

**APLICACIONES DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE CALIDAD,
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN PROYECTOS EN UNA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA COLOMBIANA**

**IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL QUALITY, SAFETY AND
ENVIRONMENT STANDARDS IN PROJECTS WITHIN A COLOMBIAN
UNIVERSITY**

Jorge Giovany Suárez Pinilla¹
Elías Rodríguez Parra²

Resumen

El presente artículo aborda la aplicación de estándares internacionales en materia de calidad, seguridad y medio ambiente en una Institución de Educación Superior en Colombia. El análisis se hace por medio de un abordaje del marco teórico dentro las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 19001:2018 así como de los conceptos teóricos de las metodologías del Despliegue de la Función de Calidad -*QFD*-, la matriz de evaluación de impacto ambiental *CONESA* y la matriz de análisis modal de fallos y efectos *AMFE* las cuales a través de su aplicación responden a la metodología utilizada para análisis de mitigación del riesgo en materia de calidad, medio ambiente y seguridad en esta institución universitaria. Posteriormente, se plantean los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías mencionadas y una discusión acerca de las posibilidades de mejora a partir de dichos resultados. Finalmente, se concluye que se requiere tomar medidas preventivas para mitigar los riesgos hallados.

Palabras clave: Calidad, seguridad, medio ambiente, sistemas, riesgos, auditoría y gestión.

Abstract

The present paper approaches implementation of international standards related to quality, safety and environment within a high-level education institution in Colombia. This analysis is done through theoretical framework inside the ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 19001:2018 standards, likewise fundamentals of Quality Function Deployment methodologies -*QFD*-, assessment of the environment impact matrix *CONESA* and the Failure Modes and Effects Analysis (*FMEA*) tool, which conduce to risk mitigation concerning to quality, environment and safety in the so-called university institution. Subsequently, the results of these methodologies implementation are set and a discussion on improving possibilities are proposed. Finally, it is concluded that preventive strategies must be considered in order to attenuate the risks found.

Key words: Quality, Safety, Environment, systems, risks, auditing and management.

Introducción

Los Sistemas de Gestión de Calidad son fundamentales en las organizaciones para alcanzar sus objetivos y estar a la vanguardia frente a lo que les exige la sociedad, el mercado y el entorno

Recepción: 10 de septiembre de 2021/ Evaluación: 20 de octubre de 2021 / Aprobado: 25 de noviembre de 2021

¹ Doctor (c) Dirección de Proyectos. Docente Universidad Distrital FJC – Bogotá. Email: jgsuarezp@udistrital.edu.co. <https://orcid.org/0009-0000-9050-9844>.

² Doctor (c) Administración. Docente Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Email: erodroquezp@unicolmayor.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9614-7979>.

en el que desarrollan sus actividades (Budayan & Okudan, 2022; Gómez, Severiche y Cogollo, 2020). En este sentido, la Organización Internacional de Normalización (ISO) por sus siglas en inglés, ha formulado una serie de estándares internacionales de calidad contenidos en diferentes normas que desglosan todo el sistema de gestión de calidad que se debe construir al interior de una organización para que esta pueda alcanzar la certificación de calidad (Manjarres y Salazar, 2021).

La aplicación de estos estándares internacionales abarcará las dimensiones de *calidad*, impacto al *medio ambiente y seguridad* y se llevará a cabo en una institución de Educación Superior en Colombia la cual ofrece 63 carreras de Pregrado, así como de 358 programas de postgrado activos, los cuales están distribuidos en 40 especialidades, 84 especializaciones, 168 maestrías y 66 doctorados. Esta universidad fue certificada con una vigencia de tres años para el alcance “Diseño y prestación de servicios de educación superior: formación, investigación y extensión, en ciencias humanas y sociales, ciencias agropecuarias, ingeniería, artes y arquitectura, ciencias de la salud y ciencias puras” (ICONTEC, 2018 citado en Oficina de Gestión Ambiental, s.f.); cumpliendo con los requisitos establecidos verificados en la auditoría realizada con resultados muy satisfactorios.

Esta certificación permite a la institución, participar en diferentes convocatorias y licitaciones de proyectos e investigaciones de tipo ambiental en Colombia. Con relación a la comprensión de la organización y su contexto, la Oficina de Gestión Ambiental busca generar el diagnóstico de los escenarios de riesgos, utilizando para ello la información de la línea base ambiental de los componentes natural y antrópico, los registros históricos de emergencias ambientales y el monitoreo de las condiciones ambientales; con el objetivo de formular e implementar planes orientados al conocimiento, prevención y mitigación de los riesgos ambientales, mejorando la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de la comunidad universitaria, y promoviendo el desarrollo ambiental sostenible en los predios de la Sede (Torres, 2021; Paz, Pinto y García, 2020). Esta Universidad tiene como misión educadora y formadora, proteger su entorno natural, proponer alternativas sostenibles para solucionar las problemáticas ambientales que se presentan en sus espacios, así como incluir de forma transversal la dimensión ambiental en los procesos de docencia, investigación, extensión y funcionamiento administrativo, bajo los fundamentos de mejoramiento continuo, prevención de la contaminación y cumplimiento de los requisitos legales ambientales aplicables vigentes.

La Oficina de Gestión Ambiental de la universidad busca generar el diagnóstico de los escenarios de riesgos en la Sede Bogotá, utilizando para ello la información de la línea base ambiental de los componentes natural y antrópico, los registros históricos de emergencias ambientales y el monitoreo de las condiciones ambientales; con el objetivo de formular e implementar planes orientados al conocimiento, prevención y mitigación de los riesgos ambientales, mejorando la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de la comunidad universitaria, y promoviendo el desarrollo ambiental sostenible en los predios de la Sede.

Así mismo, este estudio se enmarca en los objetivos de las normas ISO 9001:2015 referente a la creación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC), ISO 14001:2015 que busca que todas las empresas demuestren un alto compromiso con la protección del medio ambiente por medio de la gestión de los riesgos medioambientales asociados a la actividad que cada una de ellas desarrolla e ISO 19001:2018 que estipula ejercicios de auditoría sistémicos al interior de las organizaciones para verificar el cumplimiento de los estándares de los sistemas de gestión que posee. También se empleará la herramienta *QFD - Quality Function Deployment* (en español Despliegue de la Función Calidad), la herramienta de valoración de Impacto ambiental *CONESA* y la matriz *AMFE* (Análisis modal de fallos y efectos), la cual se utiliza para definir los fallos que surgen de un

producto o servicio, ayudando a reducir el tiempo durante el desarrollo de nuevos productos. La pregunta problema del presente artículo es ¿cómo mitigar los riesgos potenciales en materia de calidad, seguridad y medio ambiente en esta institución de educación superior a partir de los estándares internacionales de calidad?

El presente artículo pretende abordar la pregunta problema a través de la metodología planteada y brindar una propuesta de mejora proveniente del análisis de resultados con las herramientas utilizadas a través de la discusión. Por último, mencionar unas conclusiones del análisis.

Marco teórico

Los Sistemas de Gestión de Calidad, conocidos por sus siglas SGC, son una serie de herramientas que implementan las organizaciones con el fin de que sus productos y servicios cumplan con los máximos estándares de calidad para lograr y mantener la satisfacción de sus clientes. La Organización Internacional de Normalización -ISO- asegura que “las Normas Internacionales garantizan que los productos y servicios que utiliza a diario sean seguros, fiables y de calidad superior” (ISO, s.f.).

La norma ISO 9001:2015 busca alcanzar la calidad en una organización por medio de la implementación de un método o Sistema de Gestión de la calidad (SGC). Esta norma ha sido, desde sus inicios, un referente de calidad a nivel mundial con más de un millón de empresas certificadas. La norma expone los requisitos de un Sistema de Gestión de Calidad, los cuales le permiten a una empresa enfocar sus metas para satisfacer las necesidades del cliente y para acreditar esta capacidad a nivel nacional e internacional.

Así mismo, el apartado 3.7.4 de la norma ISO 9001:2015 que menciona Sánchez (2009), define el manual de calidad como un documento que especifica el Sistema de Gestión de la Calidad de una empresa (pueden variar en nivel de detalle y formato, adecuándose a las necesidades de la organización). Este manual pretende dar sentido e identidad a la estrategia seguida por la organización para alcanzar la calidad requerida por sus clientes (Singh y otros, 2022). En este documento se definen los objetivos y los estándares de calidad de una compañía y describe las políticas de calidad y los instrumentos con los que la empresa cuenta para alcanzar los objetivos trazados.

El responsable de la política de calidad al interior de una organización en la norma ISO 9001:2015 según Martínez (2016) es el miembro de la empresa que tiene la responsabilidad de asegurar que se implanten y mantengan los procesos para gestionar la calidad. El responsable de calidad es el encargado de informar a los demás miembros sobre el sistema de gestión y también de las necesidades de mejora que puedan existir y, a su vez, tiene que asegurar que la gestión de la calidad llegue a todos los niveles de la compañía. La calidad no es un interés solamente de esta persona sino de toda la empresa, y la responsabilidad abarca desde el gerente general hasta el último operario, y las instituciones de educación no son la excepción (Pinilla & Quintero, 2016). Todos deben participar y ese nexo se hace tangible en la posición del responsable de calidad.

La norma ISO 9001:2015 también especifica el rol de la alta gerencia al interior del Sistema de Gestión de Calidad al indicar que “es una persona o un grupo de personas que dirige y controla una organización en el nivel más alto” (ISO, 2015). En esta misma norma se define también que “la alta dirección tiene el poder de delegar autoridad y proveer recursos en la organización.” (ISO, 2015).

De otra parte, uno de los mecanismos más objetivos y veraces para dar continuidad a los procesos de mejora continua en cualquier organización es la auditoría. Estas se pueden llevar a

cabo de manera interna o externa a cada organización; cualquiera de las dos que se ejecute, tiene como finalidad verificar si las actividades llevadas a cabo al interior cumplen con los requerimientos de calidad establecidos por las normas dispuestas para tal fin. En la norma ISO 9001:2015 también se compendia las auditorías de calidad, que se definen como el proceso sistémico, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de forma objetiva con el fin de determinar la extensión en la que se cumplen los criterios que solicita la auditoría. Así mismo establece que es un examen metódico que se realiza para determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen todas las disposiciones que se han establecido de forma previa y que verdaderamente se llevan a cabo, además se debe comprobar que son adecuadas para conseguir los objetivos que se han propuesto (ISO, 2015). También es importante mencionar la norma ISO 19011:2018. Saulig (2021) afirma que esta norma establece claramente un programa de auditoría, sobre la planificación y la realización de auditorías de sistemas de gestión, así como sobre la competencia y la evaluación de un auditor y un equipo auditor.

Saulig (2021) también menciona que en la norma ISO 19011:2018, se incluye la expansión de las directrices para la gestión de un programa de auditoría, incluyéndose los riesgos que conlleva. Así como la expansión de las directrices para la conducción de una auditoría, concretamente sobre su planificación. También se incluyen requisitos generales de competencia para auditores. Dichas auditorías brindan a las empresas beneficios positivos que permite a sus directivos la toma de decisiones adecuadas para poder dirigir la empresa en torno a alcanzar objetivos de calidad que se trazan. Este tipo de auditorías deben ser de carácter objetivo para que puedan propiciar una mejora en los procesos basándose en los resultados obtenidos (Sánchez, L.P.). La idea es aunar esfuerzos para optimizar los procesos, protegiendo toda la estructura de la organización (financiera, social, humana) y supervisando el buen funcionamiento de cada una de sus partes. Las auditorías se convierten en el mecanismo primario para poder definir si la organización está o no prestando un servicio de calidad mediante un proceso constructivo, cuyo fin único es mejorar el desarrollo de las operaciones realizadas y poder alcanzar un mayor beneficio para la empresa y asegurar el cumplimiento de sus objetivos.

Por otra parte, la norma ISO 14001:2015 es una norma internacional que busca que todas las empresas demuestren compromiso con la protección del medio ambiente gestionando los riesgos de tipo medioambiental asociados a la actividad que cada una de ellas desarrolla. Esta norma define claramente los requisitos necesarios para implementar el Sistema de Gestión Ambiental de su organización ayudando a controlar el impacto que se genera en el Medio Ambiente durante el desarrollo de sus actividades (Alzate, et al, 2018).

La norma ISO 14001:2015 pretende que las organizaciones sean sostenibles adquiriendo más experiencia en el manejo de proyectos ambientales y cumpliendo con toda la legislación ambiental. La norma ISO sostiene que: “se hace necesario que las empresas adopten un enfoque sistémico con relación a la gestión ambiental mediante la implementación de sistemas de gestión ambiental, cuyo objetivo es contribuir al pilar ambiental de la sostenibilidad” (ISO, 2015).

Dentro de la Institución de Educación Superior objeto de estudio del presente artículo existe un marco normativo alrededor de la política ambiental. Esta fue instaurada mediante el Acuerdo 016 de 2011 del Consejo Superior Universitario el cual establece que se busca promover un entorno ambientalmente sano para el desarrollo de su misión educadora y formadora, proteger su entorno natural, proponer alternativas sostenibles para solucionar las problemáticas ambientales que se presentan en sus espacios, así como incluir de forma transversal la dimensión ambiental en los procesos de docencia, investigación, extensión y funcionamiento administrativo, bajo los

fundamentos de mejoramiento continuo, prevención de la contaminación y cumplimiento de los requisitos legales ambientales aplicables vigentes (Consejo Superior Universitario, 2011). Así mismo el Acuerdo 016 de 2011 del Consejo Superior Universitario (2011), define los siguientes principios y estrategias de la política ambiental:

- Aplicar principios éticos y ambientales, como soporte indispensable en los procesos de formación, investigación, extensión y administración ambiental de la universidad.
- Propender por el cumplimiento de las políticas y el marco normativo ambiental vigente, a nivel local, nacional e internacional.
- Propender por el respeto a la vida en todas sus manifestaciones.
- Fomentar un modelo educativo orientado a la consolidación de una cultura ambiental en la comunidad universitaria.
- Promover y garantizar la participación, el trabajo en equipo, la cooperación de todos los estamentos que conforman la Universidad Nacional de Colombia para que se comprometan de forma individual y colectiva a asumir responsabilidades y derechos ambientales.
- Fomentar la investigación que permita construir el conocimiento científico enfocado a profundizar en las problemáticas y soluciones ambientales del país, derivadas de la interacción ecosistema y cultura.
- Regirse por el principio de sostenibilidad ambiental para garantizar el compromiso con las generaciones futuras, de manera coherente con las dinámicas cotidianas de la universidad y acordes con las particularidades de las sedes.
- Fortalecer el Sistema de Gestión Ambiental buscando prevenir, mitigar, controlar y/o reducir los impactos ambientales negativos derivados de las actividades misionales de la Universidad Nacional de Colombia, que puedan afectar el ambiente natural, el construido y el entorno de todas las sedes.
- Incluir en sus planes de desarrollo, proyectos orientados a la restauración conservación e incremento de los ecosistemas propios de cada sede, buscando la armonización y compatibilidad con las actividades propias de la Universidad Nacional de Colombia.
- Informar, sensibilizar y capacitar a la comunidad universitaria en el aprovechamiento responsable de los recursos naturales, fomentando actitudes de ahorro, reducción, recuperación, reutilización y reciclaje.
- Asignar y mantener una base de recursos humanos, logísticos y financieros que permitan la sostenibilidad de la aplicación de la política ambiental, de acuerdo con las necesidades y la disponibilidad presupuestal existente en cada sede para la vigencia correspondiente.
- Fijar metas de mejoramiento continuo en cada sede, evaluadas permanentemente a través de un Sistema de Información Ambiental que integre y socialice la información.

El mencionado acuerdo del Consejo Superior Universitario afirma que la organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental. Estas cuestiones incluyen las condiciones ambientales capaces de afectar o de verse afectadas por la organización (Consejo Superior Universitario, 2011).

Para el correcto análisis de la problemática planteada en esta Institución de Educación Superior en Colombia también se hace necesario incluir en el presente marco teórico las definiciones teóricas y técnicas de las herramientas utilizadas. La primera es la del *QFD* que son las siglas inglesas de *Quality Function Deployment* (en español Despliegue de la Función Calidad) para la temática de *calidad*. El *QFD* es una herramienta de planificación que se desarrolla para transmitir las características que deben tener los productos a lo largo de todo el proceso de

desarrollo (Echeverry y otros, 2021). Medina define el *QFD* como “una poderosa herramienta de análisis de gestión utilizada para convertir los requerimientos del cliente en características técnicas que deben ser parametrizadas para su desarrollo” (Medina, 2010, p.83). Yoji Akao es el precursor de esta metodología, la cual se desarrolló en Japón en los años 70 y contribuyó a encumbrar a la construcción naval japonesa en los primeros lugares mundiales. A partir de esta formulación original de la metodología, el *QFD* ha tomado muchas formas y versiones, debido en parte a la necesidad de adaptarse a la mentalidad occidental, y en parte a su propia evolución.

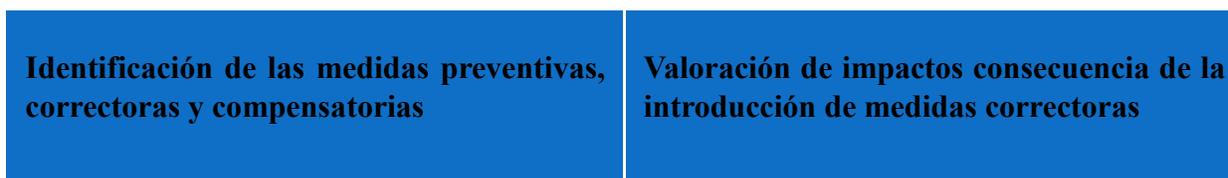
Otra herramienta que contribuye a verificar, descartar o corroborar la información obtenida durante el proceso de valoración del *impacto ambiental* a través de distintos métodos de recolección de información es el método de Alberto Conesa que fue creado en 1997 y que según Armenta et. al. “está basado en el método de las matrices causa- efecto. Involucrando los métodos de matriz de Leopold y el método Instituto Batelle-Columbus” (Armenta et al, s.f.)

Esta herramienta presenta una valoración cualitativa del impacto ambiental causado, el cual se resume en la siguiente imagen:



Imagen 1. Tomado de METODOLOGÍA CONESA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES por Armenta et al, s.f.
https://www.academia.edu/4728000/METODOLOG%C3%8DA_CONESA_PARA_LA_EVALUCI%C3%93N_DE_IMPACTOS_AMBIENTALES

Una vez se implementa esta matriz, se deben llevar a cabo medidas de prevención y corrección de impactos, cuyo fin es explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio e incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir con aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad como lo muestra la siguiente figura tomada de la presentación de Armenta et al (s.f.):



Medidas preventivas: Evitan aparición del efecto, modificando los elementos definatorios de la actividad.

Medidas correctoras: Dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre procesos productivos, condiciones de funcionamiento etc.

Medidas Compensatorias: Aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables, que contrapesen de alguna manera la alteración del factor.

Cuando se establezcan las medidas correctivas y de prevención, se estudian las matrices anteriormente realizadas (matriz de importancia y matriz de evaluación cuantitativa), para disponer en que parte de esta es necesario aplicarlas.

Figura 1. Tomado de METODOLOGÍA CONESA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES por Armenta et al, s.f.
https://www.academia.edu/4728000/METODOLOG%C3%8DA_CONESA_PARA_LA_EVALUCI%C3%93N_DE_IMPACTOS_AMBIENTALES

Por último, el método *AMFE* Análisis Modal de Fallos y Efectos será el método utilizado para analizar la temática de *seguridad* y es, según Jorge Jimeno Bernal “una metodología que se aplica a la hora de diseñar nuevos productos, servicios o procesos. Su finalidad es estudiar los posibles fallos futuros de nuestro producto para posteriormente clasificarlos según su importancia” (Jimeno, 2013). Por lo tanto, la matriz *AMFE* recobra mucha importancia durante la ejecución de algún proyecto en el ámbito laboral, social e incluso doméstico.

Jimeno Bernal plantea los siguientes pasos para elaborar un análisis *AMFE*:

- **Enumerar todos los posibles fallos:** determinar los fallos que podría tener el producto acabado, y que pueden ser desde defectos estéticos, funcionales, de seguridad, problemas relacionados con el mal uso, etc. Para hacer esto se recomienda descomponer el producto en piezas y ver cómo podría fallar cada una de ellas. También hay que pensar en cuál es el uso esperado que se va a hacer del producto: ¿Está enfocado a usuarios expertos o a gente con pocos conocimientos? ¿Se va a usar en situaciones críticas? ¿Qué pasaría si el usuario final lo usa sin leer las instrucciones? ¿Si se rompe puede poner en riesgo la vida de alguien?
- **Establecer su índice de prioridad:** Luego de enumerar los posibles fallos, se deben clasificar según su importancia considerando los siguientes valores:
 - S: nivel de severidad** (gravedad del fallo percibida por el usuario)
 - O: nivel de incidencia** (probabilidad de que ocurra el fallo)
 - D: nivel de detección** (probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use).
 A cada modo de fallo le asignaremos un valor de S, O y D entre 1 y 10. Una vez estimados S, O y D, los multiplicamos para obtener el NPR (Número, o Índice de Prioridad de Fallo), que dará un valor entre 1 y 1000: $NPR=S*O*D$

Índice de prioridad de fallo = Severidad * Probabilidad de Incidencia * Probabilidad de no Detección

- **Priorizar los modos de fallos y buscar soluciones:** Cuando se haya calculado el NPR para todos los modos de fallo estudiados, se clasificarán de mayor a menor. Los modos de fallo con mayor NPR serán los que antes se deben solventar (por ejemplo, se puede acordar que se buscarán soluciones para todos los modos de fallo mayores de 600). (Jimeno, 2013)

Jimeno Bernal (2013) propone la sistematización de la anterior información en la siguiente tabla:

AMFE							
Elemento / Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR = S*O*D	Acciones propuestas
describir elemento	describir modo de fallo	describir efecto	1 a 10	1 a 10	1 a 10	1 a 1000	proponer acción de mejora si sale un NPR alto

Imagen 2. Tomada de: Jimeno Bernal, Jorge (2013). PDCA Home. AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos – guía y ejemplos de uso. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-yefectos/>

Metodología

A través de las herramientas *QFD*, *CONESA* y *AMFE* se analizarán las temáticas de calidad, medio ambiente y seguridad, respectivamente.

Para el caso del análisis de *calidad* en esta Institución de Educación Superior se analizará una muestra de 363 reclamaciones y de 1.577 encuestas, seleccionadas mediante muestreo no probabilístico. Estas reclamaciones están ordenadas en 5 categorías:

- Información disponible;
- atención telefónica;
- demora en la atención;
- canales de comunicación, y
- organización.

En este caso, la recolección de la información se realizó a partir de las expectativas recogidas en las encuestas de los interesados en vincularse a un programa de posgrado y el análisis de las reclamaciones. Tomando como referencia el desarrollo propuesto por Lorenzo et al (2004).

Esta información será de utilidad para desarrollar un estudio cualitativo basado en la metodología *QFD* para definir los requerimientos y necesidades de los clientes, a través del cruce matricial de las reclamaciones y las dimensiones del cuestionario de calidad percibida utilizado en la institución educativa (Reda & Dvivedi, 2022). Adicionalmente y según Lorenzo et. al. “el elemento básico del *QFD* es la denominada «Casa de la Calidad» (House of Quality), que se obtiene mediante el desarrollo de una serie de matrices que permiten identificar las áreas de mejora, clasificarlas y ponderarlas en una matriz final” (Lorenzo et al, 2004). Con el estudio basado en la metodología *QFD* podremos obtener hallazgos en materia de *calidad*.

Posteriormente, para abordar el análisis de *medio ambiente* se aplicó la metodología CONESA. La valoración se efectuó a partir de evaluación de la matriz de impacto como un instrumento preventivo para la gestión ambiental con el fin de determinar el efecto que tienen los riesgos presentes y descrito por la oficina de Gestión Ambiental de la universidad, a saber: riesgos eléctricos, emergencias por vientos fuertes, emergencias por granizadas, emergencias por fuertes lluvias, contaminación del aire (Caro y otros, 2021). Se tuvieron en cuenta los factores de riesgo establecidos por la universidad y se abordaron desde los diferentes criterios definidos.

Finalmente, para el aspecto de *seguridad* se aplicará la Matriz *AMFE*, para prevenir los fallos potenciales durante la prestación del servicio educativo. Considerando que es una institución de educación superior, que cuenta a la fecha con algunas certificaciones de calidad, pero que la comunidad educativa en general es susceptible a verse involucrada en alguna situación de riesgo.

La clasificación empleada para los riesgos en la matriz *AMFE* es la siguiente:

- **Riesgos ambientales:** La contaminación del aire, del agua y los suelos se convierten en amenazas para la salud de la comunidad educativa en general.
- **Riesgos sanitarios:** la universidad cuenta con un gran número de laboratorios que tienen conexiones de gas y que suelen funcionar de manera adecuada. Sin dejar de lado que pueden convertirse en un riesgo si se llegara presentar un escape de gas.
- **Riesgos biológicos:** la universidad cuenta con la Facultad de Ciencias Agrarias la cual busca preservar, asimilar, desarrollar y comunicar el conocimiento agronómico universal por medio del estudio y enriquecimiento de los recursos científicos, tecnológicos, técnicos, culturales y ambientales del país, con el fin de formar ciudadanos autónomos, libres, creativos, comprometidos, respetuosos, responsables con los valores democráticos y los intereses nacionales, mediante el ejercicio de la docencia, la investigación y la extensión. En el campus hay presencia de diferentes especies de animales que circulan por las instalaciones y que se pueden convertir en riesgos potenciales para la comunidad en general porque la salud de las personas u otros animales se deteriore por la presencia de organismos: virus, bacterias, esporas, cultivos celulares, hongos, entre otros.

Resultados

En el caso de la metodología del *QFD* para *calidad*, se analizaron algunas reclamaciones, que representan el 8% del total de las cuales se identificaron las diferentes áreas de mejora para cada tipo de reclamación: preparación, confianza, amabilidad, disposición, información disponible, precisión de la información, rapidez, espera telefónica, página web, organización, eficiencia, contacto telefónico, tecnología, claridad de la información y pertinencia.

La siguiente imagen refleja la metodología del *QFD* aplicada a la organización objeto de estudio:

Title: Evaluación y mejoramiento de un programa de posgrado
 Author: JORGE GIOVANY SUÁREZ PINILLA
 Date: FEBRERO 1 DE 2023
 Notes:

Legend	
⊕	Strong Relationship 9
○	Moderate Relationship 3
△	Weak Relationship 1
+	Strong Positive Correlation
+	Positive Correlation
-	Negative Correlation
▼	Strong Negative Correlation
▼	Objective Is To Minimize
▲	Objective Is To Maximize
X	Objective Is To Hit Target

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Voice")	Quality Characteristics (a.k.a. "How's")															
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
					Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (X)															
					PREPARACIÓN	CONFIANZA	AMABILIDAD	DISPOSICIÓN	INFORMACIÓN DISPONIBLE	PRECISIÓN DE LA INFORMACIÓN	RAPIDEZ	ESPERA TELEFÓNICA	PÁGINA WEB	ORGANIZACIÓN	EFICIENCIA	CONTACTO TELEFÓNICO	TECNOLOGÍA	CLARIDAD DE LA INFORMACIÓN	PERTINENCIA	
1	0				○															
2	0					○														
3	3						○													
4	3							○												
5	9								○											
6	1									▲										
7	1										▲									
8	1											▲								
9	9												○							
10	9													○						
11	3														○					
12	1															▲				
13	3																○			
14	9																	○		
15	3																		○	
					Target or Limit Value															
					Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)															
					1	2	1	1	2	9	9	10	1	2	1	9	1	1	1	
					9	9	3	3	9	1	1	1	9	9	3	1	3	9	3	
					Weight / Importance															
					Relative Weight															

Powered by QFD Online (http://www.QFDOnline.com)

Imagen 3. Matriz QFD aplicada a la organización objeto de estudio.

La Imagen 3 muestra fortalezas en la preparación, confianza, amabilidad y disposición.

Pese a que los datos aportan una información interesante para la gestión de la calidad, no se debe olvidar que están sujetos a ciertas limitaciones. Se debe tener en cuenta que sólo se ha valorado la opinión de los interesados en vincularse a un programa de posgrado, mientras que las reclamaciones pueden ser presentadas por cualquier persona activa o a vincularse.

Posteriormente, se realiza la aplicación de la metodología CONESA para el caso de la gestión del impacto al medio ambiente con los riesgos descritos en la metodología:

MATRIZ METODO CONESA

IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	IMPACTO
Riesgos eléctricos	NEGATIVO (-)	3	6	4	3	3	3	2	3	1	3	43	
Emergencias por fuertes lluvias	NEGATIVO (-)	11	7	4	1	2	1	2	2	1	2	62	
Emergencias por granizadas	NEGATIVO (-)	11	7	4	3	1	2	1	2	3	3	66	
Emergencias por fuertes vientos	NEGATIVO (-)	9	7	4	2	3	1	3	3	1	3	61	
Contaminación del aire	NEGATIVO (-)	12	7	4	3	2	2	2	2	1	3	69	

ALGORITMO

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

IN = Intensidad
MO = Momento
RV = Reversibilidad
AC = Acumulación
PR = Periodicidad
EX = Extensión
PE = Persistencia
SI = Sinergia
EF = Efecto
MC = Recuperabilidad



Inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles con el ambiente
Entre 25 y 50 son impactos moderados.
Entre 50 y 75 son severos
Superiores a 75 son críticos

Imagen 4. Matriz Conesa aplicada a la organización objeto de estudio.

En la imagen 4 se puede observar que los impactos: riesgos eléctricos, emergencias por fuertes lluvias y emergencias por fuertes vientos tienen un riesgo moderado. La universidad plantea que una de las claves para reducir este impacto medioambiental, y por lo tanto luchar contra el cambio climático, es la eficiencia energética por medio de la sensibilización del personal del campus para realizar un uso sostenible de la energía y evitar su malgasto.

Seguidamente, se aplica la matriz AMFE propuesta por el autor obteniendo la siguiente información inicial:

AMFE							
Tipo de análisis:		AMEF de servicio					
Objeto de análisis:		RIESGOS DEL SERVICIO EDUCATIVO					
Responsable de AMFE (persona):		JORGE GIOVANY SUÁREZ PINILLA					
Lugar:		Universidad Nacional de Colombia					
Fecha:		Febrero 21 de 2023					
Elemento / Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR = S*O*D	CÓDIGO COLOR
Contaminación del aire	Gases nocivos que generan los buses, carros y motos que circulan en el campus	Aumento del riesgo de padecer infecciones respiratorias.	9	9	3	243	RIESGO DE FALLA MEDIO

Contaminación del agua	Mal manejo y uso de las represas de agua	Desaparición de los ecosistemas acuáticos	8	7	3	168	RIESGO DE FALLA MEDIO
Contaminación de los suelos	Malas prácticas agrícolas	Reducción de la materia orgánica del suelo	8	6	3	144	RIESGO DE FALLA MEDIO
Conexiones de gas	Generación de flamas, incendios, explosiones por fugas de gas	Riesgo toxicológico	7	7	4	196	RIESGO DE FALLA MEDIO
Infecciones virales	Contagio de enfermedad transmitida de un animal a un humano.	Riesgo de contraer zoonosis	8	9	3	216	RIESGO DE FALLA MEDIO
Infecciones bacterianas	Contagio de bacteria de un animal a un humano.	Riesgo de contraer criptococosis	9	9	2	162	RIESGO DE FALLA MEDIO
Proliferación de hongos	Crecimiento y aparición de hongos por humedad ambiental elevada.	Aumento de los niveles de esporas en lugares húmedos.	9	9	3	243	RIESGO DE FALLA MEDIO

Figura 2. Matriz AMFA aplicada a la organización objeto de estudio.

De la Figura 2. Matriz AMFA aplicada a la organización objeto de estudio se puede concluir que la contaminación del aire y la proliferación de hongos alcanzan un valor similar de 243 cada uno y clasificándose como un riesgo de falla medio. Ninguno de los elementos analizados alcanzó un riesgo de falla ALTO por tanto se pueden diseñar acciones preventivas para disminuir el impacto que pueden llegar a ocasionar si se convierten en ALTO riesgo.

Discusión

Respecto al análisis de calidad a través del *QFD* es posible afirmar que se deben diseñar acciones de mejora en cuanto a precisión de la información, rapidez, espera telefónica y contacto telefónico. También se observan fortalezas en la preparación, confianza, amabilidad y disposición.

La herramienta del *QFD* ha resultado muy útil, ya que permitió relacionar las reclamaciones y los atributos del cuestionario de calidad percibida e identificar los determinantes del nivel de satisfacción de las personas interesadas en el programa de posgrado al mismo tiempo que las áreas de mejora. El *QFD* nos ha permitido evaluar la validez externa de los cuestionarios utilizados e identificar los atributos de la calidad. No obstante, es importante aclarar que a pesar de que estos datos aportan información relevante frente a la gestión de calidad, estos están sujetos a ciertas limitaciones. Hay que tener en cuenta que sólo se ha valorado la opinión de los interesados en vincularse a un programa de posgrado, mientras que las reclamaciones pueden ser presentadas por cualquier persona activa o a vincularse.

Con relación a la aplicación de la matriz *CONESA*, se puede asegurar que en las emergencias por granizadas y contaminación del aire existe un riesgo severo. Este campus está altamente expuesto a la contaminación del aire el cual es uno de los mayores riesgos ambientales que existen para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire, la universidad puede reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.

Se propone realizar el mejoramiento de la eficiencia energética de los edificios y promoción de estructuras con más zonas verdes para lograr una mayor eficiencia. Así mismo, diseñar estrategias de reducción, separación, reciclado y reutilización o reelaboración de desechos.

Finalmente, las acciones preventivas propuestas que surgieron del análisis de la matriz *AMFE* se presentan a continuación:

ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	FECHA PLAZO OBJETIVO	ACCIONES IMPLEMENTADAS	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR (S*O*D)
Implementación pico y placa interinstitucional	División de Transporte	21/05/2023	Se diseñó plan de movilidad y circulación dentro del campus	3	3	9	81
Jornadas de inspección y monitoreo de la calidad del agua	Ciencias Agrarias	20/06/2023	Regulación de tiempo para hacer pruebas a la calidad del agua	2	3	8	48
Rotación de los cultivos y el control de la erosión para la conservación del suelo	Ciencias Agrarias	20/06/2023	Definición de cronogramas de rotación de cultivos	3	3	8	72
Mantenimiento a instalaciones de gas	División de Mantenimiento	15/04/2023	Aumento de frecuencia de los mantenimientos preventivos.	3	2	9	54
Aislamiento de especies	Ciencias Agrarias	20/03/2023	Limitar el desplazamiento de las especies en riesgo	2	2	7	28
Aplicación de fungicida	Ciencias Agrarias	25/03/2023	Aplicar en diferentes áreas los fungicidas	3	2	2	12

Figura 3. Matriz *AMFA* (acciones recomendadas) a la organización objeto de estudio.

Es muy probable que después de implementar de manera consciente las acciones recomendadas, los índices de riesgo de falla disminuyan. Estos resultados sólo se alcanzarán con el esfuerzo mancomunado de los responsables de la ejecución de estas acciones y del monitoreo constante para asegurar que todo funciona de manera adecuada y que tales procesos van a contribuir al buen funcionamiento de la institución.

Conclusiones

Para el caso del estudio realizado en materia de *calidad* con la metodología del *QFD* se puede concluir que en esta metodología se trabaja con la idea de un producto final al que hay que ir agregando mejoras o correcciones. En este caso se propusieron mejoras en las áreas de información, rapidez, espera telefónica y contacto telefónico. Este proceso es de mejora continua y requiere gran compromiso del líder de calidad en la organización y todo el equipo de trabajo.

También es posible concluir que la evaluación de *impacto ambiental* es una herramienta de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al medio ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente. Se hace indispensable, tomar medidas contra los daños causados ya que es crucial para proteger el entorno de la organización.

Por último, se puede afirmar que si se requiere determinar los posibles fallos y efectos que surgen de la ejecución de un proyecto, la implementación de la matriz *AMFE* resulta pertinente para luego tomar acciones de mejora. Con la implementación de esta estrategia se pretende lograr una mejora significativa en la calidad ya sea de productos y servicios que se presta en cualquier institución. Cabe resaltar que para que esta implementación de los resultados esperados se debe contar con el apoyo y participación del colectivo involucrado quienes pondrán en marcha los cambios que se requieran.

Referencias bibliográficas

- Alzate-Ibáñez, A., Ramírez Ríos, J., & Alzate-Ibáñez, S. (2018). MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001: EVOLUCIÓN Y APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD ORGANIZACIONAL. *Revista chilena de economía y sociedad*, 12(1). <https://rches.utem.cl/wp-content/uploads/sites/8/2018/07/revista-CHES-vol12-n1-2018-A.Alzate-Iban%CC%83ez-Ramirez-S.Alzate-Iban%CC%83ez.pdf>
- Armenta, M., Daniels, D., Diaz, L., Jimenez, D., Sierra, L. (s.f.) *Metodología conesa para la evaluación de impactos ambientales*. https://www.academia.edu/4728000/METODOLOG%3%8DA_CONESA_PARA_LA_EVALUCI%3%93N_DE_IMPACTOS_AMBIENTALES
- Budayan, C., & Okudan, O. (2022). Roadmap for the implementation of total quality management (TQM) in ISO 9001-certified construction companies: Evidence from Turkey. *Ain shams engineering journal*, 13(6), 101788.
- Caro-Gonzalez, A. L., Toro, J., & Zamorano, M. (2021). Effectiveness of environmental impact statement methods: A Colombian case study. *Journal of Environmental Management*, 300, 113659.
- Consejo Superior Universitario (2011) *Acuerdo 016 de 2011*. https://sga.medellin.unal.edu.co/images/pdf/Acuerdo_016_de_2011_Pol%3%ADtica_Ambiental_UNal.pdf
- Echeverri Martinez, R., Zayas Pérez, B. E., Espinosa Reza, A., Rodríguez-Martínez, A., Caicedo Bravo, E., & Alfonso Morales, W. (2021). Optimal planning, design and operation of a

- regional energy mix using renewable generation. Study case: Yucatan peninsula. *International Journal of Sustainable Energy*, 40(3), 283-309.
- Gómez Bustamante, E., Severiche Sierra, C., & Cogollo Milanés, Z. (2020). Modelo Logit para la asociación de las condiciones económicas, sociodemográficas, psicosociales y de salud en recicladores de residuos sólidos urbanos. *Aglala*, 11(1), 337-347. Recuperado a partir de <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/1592>
- Internacional Organization for Standardization (s.f.) *ISO: Normas mundiales para bienes y servicios de confianza*. <https://www.iso.org/es/home>
- Internacional Organization for Standardization (2015) *ISO 14001:2015(es) Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- Internacional Organization for Standardization (2015) *ISO 9000:2015(es) Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Jimeno, J. (2013) *AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos – Guía y ejemplos de uso*. <https://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>
- Lorenzo, S., Mira, J., Olarte, M., Guerrero, J., Moyano, S. (2004) *Análisis matricial de la voz del cliente: QFD aplicado a la gestión sanitaria*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112004000800008
- Manjarres Marquez, J., & Salazar Ramos, R. (2021). El gasto público en los pilares de educación (cobertura, calidad, pertinencia y eficiencia): una revisión bibliográfica. *Conocimiento Global*, 6(S1), 76-96. Recuperado a partir de <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/134>
- Martínez, J. A. G. (2016). *Guía para la aplicación de ISO 9001 2015*. Alpha Editorial.
- Medina, J. (2010) El Despliegue de la Función Calidad como Herramienta Estratégica. *Revista Entre Ciencias e Ingeniería*. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciasingenieria/article/view/733/728>
- Oficina de Gestión Ambiental (s.f.) *ISO 14001 – ICONTEC*. Recuperado de: <https://ogabogota.unal.edu.co/la-oficina-oga/reconocimiento-iso-14001/>
- Paz Marcano, A. , Pinto Aragón, E., & García Guiliany, J. (2020). Universidad y sociedad aliado de la actividad extensionista para el desarrollo del emprendimiento en Venezuela. *Aglala*, 11(1), 47-63. Recuperado a partir de <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/1569>
- Pinilla, G. S., & Quintero, N. C. G. (2016). Some reflections about leading large classes. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 3(6).
- Reda, H., & Dvivedi, A. (2022). Decision-making on the selection of lean tools using fuzzy QFD and FMEA approach in the manufacturing industry. *Expert Systems with Applications*, 192, 116416.
- Sánchez, M. F. (2009). *Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001: 2004*. FC Editorial.
- Sánchez, L. P. (2020). Aproximación teórica al concepto de calidad y los sistemas de gestión. *SUMMA. Revista disciplinaria en ciencias económicas y sociales*, 2(1), 41-62.
- Saulig, S. (2021). Aplicación de la norma ISO 19011: 2018 en las contrataciones del Sistema Nacional de Calidad: propuesta para implementar ISO 9001: 2015 en el INTI. https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/1927/1/TMAG_EPYG_2021_SS.pdf

- Singh, J., Ahuja, I. P. S., Singh, H., & Singh, A. (2022). Development and implementation of Autonomous Quality Management System (AQMS) in an automotive manufacturing using Quality 4.0 concept—a case study. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108121.
- Torres Jiménez, M. (2021). Factores que influyen en la transformación digital en las instituciones de educación superior. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).