

METODOLOGIA PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EMPRESAS

María De Pinto ⁹

Resumen

Las transformaciones que ha sufrido la economía mundial y los cambios en la sociedad han generado un incremento sustancial del comercio, exigiendo a las organizaciones adoptar mecanismos que les permitan acceder a nuevos targets, aumentar su productividad y competitividad y homologar la manera de interactuar y relacionarse con respecto a marcos de referencia. Con estos propósitos entre otros, se creó el Project Management Institute–PMI, que desarrolló y publicó el estándar para la gestión de proyectos PMBOK (Project Management Body of Knowledge), siendo éste un referente internacional para asegurar la calidad de un proyecto en su ciclo de vida. El PMBOK toma cada vez un papel más relevante para las organizaciones que desean penetrar los mercados internacionales, convirtiéndose, en algunos casos, en una barrera comercial para sus productos y/o servicios que buscan competir globalmente. Por estas razones, se decidió utilizar el PMBOK para ser aplicado a la metodología para la medición de la calidad de la energía eléctrica en la empresa Maxca C.A

Palabras clave: PMBOK; normas: IEC 61000-4, IEEE 519; perturbaciones eléctricas.

Summary

The transformations that the world economy has undergone and the changes in society have generated a substantial increase in trade, requiring organizations to adopt mechanisms that allow them to access new targets, increase their productivity and competitiveness, and standardize the way they interact and relate to others. regarding frames of reference. With these purposes among others, the Project Management Institute–PMI was created, which developed and published the standard for project management PMBOK (Project Management Body of Knowledge), being an international reference to ensure the quality of a project in its cycle. of life. The PMBOK takes on an increasingly relevant role for organizations that wish to penetrate international markets, becoming, in some cases, a commercial barrier for their products and/or services that seek to compete globally. For these reasons, it was decided to use the PMBOK to be applied to the methodology for measuring the quality of electrical energy in the company Maxca C.A.

Keywords: PMBOK; standards: IEC 61000-4, IEEE 519; electrical disturbances.

⁹Estudiante de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Bicentennial de Aragua (UBA), San Joaquín de Turmero, Aragua, Venezuela. zlmanuelz332@gmail.com

Introducción

La empresa Maxca C.A. lleva más de 20 años prestando servicios en el rubro de la fabricación de sacos de polipropileno, bolsas plásticas y termoencogibles, y, como en toda empresa, en ella surgen diariamente problemas que dificultan el funcionamiento regular e implican la utilización no deseada de los recursos de la empresa.

En este proyecto se describen las perturbaciones que generan distorsión a las señales de potencia eléctrica en Maxca C.A. y que son tenidas en cuenta en el estudio y monitoreo de Calidad de Energía Eléctrica (CEL); por ello, se propone una metodología y un procedimiento para la medición y registro de estos parámetros obtenidos por un analizador de redes, relacionando todo el proceso con la normativa y regulación nacional e internacional vigente en Venezuela.

En ese sentido, en este proyecto se buscó realizar una metodología que permita ejecutar mediciones de calidad de energía utilizando cualquier instrumento de medición (analizador de red eléctrica) que cuente con las características normativas para realizarla, con el fin de efectuar una serie de pruebas que permitan entender y analizar las perturbaciones que están afectando el sistema en análisis de una empresa, así como una medición enfocada al funcionamiento de un equipo en especial. Es relevante destacar que muchas de las técnicas de medición están definidas por normas como la 61000-4 del *International Electrotechnical Commission* (IEC), al igual que la 519 del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE).

Para ejecutar la gestión del proyecto se utilizó la guía PMBOK en las fases de: fundamentos de la gestión de proyectos, planificación del proyecto, ejecución del proyecto y gestión de calidad. En los fundamentos de la gestión de proyectos, describe los procesos y actividades que sirven para integrar los diversos elementos de la dirección de proyectos. Mientras que la planificación del

proyecto, garantiza que el proyecto incluya todo (y únicamente) el trabajo requerido para completarlo exitosamente.

En la ejecución del proyecto, se centra en los procesos que se utilizan para garantizar la conclusión del proyecto a tiempo. La gestión de calidad describe los procesos involucrados en planificar, dar seguimiento, controlar y garantizar que se cumpla con los requisitos. El alcance del proyecto a grandes rasgos puede ser definido según lo siguiente:

- Aplicar las normativas vigentes en la actualidad, cuyo propósito es la seguridad, confiabilidad y fiabilidad de los elementos de un sistema.

- Para los aspectos referentes a la calidad de la energía eléctrica son las normas IEEE, IEC 61000-4 y NTC 5000 en donde se estipulan estos estándares permitidos en un sistema eléctrico.

- Crear y alimentar una base de datos y registros de cada una de las mediciones realizadas, para ayudar a establecer conclusiones y soluciones para problemas encontrados en el sistema eléctrico evaluado.

- Crear formatos de inspección que ayuden a relacionar y analizar los datos obtenidos en cada una de las medidas obtenidas por la metodología planteada en este proyecto. El desarrollo de los formatos de inspección permitirá adquirir destrezas en el uso de la herramienta de medición, así como el análisis de los resultados obtenidos para determinar las acciones necesarias por los interesados

Se procedió a identificar el líder del proyecto (María de Pinto), cuya responsabilidad fue gestionar y llevarlo adelante, previa conformidad del ingeniero Director General de Maxca C.A., quien será el responsable de las comunicaciones y rendimiento de cada recurso.

Revisión de la Literatura

Calidad de la Energía Eléctrica

El primer aspecto importante a incluir en una revisión documental sobre la calidad de la energía eléctrica es la definición de calidad de energía eléctrica. La

calidad de la energía eléctrica se refiere a la capacidad del sistema eléctrico de suministrar energía eléctrica de acuerdo con las especificaciones técnicas y contractuales, sin causar daño o interferencia en los equipos conectados o en los sistemas de control asociados (IEC, 2016). Esta definición implica que la calidad de la energía eléctrica no solo se refiere a la tensión y la frecuencia de la energía eléctrica, sino también a la estabilidad, la pureza y la continuidad de la energía eléctrica.

La calidad de la energía eléctrica es un concepto multidimensional que incluye diversos parámetros técnicos y cualitativos, como la distorsión armónica, la estabilidad de voltaje, la continuidad de suministro y la compatibilidad electromagnética. Por lo tanto, es fundamental comprender y evaluar estos diversos parámetros para garantizar una calidad de energía eléctrica adecuada y confiable.

Perturbaciones de la Calidad de Energía Eléctrica

Es esencial abordar las fuentes de perturbaciones que afectan la calidad de energía eléctrica ya que pueden originarse por diversos factores, como fluctuaciones de voltaje, distorsiones armónicas, interrupciones de suministro, sobretensiones y caídas de tensión (Bollen, 2012). Estas fuentes de perturbaciones pueden ser internas, generadas por la propia red eléctrica, o externas, provenientes de cargas no lineales o eventos atmosféricos.

Comprender las causas subyacentes de estas perturbaciones es fundamental para implementar estrategias efectivas de mitigación y control de la calidad de energía eléctrica, garantizando así un suministro eléctrico confiable y seguro para los equipos y sistemas conectados a la red (Marrero, González y Legrá, 2007). La identificación y el análisis de estas fuentes de perturbaciones son pasos críticos en la gestión y mejora de la calidad de la energía eléctrica en sistemas eléctricos.

Las perturbaciones de la calidad de energía eléctrica pueden afectar negativamente el rendimiento, la fiabilidad y la vida útil de los equipos y sistemas conectados a la red, lo que puede resultar en costos adicionales para las empresas y los consumidores (Ghosh, 2013). Por ejemplo, las distorsiones armónicas pueden causar calentamiento excesivo en los transformadores y los motores, lo que puede reducir su vida útil y aumentar el riesgo de fallas. Las fluctuaciones de voltaje pueden afectar el funcionamiento de los equipos electrónicos sensibles, como computadoras y dispositivos médicos, y las interrupciones de suministro pueden causar pérdidas de datos y tiempo de inactividad. Es fundamental evaluar y controlar la calidad de la energía eléctrica para garantizar un funcionamiento óptimo y confiable de los equipos y sistemas conectados a la red, evitando así costosas reparaciones y reemplazos.

Estándares y Normas de Calidad de Energía Eléctrica

Los estándares de calidad de energía eléctrica son esenciales para garantizar que la energía suministrada cumpla con los requisitos de los usuarios finales en términos de voltaje, frecuencia, fluctuaciones de voltaje, armónicos, interrupciones y otros parámetros de calidad (SCAI, 2024). Estos estándares no solo aseguran la eficiencia y productividad de las operaciones, sino que también contribuyen a la reducción de costos energéticos al minimizar las pérdidas y mejorar la eficiencia energética. Además, los estándares de calidad de energía eléctrica desempeñan un papel crucial en la protección de los equipos eléctricos y electrónicos de los usuarios finales, evitando daños y garantizando un suministro eléctrico confiable.

En resumen, la implementación y el cumplimiento de los estándares y normas de calidad de energía eléctrica son fundamentales para asegurar un suministro eléctrico confiable, eficiente y seguro para empresas y hogares. Existen diversos estándares y normas nacionales e internacionales que establecen los límites y las especificaciones para la calidad de la energía

eléctrica, entre ellas, la norma IEEE 1159-2019 (IEEE, 2019) y la norma IEC 61000-4-30 (IEC, 2008).

Medición y Monitoreo de la Calidad de Energía Eléctrica

La medición y el monitoreo de la calidad de energía eléctrica son cruciales para garantizar un suministro eléctrico confiable y de alta calidad. La medición de la calidad de energía eléctrica implica la medición de parámetros como voltaje, corriente, frecuencia, armónicos, fluctuaciones y distorsión armónica. La medición de estos parámetros permite identificar problemas relacionados con la calidad de energía eléctrica, como caídas de voltaje, interrupciones, eventos de sobrevoltaje y aumentos de voltaje. Así, la Norma IEC 61000-4-30 Clase A, define los métodos de medición para obtener resultados fiables, repetibles y comparables de los parámetros de calidad de energía eléctrica (Bogantes, 2017).

Los instrumentos de medida para la calidad de energía cubren una serie de parámetros de medición diferentes, y es importante considerar la certificación de estos instrumentos al evaluar su adquisición. El monitoreo de la calidad de energía eléctrica se puede realizar mediante técnicas de análisis estadístico multivariado, que permiten encontrar relaciones e indicadores subyacentes en las mediciones de variables eléctricas (Bollen, 2012). Estas técnicas pueden ayudar a determinar una cuantificación y calificación sistemática de la calidad de energía eléctrica basada en mediciones típicas de la calidad de suministro de energía. En síntesis, la medición y el monitoreo de la calidad de energía eléctrica son esenciales para garantizar un suministro eléctrico confiable y de alta calidad (Solano, Petit, Plata, y Núñez (2012).

Metodología

En primer lugar, se realizó una revisión documental acerca de temas referentes a la calidad de energía eléctrica para sistemas eléctricos y de las normas vigentes nacionales e internacionales. Se procedió luego, con la toma de

datos y diseño de la metodología para la medición de la calidad de energía eléctrica en la empresa Maxca C.A., con los elementos seleccionados, con el fin de determinar tipos de conexiones, restricciones, elementos de protección (de ser necesarios), tiempos de cada medición, disposición del montaje y todo lo relacionado con el correcto desarrollo metodológico y la realización de los formatos de inspección. Finalmente, se redactó el documento final con la información depurada. Este escrito contiene un procedimiento detallado y claro de cómo se deben realizar las mediciones.

Es relevante destacar que en esta etapa, se diseñó la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) o *Work Braekdown Structure* (WBS), herramienta o estrategia organizativa que representa todo el proyecto y se utiliza como base para determinar quién es el responsable de cada uno de los trabajos necesarios para alcanzar los objetivos planteados. Cada tarea o trabajo planificado, tiene que quedar representado en la EDT/WBS, en lo que se conoce como Paquetes de Trabajo. Ahora bien, debe tomarse en consideración que el proyecto consta de un único desarrollador, es decir, las tareas serán realizadas por una sola persona en orden secuencial, por lo cual solo hay un camino crítico. El tiempo planificado para la duración del proyecto fue de tres (3) meses:

Costos del Proyecto

Las siguientes son los supuestos para el plan de costos del proyecto:

1. La planificación del proyecto será realizada por un profesional externo a la organización de Maxca C.A.
2. Los entregables de la planificación del proyecto serán propiedad de Maxca C.A, los cuales podrán ser utilizados por el equipo de planificación del proyecto dentro del marco anteriormente mencionado, con la autorización correspondiente para la utilización de su información por parte de la empresa.

3. Maxca C.A cuenta actualmente con las herramientas, maquinarias, equipo computacional y talento humano calificado para el desarrollo del proyecto.

Una vez planificado el proyecto, es necesario realizar un estudio económico para determinar la viabilidad del mismo (Montoya, 2002). Para llevar a cabo este estudio, es imprescindible identificar y estimar los diversos costos necesarios para su realización. En el presente caso, dado que se trata de un proceso de proyecto de grado, el autor será responsable de gestionar el costo del proyecto a lo largo de toda su duración, y ante la incertidumbre de la fluctuación constante de la moneda venezolana (Bs), los costos de este proyecto han sido calculados en dólares estadounidenses (\$) (ver cuadro 1):

Cuadro 1
Estimación de Costos

Componente del Proyecto	Costo Presupuestado (\$)
Gerencia del Proyecto	550 \$
Requerimientos	150\$
Diseño de formatos	50\$
Instalación	150\$
Apoyo Post Implementación	50\$
Reservas de Contingencia	50\$
Total	1000\$

Calidad del Proyecto

En proyectos de implementación y/o desarrollo es habitual que ocurran cambios en el plan de trabajo debido a los resultados de la investigación preliminar, así como a la heterogeneidad de organizaciones y compañías que colaboran para alcanzar los objetivos comunes del proyecto. Esto hace aún más importante que se deba definir y aplicar de mecanismos que permitan detectar, en su génesis, desviaciones sobre los objetivos globales del proyecto, incluyendo

las restricciones temporales y presupuestarias. Los principales objetivos del aseguramiento de calidad para el proyecto son los siguientes:

1. Descubrir desviaciones del plan, en cuanto se originan, y facilitar la gestión de forma que se puedan tomar acciones correctoras, si es necesario, tan pronto como sea posible.

2. Mejorar la calidad del producto entregado monitoreando apropiadamente tanto los productos de software como el proceso de desarrollo que los genera.

3. Asegurar el cumplimiento de los estándares y procedimientos establecidos para la implementación de la metodología.

4. Asegurar que cualquier desviación en el producto, el proceso, o los estándares son elevados a la gerencia para poder resolverlas

No obstante, se deben considerar, también, las siguientes actividades transversales (Project Management Institute, 2004), a las distintas etapas del proyecto:

1. Coordinar las actividades de aseguramiento de la calidad y tareas técnicas.

2. Comprobar al principio de cada hito la viabilidad de las actividades planificadas. Verificar en los diferentes hitos si los resultados son coherentes, completos, consistentes y correctos, así como si se cumplen los requisitos y se siguen los estándares establecidos.

3. Recomendar y asesorar a los líderes de los paquetes de trabajo sobre los riesgos derivados de omisiones o falta de calidad.

4. Participar en las revisiones.

5. Informar de las actividades de aseguramiento de calidad, así como de sus riesgos, a la Gerencia de Maxca C.A.

6. Organizar auditorías internas para cada entregable del proyecto.

7. Ayudar a establecer y mantener el informe de anomalías.

8. Ayudar a encontrar soluciones a los problemas y supervisar que se siguen en su resolución.

9. Comprobar que los socios siguen los procedimientos de control de calidad.

A continuación, el cuadro 2, detalla los roles y responsabilidades de la calidad del proyecto:

Cuadro 2
Roles y Responsabilidades

Rol	Responsabilidad
Líder Del Proyecto	Definir junto con el Responsable de Calidad los objetivos de calidad del proyecto en el Plan de SQA. Realizar ajustes en el proyecto para cumplir con el proceso definido, según las no-conformidades detectadas por el equipo de Calidad. Compensar los desvíos detectados o ajustar el Plan. Realizar los ajustes necesarios y/o rehacer el trabajo para cumplir con el producto definido. Realizar auditorías sobre los procesos. Realizar revisiones a los productos para verificar su conformidad a los estándares. Coordinar y facilitar revisiones
Gerencia General Maxca C.A	Proveer y garantizar los recursos para el desempeño del rol de Calidad. Definir los casos de no-cumplimiento no resueltos en el ámbito del proyecto. Realizar revisiones periódicas de las actividades y los resultados.
Responsable de Calidad	Reportar periódicamente al Líder de Proyecto y a la Gerencia de Maxca C.A sobre las actividades .Elegir los casos de no-conformidad en la calidad de los productos y en la ejecución de los procesos a la Gerencia Maxca C.A. Proveer al Líder de Proyecto elementos para el análisis del origen de los problemas cuando se detectan diferencias entre los resultados esperados y reales de las mediciones de Calidad.

Talento Humano

En este caso, fue una única persona, el autor del proyecto, con una dedicación de 30 horas semanales aproximadamente, asumiendo todos los

papeles (analista, arquitecto, tester, entre otros) necesarios para desarrollar el proyecto.

Comunicaciones

Para este proyecto se definieron específicamente los siguientes canales de comunicación:

1. Canales formales o correos electrónicos: es el canal que se utilizó con mayor frecuencia debido a su rapidez. Para que un correo sea considerado válido, debía ser enviado con copia al Jefe de Proyecto (Coordinación Maxca C.A. y Gerencia de Maxca C.A.). Además, se solicitó que los destinatarios acusaran recibo de un correo, para así lograr una comunicación más confiable.

2. Reuniones: estas fueron realizadas principalmente cuando se quiso comunicar algo de gran importancia para el proyecto o cuando se debía discutir un tema. Si bien no es necesario que todas las partes se presenten siempre a una reunión, sí se requiere informar vía correo electrónico sobre quienes se han reunido y los temas que han discutido.

3. Canales informales (teléfono móvil): este canal se utilizó de forma auxiliar, debido a que el personal de la empresa trabajaba de forma ambulante y no siempre tiene acceso inmediato a correo electrónico, y se utilizó principalmente cuando se requería una respuesta inmediata. Aun así, este medio no formaliza ningún tipo de requerimiento o acuerdo. Por otro lado, en caso de requerir o transmitir cualquier tipo de información relacionada con el proyecto, se debía enviar un correo electrónico a quien corresponda y con copia a las demás partes. Para que esto funcione correctamente, se considera los siguientes aspectos:

1. Participar en las revisiones.
2. Informar de las actividades de aseguramiento de calidad, así como de sus riesgos, a la Gerencia de Maxca C.A.
3. Organizar auditorías internas para cada entregable del proyecto.

4. Ayudar a establecer y mantener el informe de anomalías.
5. Ayudar a encontrar soluciones a los problemas y supervisar que se sigan en su resolución.

Riesgos del Proyecto

A continuación, se presenta el cuadro 3 con los riesgos estimados en primera instancia que podían afectar el desarrollo del proyecto y el nivel de probabilidad de ocurrencia:

Cuadro 3
Descripción de Riesgos

Descripción del Riesgo	Probabilidad
Abandono temporal de miembros del equipo de proyecto	40%
Definición de hitos en plazos demasiado optimistas	35%
Bajo control de avances v/s cronogramas definidos	25%
Modificación de presupuestos asignados al proyecto	45%
Requisitos no visibles en diagnóstico inicial	20%
Nuevos requerimientos fuera de plazo	15%
Escaso conocimiento objetivos del negocio	5%
Escasa retroalimentación del equipo de proyecto v/s empresa	10%

Esta etapa consistió en estructurar un adecuado manejo y control de los riesgos ya identificados, analizados y priorizados en la etapa anterior, a través de acciones factibles y efectivas. Para lograr efectividad en esta etapa, se contó con las siguientes técnicas de manejo del riesgo:

1. Evitar: fue siempre la primera alternativa por considerar. Se logra cuando al interior de los procesos se genera cambios sustanciales por mejoramiento, rediseño o eliminación, resultado de unos adecuados controles y acciones emprendidas.

2. Reducir o controlar el riesgo: si el riesgo no puede ser evitado porque crea grandes dificultades operacionales, el siguiente paso es reducirlo al más bajo nivel posible. La reducción del riesgo es probablemente el método más sencillo y económico para superar las debilidades antes de aplicar medidas más costosas y difíciles. Se consigue mediante la optimización de los procedimientos y la implementación de controles. La reducción de la consecuencia y la posibilidad pueden ser referidas como un control del riesgo.

3. Retener el riesgo: después de que los riesgos han sido reducidos, puede quedar residuos del riesgo (riesgo residual), los cuales serán retenidos. Los planes deben manejar las consecuencias de estos riesgos, si ellos ocurrieran, incluyendo la identificación de los medios de financiar el riesgo.

4. Transferir el riesgo: hace referencia a buscar respaldo y compartir con otro parte del riesgo. Esta técnica es usada para eliminar el riesgo de un lugar y pasarlo a otro o de un grupo a otro. Asimismo, el riesgo puede ser minimizado compartiéndolo con otro grupo o dependencia.

Plan de Manejo de Riesgos

Adquisiciones

El proyecto se inició con los recursos estrictamente necesarios para el caso que ocupa y que se detallan a continuación:

1. Un ordenador portátil con cualquier sistema operativo.
2. Lugar de trabajo para poder realizar el proyecto cómodamente con los recursos indirectos como la conexión a Internet, la electricidad, entre otros.

Interesados

En una matriz de interesados se representó el comportamiento de las personas e instituciones involucradas e interesadas en el proyecto (Rivera, 2010). En este sentido, el compromiso, se determinó por la selección de alguna

de las alternativas que se ofrecieron: el poder/influencia y el interés puede ser Alto (A) o Bajo (B).

Mientras que las estrategias consideradas fueron: gestionar de cerca (AA), mantener satisfecho (AB), informar (BA) y monitorear (BB). Con ello se pretendió gestionar la participación, de manera tal que se mantuviera el compromiso para el éxito del proyecto. El registro de interesados proporciona la información necesaria para planificar las formas adecuadas de involucrar a los interesados; de allí que, se consideraron diversas técnicas, entre ellas, aplicar la Matriz de Interesados, tal como se indica en el cuadro 4, a continuación:

Cuadro 5
Matriz de Interesados

Nombre del Proyecto							Preparado por:		
Procedimiento metodológico para el análisis de la calidad de la energía eléctrica en la empresa Maxca C.A, La Victoria, Estado Aragua.							María de Pinto		
Fecha de Inicio							Octubre 2022		
Fecha de Culminación							Diciembre 2022		
Interesados		Desconoce	Se Resiste	Neutral	Apoya	Líder	Poder/Influencia	Interés	Estrategia
Directos	Desarrollador					X	A	A	Gestionar de cerca
	Director del Proyecto				X		A	A	Gestionar de cerca
	Presidente/Accionistas				X		A	B	Mantener satisfecho
	Proveedores			X			B	A	Informar
	Trabajadores			X			B	A	Informar
Indirectos	Empresas	X					B	A	Monitorear
	Estudiantes del área	X					B	A	Informar

Conclusiones

Además de los resultados esperados del proyecto, el desarrollo de este implicó otros efectos que no forman parte de los objetivos planificados. Al trabajar con Maxca C.A., se ha sido testigos de cómo se trabaja en esa empresa, en donde muchos elementos (como procesos y organigrama) no están definidos formalmente pero aun así pueden trabajar de forma efectiva e incluso expandirse como empresa. Si bien la empresa funcionaba bien, para proyectarse a mediano y largo plazo es necesario que la empresa rectifique las carencias que tienen, aunque las consideren ínfimas, ya que al expandirse se pueden convertir en un problema considerable e imposibilitar su crecimiento.

El problema de lo mencionado es que, al aplicar una metodología como la ofrecida por el Project Management Institute, mediante el PMBOK, es más difícil y lento lograr avances y, en consecuencia, concluir el proyecto. Entonces fue necesario que la empresa definiera específicamente esos elementos que no estaban formalizados. Aun así, ya que la empresa estuvo dispuesta a colaborar con el proyecto, no dudaron en suplir las carencias que presentaban con el fin de agilizar el trabajo que se realizaba en conjunto. Esto fue un aporte de gran valor para la gestión de proyectos y, entre otros beneficios, permite hacer estimaciones con un alto nivel de confianza para la utilización de los distintos recursos en pro de concluir satisfactoriamente el proyecto.

También se han adquirido conocimientos más profundos de métodos para la medición de la calidad de la energía eléctrica y de la utilidad y beneficios que esta puede ofrecer para la empresa, así como también sus costos y restricciones. En síntesis, el proyecto fue beneficioso porque se adquirieron nuevos conocimientos y experiencias que serán útiles a futuro, principalmente en el aspecto laboral. Pero, por otro lado, ha sido útil para Maxca C.A., tanto por los objetivos cumplidos por el proyecto como también por el cuestionamiento hecho

a la empresa para poder desarrollar el proyecto, lo que ha llevado a que se manifestaran las insuficiencias de la empresa.

Referencias

- Bogantes, E. (2017). **Importancia del Monitoreo de la Potencia Eléctrica**. Disponible en: <https://www.eproteca.com/productos/articulos-de-blog-calidad-de-energia-y-proteccion/page/2/>, consultado: 2023, julio 2.
- Bollen, M. (2012). **Understanding Power Quality Phenomena in Electrical Power Systems**. Wiley-IEEE Press.
- Ghosh, S. (2013). **Calidad de Energía de los Sistemas de Energía Eléctrica**. Springer Science & Business Media. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-8030-0.ch011>, consultado: 2023, mayo 13.
- International Electrotechnical Commission, IEC. (2008). **Electromagnetic Compatibility (EMC)-Part 4-30: Testing and Measurement Techniques - Power Quality Measurement Methods**. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/4213>, consultado: 2023, junio 15.
- International Electrotechnical Commission, IEC. (2016). **Electromagnetic Compatibility (EMC)-Part 1-1: General- Common Aspects for Residential, Commercial and light-industrial Environments**. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/25631>, consultado: 2023, junio 12.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE. (2019). **IEEE 1159-2019-Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality**. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/8796484/8796485/08796486.pdf>, consultado: 2023, junio 25.
- Marrero, S., González, I., y Legrá, A. (2007). Análisis de la compensación de potencia reactiva en sistemas contaminados con armónicos. **Ingeniería Energética**. pp. 8-14 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127754002>, consultado: 2023, julio 10.
- Montoya, P. (2002). **Manual para la Gestión de Proyectos**. Almería: Servicio de Organización y Racionalización Administrativa–Universidad de Almería. Disponible en: https://www.academia.edu/10352057/Manual_gesti%C3%B3n_de_proyectos, consultado: 2023, julio 12.

Project Management Institute (2004). **Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos: Guía del PMBOK**. Philadelphia: PMI.

Rivera, F. (2010). **Administración de Proyectos: Guía para el Aprendizaje**. México: Pearson Educación.

SCAI (2023). **Parámetros que Definen la Calidad de Energía Eléctrica**. Disponible en: <https://scai.com.pe/blog/parametros-que-definen-la-calidad-de-energia-electrica/>, consultado: 2023, julio 23.

Solano, J., Petit, J., Plata, G., y Núñez, V. (2012). Caracterización, identificación y localización de huecos de tensión: revisión del estado del arte. **Ingeniería y Ciencia**, 8(15), pp. 191-220. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/835/83524069010.pdf>, consultado: 2023, julio 8.