

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA REDUCIR EL ALTO CONSUMO ELÉCTRICO DE LA EMPRESA CORPORACIÓN MG EN EL EDIFICIO TRILLIUM TOWER, LIMA, 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Nestman Anthony Rivera Cabrera

Asesor:

Ing. Mg. Carlos Ramos Gonzales

<https://orcid.org/0000-0001-9480-2650>

Lima - Perú

Tabla de contenidos

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO..... | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 6 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | 8 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 9 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 22 |
| CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA | 40 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | 76 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 80 |
| REFERENCIAS..... | 83 |
| ANEXOS..... | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Información de la empresa CORPORACION MG S.A.C. | 12 |
| Tabla 2 Estrategias de desarrollo para la aplicación planteada | 44 |
| Tabla 3 Matriz de grupo de interés | 47 |
| Tabla 4 Matriz de Voz del Cliente..... | 48 |
| Tabla 5 Matriz de Responsabilidad (RACI) | 49 |
| Tabla 6 Control del periodo 2020-2021 (Anterior a la mejora) | 54 |
| Tabla 7 Tasa de cumplimiento de inspecciones de equipos | 56 |
| Tabla 8 Consumo de energía en kwh de equipos | 64 |
| Tabla 9 Cronograma de mantenimiento 2021 | 66 |
| Tabla 10 Lista de verificación de inspección | 67 |
| Tabla 11 Comparativo de luminarias..... | 71 |
| Tabla 12 Resumen de indicadores 2020 y 2021 | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Integrantes de la empresa | 11 |
| Figura 2 | Ubicación de la empresa. | 12 |
| Figura 3 | Organigrama de la empresa..... | 14 |
| Figura 4 | Resumen de servicios..... | 15 |
| Figura 5 | Oficinas administrativas edificio Pinar, Chacarilla del estanque, Surco. | 16 |
| Figura 6 | Personal especializado de Investigación de mercado..... | 17 |
| Figura 7 | Personal supervisor de mantenimiento y técnicos | 18 |
| Figura 8 | Mantenimiento preventivo de bombas de presión constante | 19 |
| Figura 9 | Mantenimiento preventivo de equipo de aire acondicionado Chiller | 20 |
| Figura 10 | Mantenimiento de subestación eléctrica. | 21 |
| Figura 11 | Triangulo de potencias | 31 |
| Figura 12 | Proceso DMAIC..... | 32 |
| Figura 13 | Diagrama de Ishikawa..... | 35 |
| Figura 14 | Diagrama de Pareto | 36 |
| Figura 15 | Simbología de un Diagrama de Análisis de Procesos | 37 |
| Figura 16 | Diagrama de flujo..... | 38 |
| Figura 17 | Diagrama de operaciones de proceso..... | 38 |
| Figura 18 | Organigrama del área de Mantenimiento | 46 |
| Figura 19 | Diagrama SIPOC..... | 50 |
| Figura 20 | Mapa del proceso general..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 21 Diagrama de flujo de proceso de inspección de equipos | 52 |
| Figura 22 Total kwh Trillium tower | 55 |
| Figura 23 Total Kvarh Trillium Tower..... | 55 |
| Figura 24 Diagrama de Ishikawa..... | 58 |
| Figura 25 Diagrama de Pareto de causas del problema..... | 59 |
| Figura 26 Alternativas de metodología de solución | 60 |
| Figura 27 Cronograma de aplicación..... | 62 |
| Figura 28 Capacitación intensiva a personal operativo | 63 |
| Figura 29 Consumo en kwh de equipos..... | 65 |
| Figura 30 Trabajos correctivos en luminarias | 68 |
| Figura 31 Trabajos de mantenimiento y regulación TAP de voltaje | 68 |
| Figura 32 Prueba termográfica a transformados de subestación | 69 |
| Figura 33 Calibración de equipos variadores | 69 |
| Figura 34 Trabajos correctivos a motores | 70 |
| Figura 35 Cambio de luminarias en zonas de alto consumo del edificio | 70 |
| Figura 36 Orden de Trabajo..... | 73 |
| Figura 37 Hoja de vida de equipos | 74 |
| Figura 38 Parte de auditoría de inspecciones | 75 |
| Figura 39 Consumo eléctrico 2020 - 2021 | 76 |
| Figura 40 Energía reactiva capacitiva 2020 - 2021 | 77 |
| Figura 41 Cumplimiento de inspecciones 2020 - 2021 | 78 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | | |
|------------|--|----|
| Ecuación 1 | Fórmula de la potencia activa | 28 |
| Ecuación 2 | Fórmula de la potencia activa en trifásico | 28 |
| Ecuación 3 | Fórmula de la potencia reactiva | 29 |
| Ecuación 4 | Fórmula de la potencia aparente | 30 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de suficiencia profesional tuvo como objetivo reducir el alto consumo eléctrico de la empresa Corporación MG en el edificio Trillium Tower, Lima, 2021. En el diagnóstico realizado, se dio a conocer los indicadores de junio 2020 a diciembre 2021; el consumo eléctrico que en promedio fue 42,632.82 Kwh, evidenciando valores superiores al promedio esperados por el área, y el indicador de energía reactiva capacitiva de 9,057.01 Kvarh, evidenciando el alto consumo eléctrico, las causas de este problema eran la falta de gestión energética, los métodos de trabajo no estaban definidos, ausencia de herramientas para el seguimiento y no se contaba con información histórica del consumo eléctrico. Debido a las causas identificadas del problema, se aplicó la metodología DMAIC para mejorar la gestión energética, para ello fue necesario: definir el proceso de inspección de equipos eléctricos, elaborar indicadores para el seguimiento del consumo eléctrico, capacitar al personal y diseñar formatos para el control eléctrico. El resultado fue satisfactorio, el consumo eléctrico se redujo en 18% de 42,632.82 Kwh a 35,128.25 Kwh y se redujo en 8%, de 9057.01 Kvarch a 8466.04 Kvarch, y por último la tasa de cumplimiento de inspecciones se incrementó de 78% a 100%, logrando así la meta establecida por la empresa sobre estos indicadores críticos para la gestión energética del edificio. Se concluye que las herramientas DMAIC ayudaron a mejorar la gestión que mediante revisiones e inspecciones continuas contribuyeron a la reducción dado el alto consumo eléctrico.

Palabras clave: Metodología DMAIC, consumo eléctrico, inspección, energía eléctrica, Edificio Trillium.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Abad Ordoñez, L. E. & Aguaiza Viñanzaca, D. S. (2019) *Análisis de escenarios de eficiencia energética en el sector residencial del Cantón Cuenca utilizando el modelo Leap* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. <https://bit.ly/3C43ECv>
- Bernal Romero, S. & Niño Sanabria, D. F. (2018) *Modelo multicriterio aplicado a la toma de decisiones representables en Diagramas de Ishikawa* [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://cutt.ly/QVXavu4>
- Corporación MG, Colliers (13 de agosto de 2022). *Líder global en servicios inmobiliarios y administración de inversiones*. <https://www.colliers.com/es-pe/nosotros>
- Cortes Villagra, M. A. (2015). *Determinación del consumo y eficiencia energética del inmueble Edificio Pabellon de Anatomía Humana*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. <https://cutt.ly/jBtpiVV>
- Covalqui Lobato, J. (2017). *Diseño de compensación automatizada de energía reactiva para disminuir el consumo eléctrico en la planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://cutt.ly/bVUII4X>
- Cruz Hernández, A. (2021). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo, DAP, plan de capacitación y kardex para reducir pérdidas de comercialización en avícola Mabel S.A.C.* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://cutt.ly/UVBmNnA>
- Díaz Zurita, M. A. (2018). *Propuesta estratégica para mejorar el índice de consumo energético eléctrico en la procesadora de arroz “Cristo Morado SAC”*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://cutt.ly/ZVKfJDG>
- Diezma Sánchez, A. M. (2018). *El Facility Manager: Activo financiero en la generación de inmuebles*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid]. t.ly/oXRb57J
- Jaime Puppi, G. E. (2021). *Informe de suficiencia profesional sobre el análisis y mejora del consumo de energía eléctrica en una planta productora de aceites refinados*. [Trabajo de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://cutt.ly/6VUkQPG>
- García Martín, N. (2017). *Propuesta y evaluación de tratamientos para la mejora de la eficiencia energética en el sector residencial mediante el desarrollo de experimentos económicos*. [Tesis de Posgrado, Universitat Jaume-I, Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales]. <https://bit.ly/3JR8gOi>

- Guadalupe Arellano, I. J. (2020). *Análisis de la eficiencia del banco de condensadores por incremento de potencia activa en la subestación eléctrica de Chimay, provincia de Jauja. Región Junín*. [Tesis de Pregrado, Universidad Continental]. <https://cutt.ly/IVKRSqn>
- Gutiérrez Raúl, E. et al., (2019). *Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo de una empresa de tableros contrachapados*. Revista espacios. <https://cutt.ly/3Btu1pt>
- Matías Machain, M. E. (2019). *Gestión de eficiencia energética en el sector industrial*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Rosario, Facultad de ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura]. <https://cutt.ly/NXRQ6bQ>
- Monteza Rojas, L. E. (2020). *Implementar un plan de auditoria y eficiencia energética del Hospital Regional de Lambayeque, basado en la norma ISO 50001 para reducir los consumos energéticos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrobejo]. <https://cutt.ly/uVUcYKI>
- Osorio Avendaño, E. et al., (2018). *Impacto en el consumo energético en la empresa Prebel, Bodega Rionegro, utilizando la técnica DMAIC*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Colombiano Jaime Isaza Cadavid]. <https://cutt.ly/0VUd94b>
- Parra Segura, P. (2019). *Modelo de eficiencia energética y mejora continua para la operación esbelta de robótica industrial*. [Tesis de Posgrado, Universidad Iberoamericana Puebla]. <https://cutt.ly/xVUgjlM>
- Patajalo Villalta, L. S. (2020). *Análisis de necesidad para la implementación de un sistema de gestión energética en la empresa Tecnoesa-Ecuador*. [Tesis de Pregrado, Universidad Internacional SEK]. <https://bit.ly/3phbZv7>
- Pineda Sánchez, T. A. (2018). *Evaluación de improductivos y determinación de perdidas, utilizando el diagrama de Pareto en la EE MVC UM Chungar Volcan Compañía Minera S.A.A. - 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <https://cutt.ly/iVVDPJd>
- Ramos Ramos, E. & Riveros Arcaya, S. E. (2018) *Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias Cirmma s.r.l. en la región puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Antiplano]. <https://cutt.ly/kVUxtZD>
- Sempertegui Rivasplata, L. G. & Sánchez Quinto, R. (2021) *Estudio de la eficiencia energética en la institución educativa Ramon Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. <https://cutt.ly/0VUzZ56>

Sierra Riaño, N. I. (2020) *El concepto de energía y sus transformaciones como medio de desarrollo de la sociedad*. [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. <https://cutt.ly/tVKgYhL>

Zabaloy, M. F. (2020) *Políticas Públicas de Eficiencia Energética en el sector Residencial Argentino: el rol de las condiciones de borde y habitantes*. [Tesis de Doctor en Economía, Universidad Nacional del Sur]. <https://bit.ly/3JTfcuf>