productos cárnicos artesanales de tiendas especializadas, mercados locales y directamente en línea desde sitios web de ventas. Estos canales de venta permiten al productor artesanal establecer su marca y su reputación, lo que puede ayudar a influir en la decisión de compra del consumidor (Romo et al., 2020).

En su investigación sobre los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria, Camacho et al., (2019) mencionan que la sostenibilidad puede ser un factor importante en la aceptación de los productos cárnicos artesanales. Los consumidores cada vez están más preocupados por el impacto ambiental de los productos que compran y buscan opciones más respetuosas con el medio ambiente. La producción artesanal de productos cárnicos puede ser una opción más sostenible, ya que los productores a menudo utilizan

técnicas de producción más respetuosas con el medio ambiente y evitan el uso de químicos.

La aceptación de los productos cárnicos artesanales en los mercados depende de diversos factores que influyen en la percepción de los consumidores. La calidad y la seguridad alimentaria, la exclusividad y la diferenciación, el lugar de distribución y la sostenibilidad son algunos de los factores que pueden influir en la aceptación de los productos cárnicos artesanales en los mercados. Los productores artesanales deben mejorar la calidad y la seguridad de sus productos, diferenciarse de los productos industriales, establecer su reputación y cumplir con las exigencias del mercado, a fin de lograr una aceptación adecuada en los mercados y garantizar su rentabilidad económica.

Experiencias sobre la aceptación de consumidores de productos cárnicos artesanales

En la provincia de Manabí, cantón Jipijapa, se desarrolló una investigación para determinar las características sensoriales de un embutido ahumado a partir de varias formulaciones. Se utilizaron como materia prima, especias como la cebolla blanca, pimiento, cebolla paiteña, ajo, cilantro de pozo, orégano, combinando con otros productos como la sal, concentrado de caldo de gallina, achiote y vinagre. Estos ingredientes se combinaron en diferentes proporciones y se compararon con un producto cárnico similar elaborado industrialmente. Las pruebas hedónicas concluyeron que, no existe mayor diferenciación entre un embutido ahumado artesanal y un embutido ahumado de origen industrial, sin embargo, concluyeron también que el consumidor prefiere los productos cárnicos artesanales por su textura, frescura y apariencia (Altamirano, 2021).

De acuerdo con Maldonado, et al. (2023) en una investigación sobre el estudio comparativo de las cualidades organolépticas del tocino industrial y el tocino artesanal, describen como, las técnicas ancestrales de preparación de tocino ahumado mediante el chacinado se han ido perdiendo en el tiempo y en la memoria histórica de los habitantes del sur del Ecuador, reemplazados por los productos cárnicos procesados.

Para ello realizaron la preparación del tocino artesanal con recetas de chacinado ancestrales, comparando las características del tocino artesanal con el tocino industrializado, contrastando con las variables de aroma, color, sabor y textura. El

tocino artesanal producido de acuerdo con las pruebas desarrolladas por los investigadores, cumple con los requerimientos organolépticos, representando la identidad gastronómica del sur del Ecuador (Maldonado et al., 2023).

En la provincia de Imbabura, se desarrolló un ensayo en el que se utilizaron varias plantas aromáticas en el procesamiento de embutidos tradicionales. Los extractos vegetales provinieron de plantas de paico, apio de monte, limoncillo y guayusa, llevando a efecto la percepción sensorial a un panel de cata, el cual determinó que la utilización en la preparación de los embutidos artesanales del extracto de la planta conocida como limoncillo o hierbaluisa (*Cymbopogon citratus*), presenta mejor percepción en los panelistas (Banchón et al., 2023).

Uno de los ingredientes utilizado en la preparación de productos cárnicos artesanales es el adobo. En un ensayo desarrollado por Álava et al. (2021) se probaron varias formulaciones teniendo como elemento base al alcohol de caña azúcar también conocido en la provincia de Manabí, Ecuador como *currincho*.

La bebida a base de alcohol de caña de azúcar actúa transformando la proteína utilizada como producto cárnico, escogiendo a las carnes de res, pollo y camarón. En cuanto a la carne, este adobo ablandó la proteína, aportando aroma y sabor; en el pollo le representó un color vistoso, potenciando el sabor y el aroma, de forma parecida potencia los atributos en el camarón. Las pruebas de sabor o hedónicas fueron altamente positivas en el panel de consumidores, prefiriendo los panelistas a la formulación de adobos en aves (Álava et al., 2021).

Conforme lo señalan De Araujo et al. (2022) en un ensayo sobre la percepción del consumidor sobre la carne y los productos cárnicos detallan que el consumidor establece varios criterios de valoración al momento de tomar la decisión de consumir determinado tipo de carne o los productos cárnicos. La actitud de compra del consumidor se desarrolla en base a la memoria, experiencia y la información que adquiere.

En el estudio mencionan que el consumidor promedio tiene una percepción positiva sobre los atributos sensoriales de la carne y sus derivados, reconociendo su valor nutricional, pero, tiene preocupaciones sobre su cantidad de grasa, sal, uso de aditivos químicos, calidad e inocuidad del producto cárnico, siendo considerada por la información recibida.

En la actualidad existen nuevos criterios que se van sumando a la percepción del consumidor, como por ejemplo la producción tradicional, que va asociada a su economía local y cultural, valorando también temas como el cuidado del medio ambiente y el bienestar animal, principalmente en clases económicas más desarrolladas (De-Araujo et al., 2022).

Rentabilidad económica de los productos cárnicos artesanales

La industria de procesamientos cárnicos en el Ecuador es una sumamente importante dentro de la economía nacional. Datos del Banco Central del Ecuador señalan que existen un desarrollo sostenido en el tiempo de esta industria; en el año 2019 ocupaba el lugar número 20 dentro de las 47 industrias ecuatorianas, con un aporte del 1,1% del PIB de ese año lo que representa un total de USD. 1 176,5 millones, con una tasa anual variable de 11,4 % entre los años 2007 y 2019.

Es importante destacar que el año 2019 el 84% del VAB (valor agregado bruto) se genera principalmente en las provincias de Pichincha, Guayas, Azuay, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro, Chimborazo y Tungurahua. En nuestro país, a nivel de consumo de los productos cárnicos procesados en el Ecuador se encuentra entre los alimentos con grasas más apreciados por los ecuatorianos, representando el 3,4% del consumo diario de grasas totales, por debajo de productos como el pollo, la carne de res, pan, aceite de coco, queso (Asociación de bancos privados del Ecuador, 2022).

En la publicación de la Asociación de bancos privados del Ecuador (2022) si bien engloba a todos los productos cárnicos elaborados, tanto los industriales como los artesanales, integra actividades complementarias que se enmarcan dentro de la charcutería tradicional, tales como la curación y el ahumado.

El poder establecer la rentabilidad de los productos cárnicos artesanales es un tema relevante en la industria alimentaria, ya que estos productos se destacan por su producción tradicional y su enfoque artesanal. Aunque la producción artesanal puede ofrecer beneficios distintivos en términos de sabor y calidad, también plantea desafíos en cuanto a rentabilidad.

En primer lugar, los productos cárnicos artesanales suelen utilizar materias primas de alta calidad y métodos de fabricación tradicionales, lo que puede resultar en costos de producción más altos en comparación con los productos cárnicos industriales. Las materias primas de calidad pueden ser más costosas y los procesos de producción

pueden requerir más tiempo y mano de obra intensiva. Estos factores afectan directamente los costos de producción y, por ende, la rentabilidad de los productos artesanales.

Además, la producción artesanal generalmente tiene una capacidad de producción limitada. Esto puede ser una ventaja en términos de exclusividad y demanda de productos gourmet, pero también puede limitar el alcance y la escala de la producción. La producción en pequeña escala puede resultar en costos unitarios más altos, lo que puede afectar la rentabilidad económica.

De acuerdo con Camacho et al. (2019) los productos cárnicos artesanales a menudo se benefician de una mayor disposición de los consumidores a pagar un precio premium por la calidad y la autenticidad. Los consumidores buscan cada vez más productos alimenticios elaborados de manera artesanal, ya que valoran la calidad, el sabor y la historia detrás de los productos.

Los productos cárnicos artesanales a menudo son vendidos a través de canales de distribución selectivos, como tiendas especializadas, mercados locales y tiendas en línea. Estos canales pueden permitir precios más altos y margen de ganancia, ya que los consumidores están dispuestos a pagar por la exclusividad y la experiencia única que ofrecen estos productos.

Otro elemento a considerarse en la rentabilidad económica de los productos cárnicos artesanales, es su capacidad para diferenciarse y destacarse en un mercado competitivo. La producción artesanal ofrece la oportunidad de crear productos únicos, con sabores distintivos y recetas tradicionales, lo que puede generar una base de clientes leales. La diferenciación y la construcción de una marca fuerte pueden permitir a los productores artesanales vender sus productos a precios más altos y generar una mayor rentabilidad.

La rentabilidad económica de los productos cárnicos artesanales depende del equilibrio entre los costos de producción y la capacidad de establecer precios diferenciados o premium. La calidad y autenticidad de los productos, junto con una estrategia de comercialización efectiva y la diferenciación en el mercado, puede ayudar a superar los desafíos económicos y lograr una rentabilidad adecuada en la producción de productos cárnicos artesanales (Camacho et al., 2019).

Embutido artesanal tipo chorizo parrillero a base de carne de res y cerdo

Definición de Embutidos

La FAO (2018) establece que los embutidos son productos elaborados con una mezcla de carne animal apta para el consumo humano, incorporados o no complementos cárnicos, grasas comestibles, condimentos, especias y aditivos alimentarios, garantizando la uniformidad de los ingredientes en la etapa del mezclado, con la aprobación de agregar o no sustancias aglutinantes y/o agua o hielo, cuya pasta se introduce en tripas naturales o sintéticas, para posteriormente ser sometido a procesos como: curado, cocción, deshidratación y ahumado.

La ejecución de la elaboración de este derivado cárnico se desarrolla en las siguientes fases: recepción y limpieza de la materia prima, cortado, mezclado, embutido; se debe garantizar que en cada fase se optimizará el flujograma de proceso y la cadena fría, con el objetivo de evitar alteraciones o incremento de carga microbiológica en el producto terminado. Durante la producción se controlan parámetros de calidad y de inocuidad, ya que los embutidos que se obtengan deben ser inocuos y de consumo seguro para la salud humana.

Componentes de los Embutidos

Las materias primas cárnicas son ingredientes fundamentales en la industria de la carne y juegan un papel crucial en la calidad y características de los productos finales. Estas materias primas pueden variar en función de su origen, corte, calidad y tratamiento previo (García, 2020).

La carne utilizada en el proceso de elaboración de productos cárnico principalmente proviene de animales de especie porcino y vacuno. Debe provenir de animales adultos, sanos y que gocen de una adecuada nutrición. Uno de los principales factores que determina la calidad de la carne para ser transformada en un producto elaborado es el pH, es decir, el grado de acidez, que influye en las propiedades químicas de la carne, tales como capacidad de retención de agua, solubilización de proteínas, entre otras. En condiciones normales, posterior al sacrificio el músculo presenta valores de pH aproximadamente 7. Mientras transcurre el proceso postmortem, el glucógeno se degrada originando la producción de ácido láctico, acidificando la carne. El pH final dependerá de factores, tales como especie, temperatura, grado de nutrición, edad, etc. Rangos de pH entre 5.4-5.8 son adecuados para procesar la carne y rangos superiores a

6.2 derivan una carne no apta para industrializar, ya que son fácilmente atacables por microorganismos y, además, poseen una inadecuada textura. Otra característica importante de la carne es la consistencia, garantizando productos terminados de excelente calidad; por otro lado, los niveles de humedad deben ser óptimos, ya que un exceso de humedad facilitará el desarrollo microbiano en los productos. Adicional a la carne, otra materia prima de gran importancia es la grasa utilizada, como tocino y panceta, contribuyen a las características sensoriales del embutido y la jugosidad del mismo (Brian, 2019).

De acuerdo a Azcona (2018) algunas de las características más importantes de las materias primas cárnicas son:

Composición nutricional

Las materias primas cárnicas son una fuente importante de proteínas, grasas, vitaminas y minerales, lo que las convierte en alimentos altamente nutritivos.

De acuerdo a lo establecido por Irigoien (2020) se detallan las características nutricionales de la carne, utilizada como principal materia prima en los productos cárnicos en la escala industrial:

Proteínas. Las carnes poseen alrededor de 16% y 22% de contenido proteico, la cantidad dependerá de la especie y la zona de corte. Posee todos los aminoácidos, lo cual agrega un alto valor biológico a las carnes, siendo las de mayor contenido de proteínas las carnes magras y con menos grasa y tendones. Es una gran fuente de lisina.

Las proteínas de origen vegetal, al ser de bajo valor biológico, hay que combinarlas para que se complementen y formar una proteína de alto valor biológico.

Grasas. El contenido graso de las carnes varía entre 2% y 25%, dependiendo de la especie de animal, edad, grado nutricional, etc. Se distinguen tres tipos de carnes: carne magra que posee menos del 10% de grasa, carne semi magra que posee entre 10% y 20% de grasa y las carnes grasas que poseen entre 20% y 25% de grasa. Esta materia prima se encuentra formada por Triglicéridos ricos en ácidos grasos saturados de cadena larga y monoinsaturados y son pobres en ácidos polinsaturados.

Hidratos de Carbono. Las carnes presentan una cantidad baja de hidratos de carbono, con excepción de hígado que posee hasta un 6% de carbohidrato.

Minerales. Los que se encuentran en mayor proporción son el hierro y el fósforo; encontrando el hierro de manera biodisponible en las carnes rojas. También en el

hígado, sangre y otras vísceras. La carne posee el 50% de las necesidades diarias de zinc, y por lo contrario es una fuente pobre de magnesio, manganeso, calcio y potasio.

Vitaminas. Las que se encuentran en mayor proporción corresponden a las Vitaminas del complejo β (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, ácido fólico y vitamina B 12). Las carnes poseen alrededor del 69% de las necesidades de vitamina B12 y el 96% de las vitaminas B6, las vísceras son fuente de vitamina A. Durante los procesos de congelación, cocción y salado de las carnes se pierden vitaminas.

Agua. La carne aporta entre el 60% y 80% de su peso en agua, proporcionando características físicas tales como: color, textura, firmeza y jugosidad (Irigoin, 2020).

Textura y Sabor

La textura de la carne es un conjunto de sensaciones táctiles, resultado de la interacción de los órganos de los sentidos con las propiedades físicas y químicas de la carne. La dureza es uno de los parámetros determinantes de la calidad de la carne destinada para la producción industrial de embutidos o productos cárnicos. La dureza se atribuye directamente a tres tipos de proteínas musculares: las del tejido conjuntivo (colágeno, elastina y reticulina), las miofibrilares (actina y miosina) y las sarcoplásmicas. Así mismo, se dispone de otros factores que determinarán la dureza de la carne, como lo son: el contenido graso intramuscular, el tejido conjuntivo, el contenido de colágeno y la capacidad de retención de agua (Pérez, 2022).

La textura y el sabor de los productos cárnicos están directamente relacionados con las características de las materias primas utilizadas. Por ejemplo, la carne de cerdo tiende a ser más jugosa y suave, mientras que la carne de res puede ser más fibrosa y con un sabor más intenso.

Color

El color de la carne y de los productos cárnicos determina la calidad del producto, por parte del consumidor o cliente final se establece la relación color-frescura y color-calidad. Siendo altamente importante garantizar el color adecuado de la materia prima y de los productos cárnicos, efectuando la utilización de métodos de conservación y procesamiento eficaces. En el músculo la mioglobina y el hierro (en forma de Fe^{+2}) es de coloración púrpura; y cuando capta O_2 durante el proceso de conversión en carne adquiere la coloración roja vivo. De acuerdo a la clasificación de las carnes por la

intensidad de color se tienen: carnes blancas con menor contenido de mioglobina y carnes rojas que poseen mayor contenido de mioglobina, es una heteroproteína que, adicional a dar color a la carne, sirve de reserva de oxígeno (Irigoin, 2020).

El color de la carne varía dependiendo de la especie animal, la edad y la alimentación.

Estándares de Marmoleo de la Carne BMS (Beef Marbling Standards)

Se refiere a la cantidad y distribución de grasa intramuscular que posee la carne. La escala de marmoleo va desde 1 hasta 12, siendo BMS #1 corte sin marmoleo y BMS #12 corte más marmoleado. El mayor grado de marmoleo mejora la jugosidad y el sabor de la carne.

El marmoleo en la carne adicional brinda altas cantidades de aminoácidos, porcentaje de grasa aproximado 30%, presencia de omega 3 y omega 6, vitaminas liposolubles como D, E y K, en cuanto a la vitamina hidrosoluble del complejo B posee en mayor cantidad la colina en un 20%. Los minerales presentes son: potasio, sodio, zinc y 40% de fósforo y hierro (Herrera, 2023).

Jugosidad

La jugosidad depende de la cantidad de agua retenida en la carne o en el producto cárnico, incrementa el sabor, contribuye en la textura del producto final. Esta jugosidad se determina principalmente por la presencia de lípidos o grasa en la formulación de los embutidos cárnicos. El veteadado y la grasa presente en los bordes de la carne permite retener mayor cantidad de agua. La correcta Maduración post-mortem de la carne, incrementa la capacidad de retención de agua, aumentando la jugosidad (Pérez, 2022).

Calidad Microbiológica

La carne adicional de ser susceptible a deterioro por la alta actividad de agua que presenta (a_w), también se constituye como vehículo para propagar enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs). Durante el sacrificio, deposte y procesamiento, todos los tejidos pueden contaminarse por múltiples situaciones, ya sea interna o externa al animal. Sin embargo, se determina que las carnes procesadas son vulnerables a contaminarse con microorganismos patógenos durante las etapas de producción, cuando no se garantiza la cadena de frío en las plantas procesadoras. Los microorganismos principales que se analizan para determinar la inocuidad sanitaria de

alimentos son: mesófilos aerobios, mohos, levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. La calidad microbiológica de las materias primas cárnicas es esencial para garantizar la seguridad alimentaria. Esto implica la ausencia de microorganismos patógenos y la presencia de una flora microbiana adecuada (Flores et al., 2022).

En la Norma NTE INEN 1338, se describen los requisitos bromatológicos y microbiológicos que debe poseer la carne y productos cárnicos en el Ecuador, para garantizar la obtención de productos finales de excelente calidad e inocuidad.

Tipos de Embutidos

Los embutidos se elaboran principalmente de carne picada y condimentada con especias (pimentón, pimienta, ajo, romero, tomillo, jengibre, nuez moscada, entre otras), cuya mezcla es introducida "embutida" en tripas de cerdo naturales, las cuales han tenido un proceso previo de acondicionamiento y esterilización.

De acuerdo con lo referido por Pinto (2019) los embutidos se clasifican en tres grupos principales: Embutidos crudos, embutidos escaldados y embutidos cocidos (Pinto, 2019).

Embutidos Crudos

Los embutidos crudos se elaboran principalmente con carne y grasa picada, incorporando sal, azúcar, sustancias curantes, aditivos y otros condimentos, los cuales no han atravesado procesos térmicos de transformación, estos productos crudos pueden ser ahumados o no ahumados, los principales productos cárnicos crudos son: salami, chorizo parrillero, longaniza, salchicha, butifarra. Los embutidos crudos pueden presentar defectos en cuanto al aspecto, sobre todo en coloración y aromas, siendo los principales defectos: coloración poco estable, decoloración profunda, cristalización de la sal en la superficie, exudación de la grasa, espacios de aire en la masa, etc. Se debe garantizar la calidad en los productos, estableciendo líneas de control durante la producción (Gómez, 2020).

Embutidos Escaldados

Entre este tipo de embutidos se presentan de: escaldado suave y escaldado fuerte.

Escaldado Suave. los productos cárnicos se sumergen en agua con una temperatura de 90°C por un tiempo corto de 1 a 2 minutos, este proceso se efectúa para modificar el color de la carne y contribuir a la coagulación de las proteínas que se encuentran en las capas superficiales.

Escaldado Fuerte. se sumergen los productos en agua a 90°C por un largo tiempo, que va desde 5 a 7 minutos, no es recomendable, ya que se pierde gran cantidad de nutrientes propios de la carne.

Embutidos Cocidos. Se considera un embutido cocido, cuando este atravesó un proceso de cocción, por medio de técnicas como: calor seco en estufa, en agua a más de 100°C con o sin sal y por medio de vapor (Ramos et al., 2021).

Principales Materias Primas Cárnicas Utilizadas en la Elaboración de Chorizo Artesanal Libre de Insumos Químicos

El tipo de carne más utilizado es res o cerdo, las cuales deben cumplir con las siguientes características:

- pH óptimo máximo 6,2
- color rojo natural, frescas
- Capacidad de retención adecuada y mantener un grado de refrigeración óptimo que permita realizar cortes limpios
- Ofrecer una textura adecuada

Carne de Cerdo

La carne de cerdo es una gran fuente natural de proteínas, las cuales ejercen diversos efectos fisiológicos beneficiosos para la salud de las personas. A nivel químico se encuentran los compuestos bioactivos, destacando los dipéptidos carnosina y anserina, así como el glutatión, que poseen beneficios como antioxidante, aportando adicionalmente efectos neuroprotectores y antienvjecimiento. La coenzima Q10 también es un importante antioxidante que puede tener relevancia en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares; la creatina, que incrementa la reserva energética con miras a la actividad física; la carnitina, que no solo mejora la actividad física, sino que además potencia el rendimiento muscular; la taurina refuerza el sistema inmunitario, y la glutamina, que reduce la fatiga tras una actividad física intensa (INTERPORC, 2022).

Carne de Res

Desde el punto de vista nutricional tiene el atributo de suministrar un adecuado balance de diez aminoácidos esenciales, formadores de proteínas hasta un 20% de su peso, siendo además responsable de reactivar el metabolismo del cuerpo humano. Cien gramos de carne roja aportan 20.7 g de proteínas y la misma cantidad de carne blanca aporta 21.9 g. La ventaja de una dieta a base de carne es el gran aporte de aminoácidos esenciales, que permite el desarrollo de los procesos de metabolismo y funcionamiento correcto del organismo de las personas. El contenido de grasas de la carne depende de la especie, el corte elegido, el cuidado durante la fase de crecimiento, los alimentos ofrecidos durante esa fase y los métodos de cocción. La grasa en la carne tiene dos efectos, por un lado, realza los sabores y por otro es un medio de transporte de las vitaminas liposolubles que existen en la carne (Vargas, 2018).

Grasa de Cerdo

Se define como una grasa de origen animal extraída de tejidos limpios y sanos de los cerdos con buen estado de salud en el momento del sacrificio. Su producción para una excelente calidad está limitada a la utilización de ciertos cortes grasos procedentes del pulido de la canal en matadero.

Es uno de los componentes principales en la formulación de embutidos, otorga sabor, textura y sobre todo favorece en la formación de la emulsión para obtener el embutido. Los ácidos grasos se mezclan con la carne logrando así que esta se vuelva más jugosa y aclara su color. La grasa contiene proporciones importantes de ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico y ácido linoleico (Solà-Oriol, 2020).

Conservante Natural en la Elaboración de Embutido Artesanal

La tecnología de los alimentos dispone de varios métodos de conservación, que permiten controlar la actividad enzimática y los procesos fisicoquímicos que ocurren en los embutidos, mitigando las alteraciones por microorganismos (Ordóñez, 2019).

Los conservantes son sustancias químicas utilizadas para retardar el deterioro de un alimento, permitiendo conservar las propiedades fisicoquímicas por un tiempo prolongado. Estos conservantes permiten que la industria alimentaria distribuya los alimentos en el mercado garantizando la seguridad alimentaria (Vivanco et al., 2021).

En la industria alimentaria, se refleja la contraparte sobre la utilización de conservantes artificiales, radicando su mayor desventaja en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares; ya que, el consumo frecuente de estos aditivos debilita los tejidos del corazón, incrementando el riesgo de anomalías cardíacas (Vega, 2021).

Con base al presente contexto, se establece una alternativa saludable sobre producción de chorizo, con la utilización de sal (cloruro de sodio) y ajo como conservantes naturales.

El ajo (*Allium sativum*) es un bulbo perteneciente a la familia Liliaceae, posee una gran cantidad de compuestos azufrados, enzimas, aminoácidos libres y algunos minerales que contribuyen a su actividad antioxidante y antimicrobiana. El compuesto biológico activo en el ajo es la alicina, esta se genera gracias a reacciones enzimáticas cuando el ajo se tritura. Se estima que la alicina presenta actividad antimicrobiana, ya que modifica la biosíntesis de los lípidos y síntesis de RNA de los microorganismos, disminuyendo su perfil lipídico. Gracias a este efecto la alicina inhibe más de 300 bacterias entre Gram-positivas y Gram-negativas, entre estas podemos citar *Baacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Helicobacter pylori*, etc. Se concluye que los componentes activos del ajo mantienen un alto espectro antimicrobiano y capacidad antioxidante, por lo que se establece como insumo propicio para aumentar la vida de anaquel de los alimentos, así mismo retarda la oxidación de los lípidos en productos cárnicos (Bender, 2013).

Formulación de Embutido Artesanal

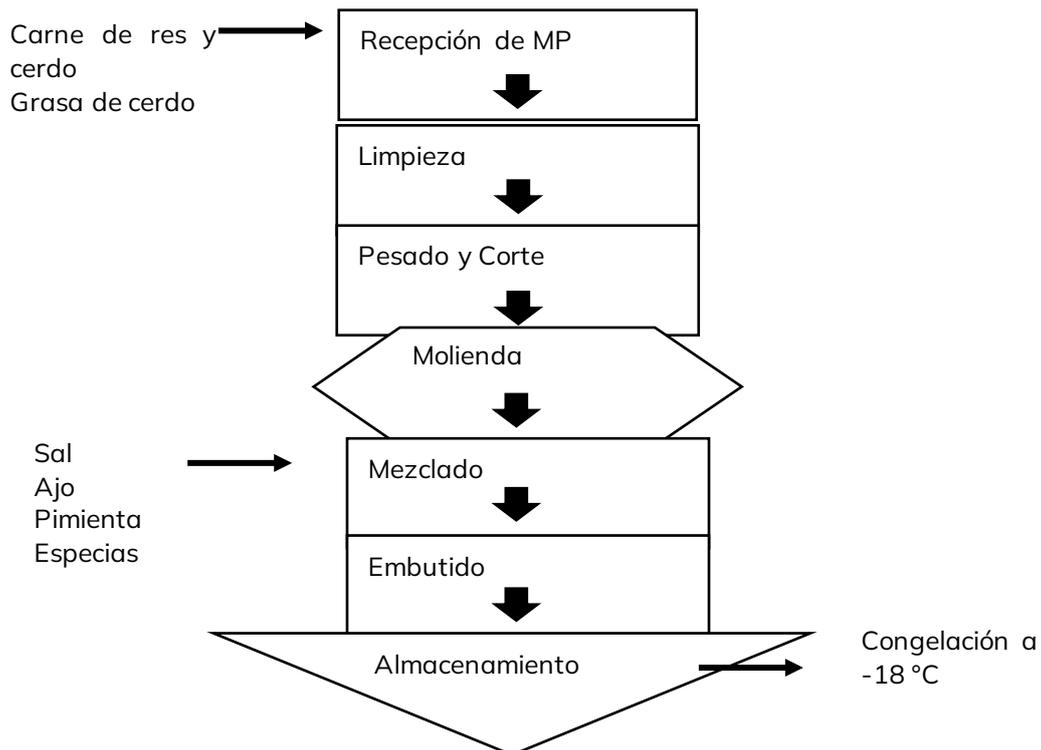
Tabla 10

Formulación de embutido artesanal

INGREDIENTES	PESO EN GRAMOS
Carne de cerdo	1000 g
Carne de res	500 g
Grasa de cerdo	800 g
Sal	78 g

Ajo	54 g
Pimienta	15 g
Espicias	50 g

Flujograma de Elaboración de Embutido Artesanal



Descripción del Flujograma de Elaboración de Embutido Artesanal

Cada embutido posee características particulares que se derivan por los diferentes ingredientes y/o insumos utilizados en la formulación, así mismo, el proceso tecnológico empleado otorga características propias a los embutidos. Referente a la materia prima utilizada, la selección se centra en el tipo de producto cárnico a elaborar, esta materia prima tiene su origen principalmente de animal porcino y vacuno.

Es de gran importancia detallar, que, adicional a la calidad de la carne y grasa, los demás ingredientes presenten condiciones higiénicas-sanitarias adecuadas, ya que con el correcto mantenimiento (limpieza, desinfección, etc.) de los equipos empleados en las diferentes etapas de producción, que a continuación se describen, se efectúe el

adecuado proceso tecnológico y garantice la calidad e inocuidad del embutido, a fin de velar por la salud de los consumidores (Beja, 2019).

Recepción de Materia Prima. Antes de iniciar el proceso de elaboración se efectúan los análisis físicos, químicos y microbiológicos a la materia prima, con el fin de garantizar el cumplimiento de los lineamientos de calidad, inocuidad, BPM y demás requisitos legales solicitados por el ente rector del país.

Limpieza. Una vez recibida la materia prima, se trasladada a una tabla de picar, en donde se retirará todo elemento que no cumpla con los requisitos para la elaboración de los embutidos.

Pesado y Corte. Posteriormente a la limpieza se efectúa el pesado y corte de la materia prima íntegra a utilizar en el proceso de elaboración de chorizo. Así mismo, se procede a pesar los ingredientes y/o insumos que se incorporan en la manufactura.

Molienda. En este proceso la materia prima es sometida a una operación unitaria de reducción de tamaño en un molino, esto con el fin de mejorar sus características organolépticas y facilitar la preparación.

Mezclado. Posteriormente a la molienda de la materia prima, se inicia el proceso de mezclado y amasado, incorporando los demás ingredientes (condimentos y especias). La mezcla y amasado se realiza de manera inmediata después de la molienda, teniendo una fabricación monofásica. Este proceso se efectúa en máquinas mezcladoras provistas de paletas giratorias, cuyo objetivo es conseguir una masa uniforme, manteniendo la temperatura de la masa por debajo de 4° C, para evitar que se empaste o se torne chiclosa.

Embutido. Una vez lista la masa se procede a embutir en las tripas. Se utiliza embudidoras provistas de boquillas lisas. Se debe evitar la presencia de aire, ya que puede ocasionar la ruptura de las tripas, adicional el aire origina la formación de cavidades que pueden provocar en el producto decoloraciones. También se debe evitar durante el embutido que la masa entre en contacto con agua o con zonas húmedas y sucias, a fin de evitar la contaminación cruzada. Las tripas pueden ser naturales o artificiales, se deben lavar antes del llenado para retirar la sal y abrir los poros de las tripas, lo que las vuelve más permeables y resistentes.

Almacenamiento. Al ser un producto libre de conservantes artificiales los embutidos artesanales deben ser almacenados en congelación a -18 °C durante tres meses, para conservar las características organolépticas adecuadas.

Maquinaria Indispensable en el Proceso de Elaboración de Embutido Artesanal

Molino

La molienda implica la transformación física de la materia prima (varios tipos de carnes), conservando las características organolépticas, como color, textura, firmeza, jugosidad y la suavidad. La molienda es el proceso mediante el cual se reduce el tamaño de la carne en partículas más pequeñas, con el fin de facilitar el proceso de mezclado y que las especias puedan incorporarse en su totalidad, permitiendo obtener una mezcla homogénea. Así mismo, facilita la operación del embutido en las tripas a utilizar.

Mezcladora

En esta maquinaria se lleva a cabo el proceso de homogenización entre la materia prima y las especias o ingredientes que se desean incorporar a la formulación de los embutidos artesanales, su función permitirá fusionar de manera uniforme todos los ingredientes con las carnes, para proceder con el embutido.

Embutidora

Maquinaria utilizada en la industria alimentaria para introducir masas de carne fusionadas con los demás ingredientes, en el interior de tripas naturales o sintéticas de distintos calibres para la elaboración de embutidos (Salazar, 2020).

Conclusiones

Los embutidos artesanales son productos cárnicos elaborados a partir de la mezcla de carne picada, grasa, sal, condimentos y otros ingredientes, libres de insumos químicos, volviéndolo un producto sano y de consumo seguro.

La calidad de los ingredientes es fundamental para la elaboración de embutidos artesanales. Es importante inspeccionar los ingredientes y de manera especial la materia prima que es la carne, ya que, al utilizar materias primas e insumos de calidad, por ende, el resultado final será un producto con la calidad e inocuidad requerida en la normativa ecuatoriana.

La elaboración de embutidos artesanales es un proceso que ha evolucionado a lo largo del tiempo, como solución a múltiples enfermedades y alergias alimentarias

ocasiones por insumos químicos o preservantes, en este tipo de embutidos se utiliza el conservante natural que es el ajo por el compuesto bioactivo de alicina que posee.

Los niveles de humedad y pH son importantes para la elaboración de embutidos. Niveles de pH superiores a 6.2 aseguran que la carne no debe destinarse a la elaboración de estos embutidos, ya que fácilmente inician la multiplicación de microorganismos.

Es de suma importancia garantizar la limpieza y desinfección de la maquinaria a utilizar, con el fin de evitar posibles contaminaciones cruzadas. Así mismo se asegura el desarrollo adecuado del proceso tecnológico y la calidad final del embutido.

Referencias

- Álava, D. y Collahuazo, M. (2021). *Estudio organoléptico para la elaboración de adobos a base de destilado de caña de azúcar (currincho) en productos cárnicos* [Tesis de Ingeniería, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/efa9feab-966f-4a35-ae90-c3878f2137b4>
- Altamirano, D. (2021). Características sensoriales de un embutido ahumado a partir de diferentes formulaciones. *UNESUM-Ciencias: Revista multidisciplinaria*, 1-8.
- Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, J. & Estévez, M. (2020). Application of natural antioxidants from strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) and dog rose (*Rosa canina* L.) extracts to improve the quality of dry-cured sausages. *Antioxidants*, 9(8), 682. doi:<https://doi.org/10.3390/antiox9080682>
- Asociación de bancos privados del Ecuador. (2022). *Guía de fabricación de embutidos*. Asobanca.
- Azcona, Á. (10 de enero de 2018). *Manual de Nutrición y Dietética*. Manual de Nutrición y Dietética. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-10-cap-14-alimentos-2018.pdf>
- Banchón, G. y Poma E. (2023). Elaboración de embutidos artesanales que contengan paico, apio de monte, limoncillo y guayusa [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica del Norte].
- Beja, B. (7 de enero de 2019). *Componentes que Intervienen en la Elaboración de Embutidos*. <https://es.scribd.com/document/396974747/Componentes-Que-Intervienen-en-La-Elaboracion-de-Embutidos>

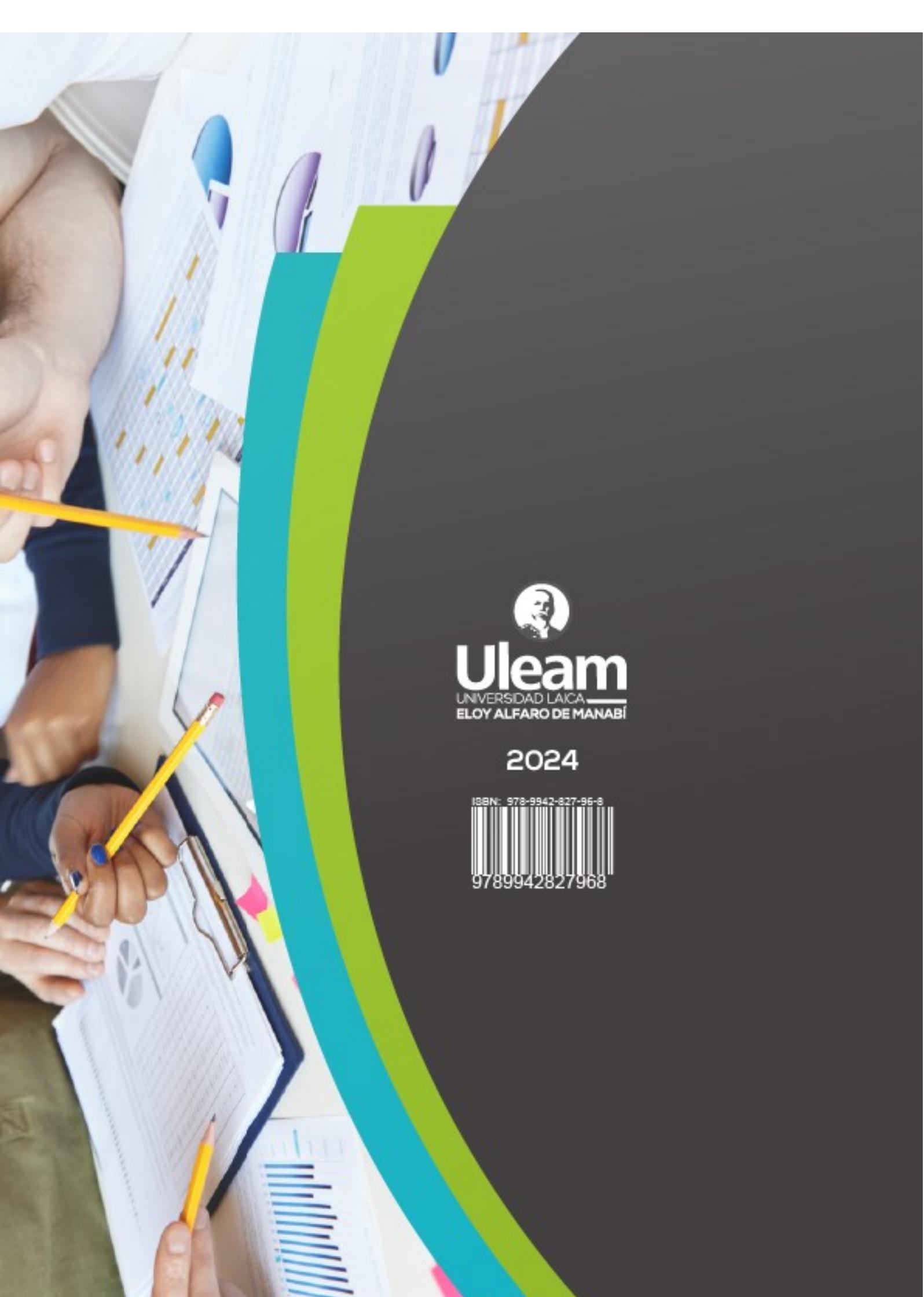
- Bender, B. (2013). *El ajo y sus aplicaciones en la conservación de alimentos*. <https://tsia.udlap.mx/el-ajo-y-sus-aplicaciones-en-la-conservacion-de-alimentos/#:~:text=La%20alicina%20es%20el%20principal,a%C3%BAn%20mantienen%20su%20actividad%20biol%C3%B3gica>.
- Brian, E. (7 de enero de 2019). *Componentes que Intervienen en la Elaboracion de Embutidos*. <https://es.scribd.com/document/396974747/Componentes-Que-Intervienen-en-La-Elaboracion-de-Embutidos>.
- Camacho, J., Cervantes, F., Cesín, A. y Palacios, M. (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(53), 16-18.
- Cateriano Ortega, G. A., Calmet Fuxa, C. D., & Sánchez Alegría, C. M. (25 de Octubre de 2023). *Plan de Negocio para el lanzamiento y comercialización de chorizos artesanales libres de octógonos, en Lima Metropolitana*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671670>
- Cumbicos et al. (2020). Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón Arenillas [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Machala].
- De la Fuente, N. y Barboza, J. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta universitaria*, 20(1), 43-52. <https://www.redalyc.org/pdf/416/41613084005.pdf>
- De-Araujo, P., Coelho, W., Patarata, L. y Fraqueza, M. (2022). Understanding the main factors that influence consumer quality perception and attitude towards meat and processed meat products. *Meath science*, 8-9.
- FAO. (26 de junio de 2018). *Carne y productos cárnicos. Embutidos cárnicos, Características y especificaciones*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nic180647.pdf>
- FAO, FIDA, OPS, PMA y UNICEF. (2023). *Panorama Regional de la seguridad alimentaria y nutrición en América Latina y el Caribe: estadísticas y tendencias*. FAO.
- Flores, M., Yanza, F. y Hidalgo, L. (2022). *Evaluación microbiológica y sensorial de un embutido*. Evaluación microbiológica y sensorial de un embutido. *Revista ciencia UNEMI*, 15(40), 16-25. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8750520.pdf>
- FoodSafety. (19 de septiembre de 2023). *FoodSafety.gov*. <https://espanol.foodsafety.gov/intoxicaci%C3%B3n-alimentaria-mfkt/bacterias-y-virus>

- García, G. (2 de junio de 2020). *6 factores de estabilidad en la emulsión cárnica*. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/6-factores-de-estabilidad-en-la-emulsion-carnica/>
- Gómez, R. (24 de marzo de 2020). *Embutidos Crudos, Escaldados y Cocidos*. <https://es.scribd.com/document/453100556/Embutidos-Crudos-Escaldados-y-Cocidos>
- Herrera, Á. (17 de febrero de 2023). *Calidad de La Carne*. <https://es.scribd.com/document/626258187/Calidad-de-la-Carne>
- INEN 1338, I. 1. (2015). *INEN 1338, INEN 1346*.
- INTERPORC. (31 de marzo de 2022). *Valor nutritivo de la carne de cerdo de capa blanca*. https://www.interporc.com/revista_cientifica_simposio.pdf
- Irigoin, M. T. (8 de octubre de 2020). *Carne y su valor nutricional*. <https://es.scribd.com/presentation/479276697/CARNE-Y-SU-VALOR-NUTRICIONAL>
- LabBOX. (02 de julio de 2022). *LabBOX*. <https://esp.labbox.com/metodo-kjeldahl/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20Kjeldahl%2C%20tambi%C3%A9n%20llamado,el%20qu%C3%ADmico%20dan%C3%A9s%20Johan%20Kjeldahl>
- Maldonado, R. Sánchez, D. y Gómez, M. (2023). Estudio comparativo de las cualidades organolépticas del tocino industrial y el tocino artesanal. *Enfoques. Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, 22-24.
- Mendoza, U. y Solís, F. (2022). Calidad, conocimiento e innovación de procesos de manufactura en Ciudad Juárez. *Retos*, 12(23). <https://retos.ups.edu.ec/index.php/retos/article/view/5154>
- Ministerio de Salud Pública de Ecuador & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (22 de octubre de 2021). *Ministerio de Salud Pública*. El impacto y acciones sobre seguridad alimentaria y nutricional se analizaron en webinar por el Día Mundial de la Alimentación: <https://www.salud.gob.ec/el-impacto-y-acciones-sobre-seguridad-alimentaria-y-nutricional-se-analizaron-en-webinar-por-el-dia-mundial-de-la-alimentacion/>
- Ordóñez, J. (2019). *Tecnologías alimentarias*. Editorial Síntesis. <https://doi.org/978-84-9171-362-3>.
- Pérez, M. (2022). Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre la textura. *NACAMEH*, 16(2), 61-76.

- Pinto, J. (marzo de 2019). *Elaboración de un embutido cárnico fresco de pasta gruesa bajo en sodio, utilizando sustitutos del cloruro de sodio* [Tesis de Ingeniería, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18502/1/T-UCE-0008-CQU-114.pdf>
- Ramos, M., Santos, R., Beldarraín, T., Rodríguez, F. y Pérez, J. (2021). *Durabilidad de productos cárnicos embutidos cocidos*. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA692910274&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=08644497&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7E563327e1&aty=open-web-entry>
- Romo, M., Erazo, J., Nerváez, C. y Moreno, V. (2020). Estrategias de redes sociales para la promoción de macanas artesanales de la provincia del Azuay. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(10), 562-565.
- Salazar, C. (19 de enero de 2020). *Descripción de Máquinas y Equipos e Instrumentos para Elaboración de Embutidos*. <https://es.scribd.com/document/443441307/DESCRIPCION-DE-MAQUINAS-Y-EQUIPOS-E-INSTRUMENTOS-PARA-ELABORACION-DE-EMBUTIDOS>
- Redondo, M., Cordero, V. y Araya, A. (2023). Calidad microbiológica del chorizo crudo expandido en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. *Agronomía mesoamericana*, 34(1). <https://www.redalyc.org/journal/437/43772368022/43772368022.pdf>
- Solà-Oriol, D. (4 de mayo de 2020). *Manteca de cerdo*. https://www.3tres3.com/latam/articulos/manteca-de-cerdo_12373/
- Vargas, C. A. (10 de noviembre de 2018). *Importancia nutricional de la carne*. http://www.scielo.org.bo/pdf/rriarn/v5nEspecial/v5_a08.pdf
- Vega, G. (4 de febrero de 2021). *Conservantes naturales y seguros: su uso en la industria alimentaria*. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/conservantes-naturales-y-seguros-su-uso-en-la-industria-alimentaria/>
- Vivanco, D., Ardiles, P., Castillo, D. y Puente, L. (2021). Tecnología emergente: Campos Eléctricos Pulsados (PEF) para el tratamiento de alimentos y su efecto sobre el contenido de antioxidantes. *Revista chilena de nutrición*, 48(4), 10-25. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000400609>

Prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización de sus autores o la Universidad Laica
Eloy Alfaro de Manabí

Dirección de Investigación, Publicaciones y Servicios Bibliográficos
2024



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

2024

ISBN: 978-9942-827-96-8



9789942827968