



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP para
mejorar la producción de energía eléctrica en una empresa de
generación eólica.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Guerrero Falcon, Julio (orcid.org/0000-0002-2850-6631)
Ordinola Abad, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-7122-6643)

ASESOR:

Mg. Purihuamam Leonardo, Celso Nazario (orcid.org/0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo en primer lugar a Dios por estar siempre a nuestro lado en este largo camino que decidimos emprender, permitiéndonos continuar día a día con fuerza y perseverancia. Además, a nuestros padres y familiares que nos acompañaron incondicionalmente. Hoy podemos ver alcanzada uno de nuestros logros y se vienen muchos más, estos son obtenidos para ustedes que son nuestra motivación e inspiración.

Agradecimiento

En primer lugar, un agradecimiento especial a nuestro asesor al Mg. Purihuamam Leonardo Celso Nazario por compartir sus conocimientos, experiencias laborales y consejos, durante todo el proceso del desarrollo de nuestra investigación. Además, a la empresa de estudio, permitiendo que esta investigación sea aplicada en su instalación confiando en nuestros análisis y sugerencias como profesionales de nuestra prestigiosa Universidad César Vallejo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y su operacionalización	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos	12
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Factores que influyen en el mantenimiento	14
Tabla 2. Proceso de mantenimiento actual	14
Tabla 3. Proceso de gestión de mantenimiento correctivo y preventivo actual .	15
Tabla 4. Aplicar un software a la gestión de mantenimiento	15
Tabla 5. El programa de capacitación a los trabajadores.....	16
Tabla 6. Temas de las capacitaciones	16
Tabla 7. Plan de gestión de mantenimiento actual.....	16
Tabla 8. Factor de capacidad	17
Tabla 9. Motivación a los trabajadores	17
Tabla 10. Tiempo para realizar el mantenimiento	18
Tabla 11. Asignaciones de responsabilidades	18
Tabla 12. Conocimiento de los colaboradores	19
Tabla 13. Entrenamiento actual.....	19
Tabla 14. Inducción a los trabajadores.....	19
Tabla 15. Sistema de programación.....	20
Tabla 16. Seguimiento de los mantenimientos.....	20
Tabla 17. Cálculo del factor de capacidad entre enero a junio del 2022 situación actual. Primer semestre de producción de energía 2022, fuente de dominio público portal Osinergmin.....	27
Tabla 18. Cálculo del EAF y EFOR entre enero a junio del 2022 - Situación actual.	28
Tabla 19. Cronograma de la capacitación de la implementación del sistema SAP	29
Tabla 20. Resumen de las respuestas de la evaluación de la capacitación.....	30
Tabla 21. Esquema de la organización del mantenimiento	31
Tabla 22. Esquema del puesto de trabajo	32
Tabla 23. Creación del puesto en el SAP.....	33
Tabla 24. Estructura del procedimiento de la creación de ubicación técnica	33
Tabla 25. Estructura de creación de la ubicación técnica	34
Tabla 26. Codificación de las turbinas.....	35
Tabla 27. Estructura para la creación de los equipos.....	36

Tabla 28. Calculo del factor de capacidad entre septiembre y octubre del 2022 – después de la implementación.	38
Tabla 29. Calculo del EAF y EFOR entre septiembre y octubre del 2022 - después de la implementación	39
Tabla 30. Matriz de operacionalización de la variable gestión de mantenimiento	48
Tabla 31. Matriz de operacionalización de la variable producción en una empresa de generación de energía eólica	49
Tabla 32. Generación de energía eléctrica anual lograda en los periodos de 2020-2021 unidad de medida MW-H (Megavatio-hora) fuente publica COES y Osinergmin	50
Tabla 33. Resultado de la entrevista a la empresa	51

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama Ishikawa.....	21
Figura 2 Diagrama de operaciones (DOP)	24
Figura 3 Diagrama de actividades de procesos - Situación actual.....	25
Figura 4 Diagrama de flujo de la situación actual de la aprobación de la orden del mantenimiento	26
Figura 5 Factor de capacidad de planta la situación actual – unidades de estudio turbinas	27

Resumen

La presente investigación, tuvo como objetivo general realizar la gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP para mejorar la producción de energía eléctrica en una empresa de generación de energía eólica. El estudio es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño pre-experimental, alcance descriptivo y explicativo, utilizando los siguientes instrumentos análisis documental, entrevista y cuestionario, se consideró la producción mensual de energía eólica durante dos periodos pre test (enero a junio del 2022) y post test (setiembre a octubre del 2022). Además, se logró utilizar como prueba piloto el sistema SAP en la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo programado en la empresa de generación eólica que dispone 17 turbinas para el presente estudio. Los resultados obtenidos fue el crecimiento de la producción de energía aumentando el factor de planta en un 20%, de la misma manera el EAF (Factor de disponibilidad equivalente) logrando una mejora de 2,5% de igual forma se redujo la tasa de fallas EFOR (Tasa de interrupciones forzada equivalente). Con esto se concluye que con una buena gestión de mantenimiento de los activos de planta apoyado de una buena herramienta de gestión ya sea SAP o algún EPR parecido se puede lograr aumentar la disponibilidad de los equipos y reducir la tasa de fallas, esto puede ser aplicado en cualquier empresa de manera parcial o total.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, producción de energía eólica, turbinas eólicas, factor de capacidad, disponibilidad

Abstract

The present investigation had the general objective of carrying out maintenance management by applying the SAP System to improve the production of electrical energy in a wind power generation company. The study is of an applied type, quantitative approach, pre-experimental design, descriptive and explanatory scope, using the following instruments: documentary analysis, interview and questionnaire, the monthly production of wind energy was considered during two pre-test periods (January to June 2022) and post test (September to October 2022). In addition, it was possible to use the SAP system as a pilot test in the management of scheduled preventive and corrective maintenance in the wind generation company that has 17 turbines for the present study. The results obtained were the growth of energy production, increasing the plant factor by 20%, in the same way the EAF (Equivalent Availability Factor) achieving an improvement of 2.5%, in the same way the failure rate was reduced. EFOR (Equivalent Forced Outage Rate). With this it is concluded that with a good maintenance management of the plant assets supported by a good management tool, be it SAP or some similar EPR, it can be possible to increase the availability of the equipment and reduce the failure rate, this can be applied in any company partially or totally.

Keywords: Maintenance management, wind energy production, wind turbines, capacity factor, availability

I. INTRODUCCIÓN

Según Chou et al (2017) indica que las empresas que generan energía eléctrica a través de la energía eólica sufren fallas frecuentes como calentamientos en los equipos electrónicos y de movimiento y en los transformadores debido al desgaste o rotura de los engranajes, el cambio de aceite lubricante no adecuado, cojinetes entre otros que dan como respuesta a la reducción de la vida útil e incrementando los costos de mantenimiento. Además, indica que se requiere programar, controlar y ejecutar la mala gestión de mantenimiento que generan perturbaciones y fallas no registradas. Es por ello, (Alcaraz & Estrada, 2017) afirma que implementar un sistema de atomización como el sistema SAP permite que la base de datos de la empresa desarrolle una mejora en el registro de información evitando pérdidas de indicaciones de procedimientos y retrasos por no tener la información en un tiempo real.

A nivel internacional, (Herrera & Duany, 2016) señala que en las empresas el 50% de la maquinaria están operativos en estado de utilización y algunos casos el 80% de las maquinarias no operativo, y que la implementación de un sistema para mantenimiento los niveles de eficiencia estarían en el 80% que incluye una reducción del esfuerzo de mantenimiento en 31%, reducción de recambios de repuestos en 21%, reducción del inventario por recambios en 20% y aumento de la producción en 2%.

Arántegui (2019) dice que las empresas del rubro de energía eléctrica generan impactos positivos al PBI del país. Además, hace referencia que en el 2017 la producción de U.E fue 346 TW, China con 306 TW y EE. UU con 254 TW, con una capacidad instalada donde EE. UU obtuvo 33.9%, China con 22.3% y UE con 24.5%. Por otro lado, (Párraga et al, 2019) indica que en Noruega y Brasil su producción fue del 96% y 84% en energía hidráulica a comparación de España que son los principales en usar energía solar y eólica.

En el Perú, Alavedra et al (2016) indica que las empresas con un sistema productivo deben operar bajo un índice de fallas relacionando a la gestión de mantenimiento evitando la disminución de la producción por paradas imprevistas generando tiempos muertos. Además, Pund (2018) dice que el software SAP gestiona el mantenimiento de la empresa incluyendo inspecciones,

notificaciones, reparaciones para mantener una adecuada información a favor de la empresa u organización en un tiempo real. Las empresas que usen el sistema SAP en sus procedimientos de gestión su información será visualizada en tiempo real permitiendo la toma de decisiones ante posibles problemas internos o externos.

En la empresa de generación eólica se ha podido apreciar que la programación de mantenimiento se realiza en la base de datos del Excel por ser gratuito tiene una capacidad de limitada y para uso empresarial se tienen inconvenientes como la falta de actualización en tiempo real de la información para el mantenimiento, ocasiones se han perdido la información generando demoras en el procedimiento de gestionar la programación de mantenimiento. Además, la empresa cuenta con el sistema SAP con algunos módulos, es por ello por lo que se desea adicionar el Módulo de Mantenimiento para mejorar la gestión del mantenimiento y evitar pérdidas de información perjudicial para la empresa y tener alertas en tiempo real del programa.

La formulación del problema general fue planteada de la siguiente manera ¿En qué medida la gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP mejora la producción de energía eléctrica en una empresa de generación eólica? Además, los problemas específicos se plantearon ¿En qué medida la gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP mejora producción diaria neta de energía eléctrica en una empresa de generación eólica? y ¿En qué medida la gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP mejorar el factor de capacidad de energía eléctrica en una empresa de generación eólica?

La investigación presenta justificación práctica, debido a que se implementara la gestión de mantenimiento con el sistema SAP para solucionar la perdida de información, tener información a un tiempo real, indicadores de los procesos de mantenimiento, la capacidad de guardar información y pronósticos de servicios anuales. En la justificación teórica, pues se desea dar a conocer la relación que existe entre las dos variables de investigación la gestión de mantenimiento y la mejora de producción. Por último, se tiene la justificación económica donde se considera que después de implementación se reducirá los costos de mantenimiento.

Con relación al objetivo general es: Realizar la gestión de mantenimiento aplicando el sistema SAP para mejorar la producción de energía eléctrica. Así mismo, se planteó los objetivos específicos: Realizar un diagnóstico sobre la producción de energía eléctrica en la empresa de generación eólica, Aplicar la gestión de mantenimiento implementando el sistema SAP y mejorar la producción de la energía eléctrica.

La hipótesis general está planteada de la siguiente manera: la propuesta gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP mejora la producción de energía eléctrica en una empresa de generación eólica.

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación presenta los siguientes trabajos previos a nivel internacional y nacional:

Espinosa (2019) en su investigación realizada en Cuba, tuvo el objetivo principal de identificar el mayor consumo eléctrico con las fallas obtenidas de los equipos a una entidad de energía eléctrica, usando la metodología cuantitativa y preexperimental. Obteniendo, como resultado la determinación de las fallas y los efectos como las consecuencias de un alto costo por mantenimiento donde obtuvo una reducción del 85% de las fallas. El autor concluyó, que la gestión de mantenimiento permitió ahorrar la energía de la entidad reduciendo sus costos por mantenimientos inesperados.

Lozana et al (2021) en su artículo científico realizada en Colombia, tuvo el objetivo principal automatizar el mantenimiento con la documentación digital en equipos biomédicos por el medio de mantenimiento preventivo y correctivo, usando la metodología aplicada y experimental .Obteniendo, como resultado la reducción de tiempos en la búsqueda de información en un 90% debido a que se requiere de menos esfuerzo y agiliza los procesos de mantenimiento generando un excelente servicio de calidad, además con el sistema se redujo en documentación en 63.5% disminuyendo el uso del papel en la gestión de mantenimiento y la reducción de 28% en los tiempos de procedimientos. Los autores concluyeron, que para que se cumpla la herramienta los datos para las labores se debe tener información en tiempo real.

Alvarado & Sabando (2021) en su artículo científico realizada en Ecuador, tuvo el objetivo principal aplicar la gestión de mantenimiento utilizando los modelos, etapas y desarrollo de la metodología, utilizando la metodología aplicada y cuantitativa; evaluando en un periodo de 6 meses. El resultado obtenido fue un ahorro de materiales en \$460/mes en acciones de mantenimiento correctivo, ahorro de \$630/mes en reducir los tiempos de paradas no programadas, reducción \$ 150/mes por gastos indirectos por paradas no programadas, con una totalidad de \$ 1.722,16/mes a favor de la empresa. La conclusión de los autores, que para lograr la metodología se requiere de organizar, controlar y evaluar para obtener los resultados esperados.

Chou et al (2017) en su artículo científico realizada en Cubar, tuvo el objetivo principal aplicar la gestión de mantenimiento con las etapas para reducir las fracturas de los engranajes de los aerogeneradores, utilizando la metodología aplicada y cuantitativa. El resultado obtenido fue reducir el volumen total en 30% en la etapa de baja y alta realizando una comparación con la data de la empresa en años anteriores. El autor concluyó, que para llevar a cabo la aplicación de la herramienta se debe seguir las etapas sin excepción, para obtener resultados esperados,

En el ámbito nacional, (Rashuamán, 2019) en su investigación tuvo el objetivo principal incrementar la disponibilidad de las maquinas en una empresa de bombas centrifugas con la aplicación de la gestión de mantenimiento, usando la metodología tipo aplicada, diseño no experimental, longitudinal de tendencia. El resultado obtenido de la aplicación, en la disponibilidad de 2.5% en las bombas centrifugas y aumentar la producción de 9 a 22 toneladas en un periodo mensual. El autor concluyó, que con la herramienta pudo determinar los equipos críticos realizando la capacitación a los operadores con nueva tendencia en mantenimiento.

Pérez & Supo (2020) en su artículo científico tuvo el objetivo principal proponer una gestión de mantenimiento para la reducción de costos en el área electromecánica buscando la operatividad de los equipos que sean más eficientes, utilizando la metodología en instrumentos la ficha de registro, guía de observación y la entrevista. Los resultados obtenidos la reducción de las fallas de 79% a 20%, la confiabilidad de 49% a 82% y la disponibilidad de 67% a 95%, los autores concluyeron que con la gestión de mantenimiento se llevó a cabo la planificación y control, reduciendo las fallas incrementando la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Uribe (2020) en su artículo científico tuvo el objetivo principal aplicar el mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquina remalladora en una empresa textil, utilizando la metodología de tipo aplicada, diseño no-experimental y transaccional, además los instrumentos utilizados hoja de control de reparaciones, el check list diario, semanal y mensual. Los resultados obtenidos se evidenciaron desde el segundo mes de aplicación como la reducción de tiempos de reparación de 176horas a 14 horas, con un índice de 92% de disponibilidad, el autor concluyó que es muy importante contar con una

gestión de mantenimiento en una empresa evitando fallas no programadas generando paradas de planta o de áreas.

Con la finalidad de indagar sobre las variables de investigación, se plantea las teorías relacionadas de la siguiente manera: Según, Gonzales et al (2018) indica que la gestión de mantenimiento agrupa todas las actividades de planificar y controlar con la finalidad de reducir costos por el mal manejo de las maquinas o equipos, además que el conocimiento del personal debe incluirse en la gestión. Para, Herrera et al (2020) afirma que es necesario cumplir con dos aspectos básicos que son la gestión y operación que se encarga de emplear la planificación y control de los recursos, el segundo el mantenimiento en físico utilizando la organización y la ejecución; ambos aspectos con la finalidad de evitar contingencias por maquinas críticas.

Según (Herrera & Duany, 2017) afirma que la gestión de mantenimiento está conformado por 4 etapas: la etapa inicial es el análisis situacional actual y objetivos de la empresa (organización de la empresa, descripción del proceso, recursos y medios que dispone el área de mantenimiento y recursos informáticos), la segunda etapa es la formación del plan de actuación (organización del personal, organización del área, organización de almacén, plan de mantenimiento inicial), en la tercera etapa el desarrollo (estudio de mercado, selección del software, determinar el plan de mantenimiento, capacitación al personal) y por última etapa la optimización(seguimiento de los indicadores de mantenimiento e informes técnicos).

Respecto a las teorías de las variables los tipos de mantenimientos son los siguientes: el correctivo las acciones son tomadas cuando ocurre la falla generando disminución de las horas productivas, el preventivo las acciones son programadas de acuerdo a las inspecciones y la experiencia de los colaboradores, el predictivo se usa la tecnología para medir parámetros y tomas las acciones adecuadas, y el ultimo el proactivo ofrece un reducción de los costos por paradas de producción por fallas no programadas (Vicente et al, 2018).

La importancia de realizar los procedimientos de los mantenimientos correctivo y predictivo reduce costos, minimizan la inactividad e incrementan la capacidad de producción anual (García & Mayorkinos, 2020).

Además, Herrera & Duany (2017) indica que los modelos de la gestión de mantenimiento con la finalidad de reducir las fallas y mejorar la productividad, dando como resultado bajos costos de mantenimiento no programados son los siguientes: mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC), Mantenimiento productivo total (TPM), Mantenimiento de clase mundial (MCM) y el ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar).

Herrera et al (2020) afirma que utilizar un ERP en los procedimientos permite planificar la operación en acciones de semanas a días, es por ello que se divide en niveles: nivel 3 menciona a la planificación, optimización y administración en horas, nivel 2 la automatización del control de procesos en minutos, el nivel 3 los análisis estadísticos y verificación del control en segundos y por último el nivel cero la medición y detección en tiempo real.

Syaiful & Gunawan (2017) indica que el ERP-SAP es un sistema que permite la gestión logrando beneficios como la información en un tiempo real integrando con las diversas áreas que la empresa cuenta desde la contabilidad, producción, logística, recursos humanos entre otras. También, (Benavides et al, 2017) indica que SAP significa sistema de aplicación y productos en procesamiento de datos, donde está dividido por módulos que son básicos y fundamentales en una empresa u organización.

En la gestión de mantenimiento en generación eólica se tiene las siguientes dimensiones: EAF (%) (Equivalent Availability Factor), EFOR (%) (Equivalent Forced Outage Rate) y SOF (%) (Scheduled Outage Factor).

El EAF (%) (Factor de disponibilidad equivalente) se mide de la siguiente manera, donde se hace uso de la potencia de generación máximo de la turbina que puede variar de acuerdo con la capacidad de la turbina (Rashuamán, 2019).

$$EAF = \left[\frac{\text{recuento total del periodo} - \sum \text{tiempo de inactividad} - \left(\sum \text{reducción interna} \times \left(\frac{\text{potencia de equipo} - \text{media de referencia de potencia}}{\text{potencia de equipo}} \right) \right)}{\text{recuento total de periodo}} \right] \times 100$$

El EFOR (%) (Tasa de interrupción forzada equivalente) se mide de la siguiente manera, donde se hace uso de la potencia de generación máximo de la turbina que puede variar de acuerdo con la capacidad de la turbina (Rashuamán, 2019).

$$EFOR = \left[\frac{\sum \text{tiempo de inactividad por no programado} + (\sum \text{reducción interna} \times \left(\frac{\text{potencia de equipo} - \text{media de referencia de potencia}}{\text{potencia de equipo}} \right))}{\text{recuento de periodo} \times 100} \right] \times 100$$

Según (Párraga et al, 2019) indican que las fuentes de energía se dividen en renovable y no renovable, en la energía renovable se tiene a la energía eólica, hidráulica, geotérmica, mareomotriz, solar y biomasa, en la energía no renovables está el petróleo, el gas natural, carbón y la energía nuclear.

La producción de energía eólica se da inicio con el uso del aerogenerador, la energía cinética obtenida del viento se convierte en un trabajo mecánico, el cual es aprovechado por el aerogenerador y convertido en energía eléctrica. Los parámetros para considerar serían como variable de entrada la velocidad del viento en m/s, dando como resultado la potencia eléctrica de salida en Watts (Párraga et al, 2019).

La materia principal es el viento, es el movimiento del aire que por diferencias de la presión atmosférica y la rotación de la tierra. Además, de la diferencia de las temperaturas ocasionan la diferencia de la densidad del aire consiguiendo que este aire equilibre las diferencias dando origen al viento (Mendoza, 2018).

Osinermin (2021) Las centrales de generación eólica son consideradas centrales de generación eléctrica no convencional para el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional) debido a la forma de producir energía que no son muy comunes en el mundo y cuyo uso es muy limitado debido todavía a los costos para su producción y su difícil forma para captarlas y transformarlas en energía eléctrica. Se cuenta con EPO (Estudio de Pre-Operatividad) aprobados por COES (Comité de operación Económica del Sistema) de y preaprobados para centrales de generación eólica a una proyección hasta el 2028 de potencia instalada de 8229.9 MW.

COES (2022) se encarga de operar el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) indica que las máximas demandas de energía ejecutada en el periodo 2021 en el sistema fue de 7.3 GW y una generación total de energía eléctrica de 54 530 375,140 MW-h de la cual 1 798 063,51MW-h son de generación eólica.

El Ministerio de Energía y Minas (2022) indica que la producción total de energía eléctrica registrada a nivel nacional hasta febrero del 2022 ascendió a 4 686

gigavatios hora (GWh), lo que significó un incremento de 5,4% respecto al mismo mes del año anterior.

Las ventajas de la generación eléctrica con energía eólica son la reducción de la emisión de CO2 debido a que reemplaza a los combustibles fósiles como el petróleo y otros derivados y tiene prioridad de generación en el abastecimiento energético del País (Martinho, 2016).

El PPA, (ingles, POWER PURCHASE AGREEMENT) se define como un acuerdo de comercial de energía a un precio fijo entre la empresa renovable y el consumidor que puede ser el Estado (Ministerio de energía y minas, 2020). Donde, da inicio en el mes de mayo y culmina en abril del próximo año.

El factor de capacidad se relaciona con la producción de energía real de una planta de energía durante un periodo de tiempo (generalmente anual) y la energía generada si hubiera trabajado a plena carga durante ese mismo período (Párraga et al, 2019)

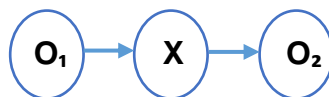
$$\text{Factor de capacidad}(\%) = \left[\frac{\text{Generacion neta real}}{(\text{Horas del periodo} \times \text{capacidad maxima neta})} \right] \times 100\%$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según su finalidad, la presente investigación es de tipo aplicada por que con el uso de la gestión de mantenimiento dará solución a los problemas encontrados en el proceso de producción de energía. También es de enfoque cuantitativo, porque los datos obtenidos son numéricos y cuantificables, con la finalidad de responder las preguntas propuestas a la investigación Cabezas et al (2018)

La investigación es de diseño pre-experimental debido a que solo se analizara una variable evaluados en pre-test y post-test y de alcance descriptivo y explicativo, debido a que formula hipótesis para pronosticar los hechos, además es experimental porque se relacionara las causas y el efecto que trae. Además, (Cabezas et al, 2018).



X: Gestión de mantenimiento

O₁: Medición pre-experimental de la variable de gestión de mantenimiento

O₂: Medición post-experimental de las variables de gestión de mantenimiento

3.2. Variables y su operacionalización

Gestión de mantenimiento:

Variable independiente. Según (Zambrano et al, 2016) gestión de mantenimiento agrupa todas las actividades de planificar y controlar con la finalidad de reducir costos de mantenimiento o reparación por el mal manejo de las maquinas o equipos, además que el conocimiento del personal debe incluirse en la gestión

La producción de energía eléctrica.

Variable dependiente es la producción de energía eléctrica, en generación eólica se da inicio con el uso del aerogenerador, la energía cinética obtenida del viento se convierte en un trabajo mecánico, el cual es aprovechado por el aerogenerador y convertido en energía eléctrica. Los parámetros para considerar son la variable de entrada con la velocidad del viento en m/s dando como resultado la potencia eléctrica de salida en Watts (Párraga et al, 2019).

La matriz de operacionalización busca relacionar los conceptos, dimensiones e indicadores de las variables, posteriormente sean medibles (Cabezas et al, 2018) anexo1.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población, está representada por la producción de energía y el PPA que es anual (Acuerdo de compra de energía). El PPA es el acuerdo que se tiene con el consumidor de energía o comprador, se da en GWH por un número determinado de años, y como empresa se debería lograr el objetivo de cumplimiento de la producción de energía de acuerdo con el PPA (Cabezas et al, 2018).

Muestra, para la investigación, la muestra se consideró a la producción de energía eléctrica comprendida entre la estadística de años atrás- pre test y el pos test 6 a 6 meses (Cabezas et al, 2018).

Por otro lado, el criterio de inclusión se consideró los horarios de producción de energía completos 24 horas de lunes a viernes y para el criterio de exclusión no se ha considera ninguno.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de la investigación

Para la presente investigación se realizará la técnica de la entrevista se destinará a los colaboradores de operación y mantenimiento para la evaluación del estado actual de la gestión de mantenimiento, el análisis de las técnicas de mantenimiento, Según (Troncoso & Amaya, 2017) nos ayudará a recolectar información en una investigación cualitativa, logrando obtener información mediante la interrelación oral con el investigador.

La observación es considerada una técnica que permite observar el hecho, logrando registrar la información para analizar, permitiendo al investigador poseer mayor número de dato (Troncoso & Amaya, 2017).

La técnica de análisis de datos permite controlar la información obtenida en la gestión de operación y mantenimiento y la producción de energía, con la finalidad

de obtener datos precisos que alcance nuestros objetivos (Troncoso & Amaya, 2017).

Instrumentos

Los instrumentos, para el desarrollo de la investigación se usaron la guía de entrevista, guía de revisión documentaria; además de los reportes de la base de datos de la empresa dispuesta a brindar para la investigación (Troncoso & Amaya, 2017).

La observación hace uso del check list como parte de realizar un control o verificación de hacer cumplir la lista que se tiene según la situación dada, para proceder a analizar y llegar a una o más conclusiones.

Guía de entrevista, consta de 10 preguntas abiertas a los gestores de operación y mantenimiento con la estructura de identificar los problemas en relación con el funcionamiento de los equipos, la gestión de mantenimiento y producción de energía (anexo 3).

La revisión documentaria de los documentos físicos y digitales que tiene la empresa para las evidencias de la información de cada informe del mantenimiento, producción de energía, registros históricos de producción y factor de planta (CF) (anexo 4).

Validez de los instrumentos, para este tipo de prueba se tomará en cuenta la validez de contenido mediante el juicio de expertos por especialista en el tema, cuyas firmas que validan los instrumentos utilizados para la recolección de datos (anexo5).

Confiabilidad, no se tiene cuestionario de encuesta, pero si la entrevista y la ficha de registro, que también permiten medir la confiabilidad por el alfa cronbach.

3.5. Procedimientos

Para los procedimientos se iniciará con la primera etapa que consiste en identificar el problema, empleando herramientas que determinaran las prioridades de la investigación como el diagrama Ishikawa que tiene la finalidad de identificar el problema principal para aumentar la producción de energía eléctrica en una empresa de generación eólica, después se procedió a tabular

de mayor a menor de acuerdo con la frecuencia, seguidamente se procedió a graficar el Diagrama de Pareto. Por último, se realizó la matriz de priorización concluyendo que la mejor alternativa de solución es mejorar la Gestión de mantenimiento, que mejorara la producción de energía eléctrica en la empresa de generación de eólica.

En la segunda etapa: se procederá a la recolección de datos, junto con el levantamiento de información tomando el pre-test, aplicando la gestión de mantenimiento con todas sus con sus dimensiones y proceder a levantar los datos del post-test para apreciar los cambios de la producción de energía eléctrica anual. Con la base de datos se procederá a realizar un análisis descriptivo e inferencial, usando el SPSS V26, con la finalidad de comprobar si la hipótesis planteada esta relación con los resultados de escala de razón.

Por última etapa, se procederá a la realización de la discusión y conclusiones, que se llevará a cabo con la comparación de resultados de las investigaciones en artículos científicos previos, por último, se realizará las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

La investigación iniciara con el análisis descriptivo, con los formatos elaborados para la recolección y registro de los resultados de las dos variables, debe ser interpretado empleando el programa SPSS V26 mostrando la media, mediana, moda, entre otros. También, se realizará el análisis inferencial donde se aplicará la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido a que la muestra es menor a 30, y la prueba T de Student que compara el antes y después de la aplicación de la variable independiente.

3.7. Aspectos éticos

La investigación ha sido desarrollada bajo los aspectos éticos y morales, se confirma la veracidad de los datos registrados de la empresa de generación eólica. Durante, la realización de la investigación se utilizó la norma APA 7ª edición, permitiendo confiabilidad de información en la estructura de la investigación. Además, la presente investigación estará debidamente referenciados con los resultados de un trabajo en campo de la empresa eólica.

IV. RESULTADOS

4.1. Realizar un diagnóstico sobre la producción de energía eléctrica en la empresa de generación de energía eólica.

4.1.1. Análisis de cuestionario

El presente análisis, se basa a los resultados obtenidos del cuestionario de 16 preguntas, evaluados en la escala Likert (Muy Insatisfecho, Insatisfecho, Ni satisfecho/Ni insatisfecho, Satisfecho, Muy satisfecho), como se muestra a continuación:

Tabla 1. Factores que influyen en el mantenimiento

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	¿Cuán satisfecho se encuentra con los factores que influyen en el correcto mantenimiento de las turbinas?	0	0%	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 1, el 100% se encuentran satisfechos con los factores que se consideran el realizar el mantenimiento correctivo y preventivo de las 17 turbinas que hay en planta.

Tabla 2. Proceso de mantenimiento actual

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
2	¿Cuán satisfecho se encuentra con el proceso de mantenimiento o actual?	0	0%	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 2, el 50% considera insatisfecho el procedimiento actual para la programación de mantenimiento para las máquinas, y el otro 50% considera ni satisfecho/ni insatisfecho, considerando si cambian o no, no es de muy

relevancia y si hay un cambio se adapta por ser responsable y cumplir con sus funciones.

Tabla 3 . Proceso de gestión de mantenimiento correctivo y preventivo actual

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
3	¿Cuán satisfecho se encuentra con el proceso que se realiza para el mantenimiento correctivo y preventivo?	0	0%	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 3, el 50% se encuentran insatisfechos con la gestión de mantenimiento debido a las demoras en la aprobación y la ejecución del mantenimiento de las turbinas, generando paradas no programadas, así el otro 50% considera que la gestión de mantenimiento por años se ha utilizado, y cambiar sería muy trabajoso, conformándose con la gestión.

Tabla 4. Aplicar un software a la gestión de mantenimiento

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
4	¿Cuán satisfecho se encuentra con aplicar un software para la gestión de mantenimiento ?	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	100%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 4, el 100% se encuentran muy satisfechos con la aplicación de un sistema o software que permita programar los mantenimientos a las máquinas, la base de datos se encuentre a tiempo real, evitando pérdidas de información, demoras en el registro, además de que se puede realizar el cálculo de indicadores semanal, mensual y anual, para analizar y buscar soluciones inmediatas a los problemas.

Tabla 5. El programa de capacitación a los trabajadores

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
5	¿Cuán satisfecho se encuentra con las capacitaciones que se les brinda a los colaboradores?	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 5, el 50% se encuentran insatisfechos con el programa de capacitaciones, y el otro 50% considera muy insatisfecho en la programación de capacitaciones, coincidiendo ambos, en que debería ser más seguidos para evitar contingencias y dar soluciones inmediatas, realizando un programa anual con sus respectivas evaluaciones.

Tabla 6. Temas de las capacitaciones

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
6	¿Cuán satisfecho se encuentra con los temas que brindan las capacitaciones?	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 6, el 100% se encuentran insatisfechos con los temas que brindan en las charlas que realizan la empresa, consideran temas de muy poca importancia a sus funciones y responsabilidades, que desean poner en práctica para mejorar sus resultados en sus actividades diarias.

Tabla 7. Plan de gestión de mantenimiento actual

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%

7	¿Cuán satisfecho se encuentra con el plan de gestión de mantenimiento?	0	0%	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%
---	--	---	----	---	-----	---	-----	---	----	---	----

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 7, el 50% se encuentran insatisfechos con el plan de mantenimiento debido a que el manual de procedimiento falta actualizar a los nuevos indicadores y actividades que ha ido cambiando conforme se realiza mejoras, el otro 50% considera ni satisfecho/ni insatisfecho debido a que como están, sus funciones y sus actividades se puede trabajar, además de manejar por años.

Tabla 8. Factor de capacidad

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
8	¿Cuán satisfecho se encuentra con el factor de capacidad de planta?	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 8, el 100% se encuentran ni insatisfechos/ni satisfechos con el factor de capacidad de producción, debido a que el factor del viento influye en nivel alto para la producción de energía, y se requiere al menos tener operativas las máquinas sin fallas, para reducir los problemas internos.

Tabla 9. Motivación a los trabajadores

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
9	¿Cuán satisfecho se encuentra con el tipo de incentivos se le brinda al trabajador por cumplimiento de objetivos?	0	0%	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 9, el 100% se encuentran satisfechos con los incentivos que reciben, además de consideran los beneficios que obtienen como trabajadores, es por ello, que desean contribuir buscando soluciones y mejoras en su área de trabajo.

Tabla 10. *Tiempo para realizar el mantenimiento*

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10	¿Cuán satisfecho se encuentra con los tiempos de atención para el mantenimiento o correctivo y preventivo son adecuados?	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 10, el 100% se encuentran ni satisfechos/ni insatisfechos con los incentivos que reciben, además de consideran los beneficios que obtienen como trabajadores, es por ello, que desean contribuir buscando soluciones y mejoras en su área de trabajo.

Tabla 11. *Asignaciones de responsabilidades*

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
11	¿Cuán satisfecho se encuentra con las asignaciones de responsabilidades de trabajo?	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 11, el 100% se encuentran ni satisfechos/ni insatisfechos con las asignaciones de responsabilidades de trabajo, consideran que hacen funciones que no corresponde, debido a la inadecuada gestión actual que maneja la empresa, es por ello, que consideran que debería haber un cambio en beneficio de los colaboradores y la empresa.

Tabla 12. Conocimiento de los colaboradores

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
12	¿Cuán satisfecho se encuentra con los conocimientos técnicos que se requiere para realizar los mantenimientos ?	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 12, el 50% se encuentran muy satisfechos debido que para el puesto deben poseer el conocimiento para brindar soluciones en los mantenimientos de las turbinas y la producción de energía, el otro 50% considera muy insatisfecho que puede generar contingencias, en las reparaciones de los repuestos, además de demorarse en reparar más de lo programado.

Tabla 13. Entrenamiento actual

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
13	¿Cuán satisfecho se encuentra con el proceso de entrenamiento actual?	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 13, el 100% se encuentran ni satisfechos/ni insatisfechos con el entrenamiento actual.

Tabla 14. Inducción a los trabajadores

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
14	¿Cuán satisfecho se encuentra con la inducción de trabajadores nuevos?	0	0%	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 14, el 100% se encuentran ni satisfechos/ni insatisfechos con la inducción de los trabajadores nuevos, considerando muy simple la charla, lo que siguen con dudas, y sus preguntas no fueron aclaradas.

Tabla 15. Sistema de programación

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
15	¿Cuán satisfecho se encuentra con el proceso de sistema de programación de mantenimiento?	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 15, el 50% se encuentran muy insatisfechos, y el otro 50% debido a que consideran que falta un software para gestionar adecuadamente la programación del mantenimiento correctivo y preventivo.

Tabla 16. Seguimiento de los mantenimientos

N.º	Trabajadores	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho/Ni insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
16	¿Cuán satisfecho se encuentra con el proceso de seguimiento después de que se realiza el mantenimiento o a las turbinas?	2	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 16, el 100% se encuentran muy insatisfechos debido a que existe un inadecuado mantenimiento de las turbinas, faltando un check list para verificar los puntos obligatorios que debe cumplir, para que se considere reparado y sea levantada la falla operativa de las turbinas.

4.1.2. Análisis de entrevista

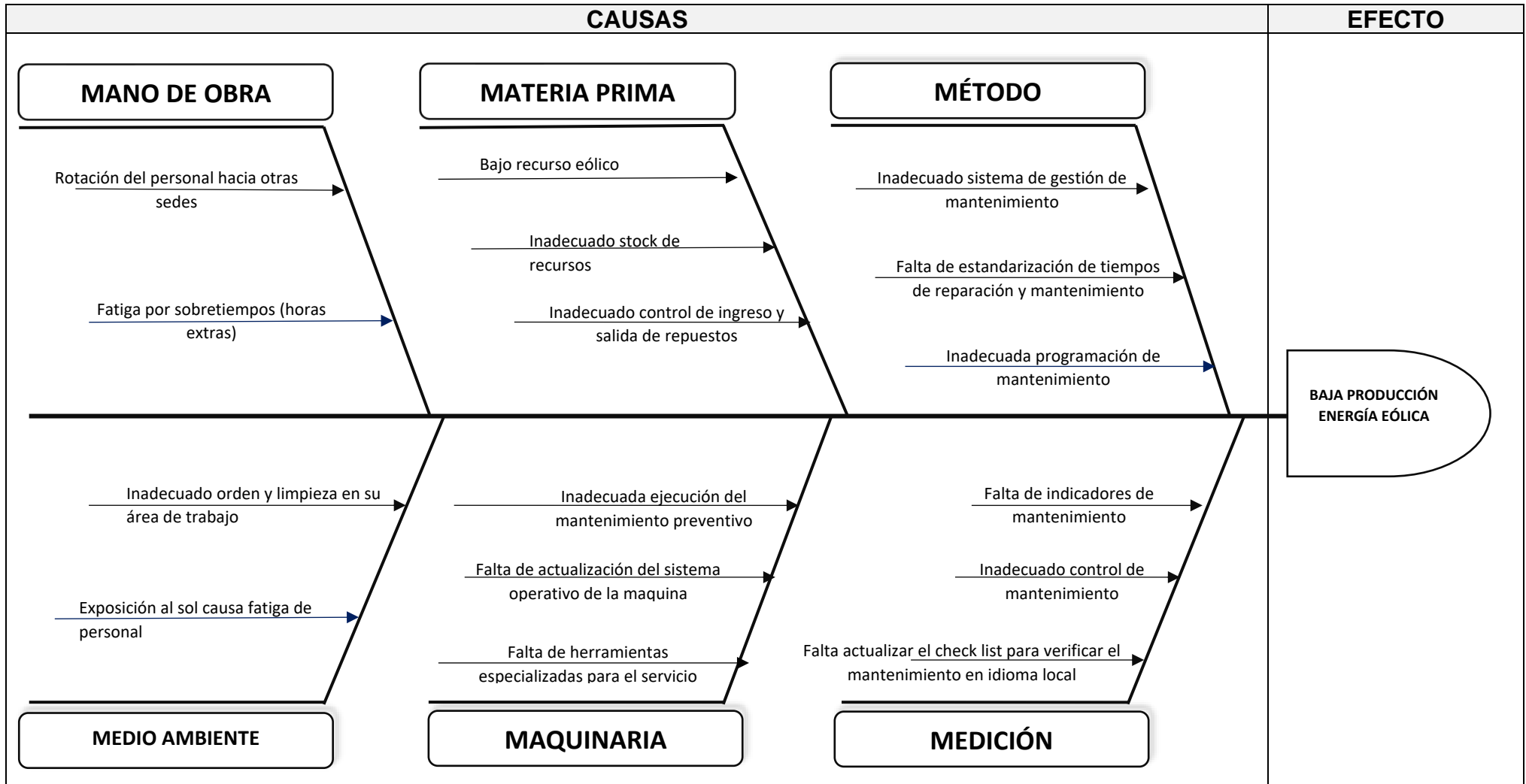


Figura 1 Diagrama Ishikawa

Según la figura 1, se inicia con el respectivo análisis que genera una baja producción de energía eólica: con respecto a la rotación del personal está considerado causa perjudicial que afectara su productividad laboral al no poder atender a tiempo las fallas presentadas en las máquinas y poniendo en peligro al equipo ocasionando un exceso de trabajo en el personal. Además, se suma el recurso natural que es el viento para la producción de energía eólica siendo incapaz de controlar este indicador, el inadecuado stock de recursos perjudica en el momento de reparación de las maquinas ocasionando demoras y paradas de cortas a largas, dependiendo la situación, además, también el inadecuado control de ingreso y salida de repuestos, debido a que los reportes de los mantenimientos, faltan colocar los repuestos cambiados y que materiales se usaron, para el registro, lo que genera falta de actualización de repuestos, generando desabastecimiento de piezas y repuestos, y realizar el requerimiento de compra se demora de 1 a 2 días entregar las compras, lo que, ocasiona una reprogramación de mantenimiento por no contar con el repuesto. Asimismo, el inadecuado sistema de gestión de mantenimiento, debido a que existes reprogramaciones de mantenimiento correctivo y preventivo, reclamos del cliente por correo y llamada, así como, la falta de estandarización de tiempos en relación a la demora en reparar y dejarlo operativo, además de no presentar con fichas técnicas necesarias, como un historial técnico para el operario y la inadecuada programación de mantenimiento, por problemas de la base de datos de registro, que para la gestión se utiliza el Excel, teniendo problemas de perdida de información, no tener indicadores a tiempo real automático, y verificar que ordenes de mantenimiento faltan ejecutar, se dejan atrás y por reclamos, recién se ejecuta. Como también, el inadecuado orden y limpieza en su área de trabajo, aumenta la posibilidad de extraviar herramientas, fichas de mantenimiento, la orden de trabajo y los repuestos, lo que, ocasionaría preocupación y frustración en el trabajador, debido a que los trabajos de mantenimiento son en el campo, la exposición al sol trae envejecimiento de la piel, cáncer en la piel y manchas en la piel, debido por los rayos ultravioleta. Además, de la inadecuada programación de mantenimiento, genera conflictos entre las personas que aprueban el mantenimiento y las que ejecutan y la falta de actualización del sistema operativo de la maquina genera paradas de maquina inesperadas, desactualización del software de control y alarmas, falta de herramientas

especializadas genera retrasos en la ejecución del mantenimiento debido a que no se pueden realizar con cualquier tipo de herramientas por ser unas máquinas con tecnología moderna no convencional. Por último, la falta de indicadores de mantenimiento, para verificar si se cumplió con lo programado, fallas repentinas de las máquinas y la confiabilidad que brinda la maquina después del mantenimiento, inadecuado control de mantenimiento, no se realizan los monitoreo respectivos, se basan a los informes entregado por los técnicos y la falta de actualizar el check list de mantenimiento en idioma local, esto perjudica a la hora de hacer el mantenimiento y la inspección o seguimiento del check list de mantenimiento a los inspectores o gestores de mantenimiento que no dominen el idioma.

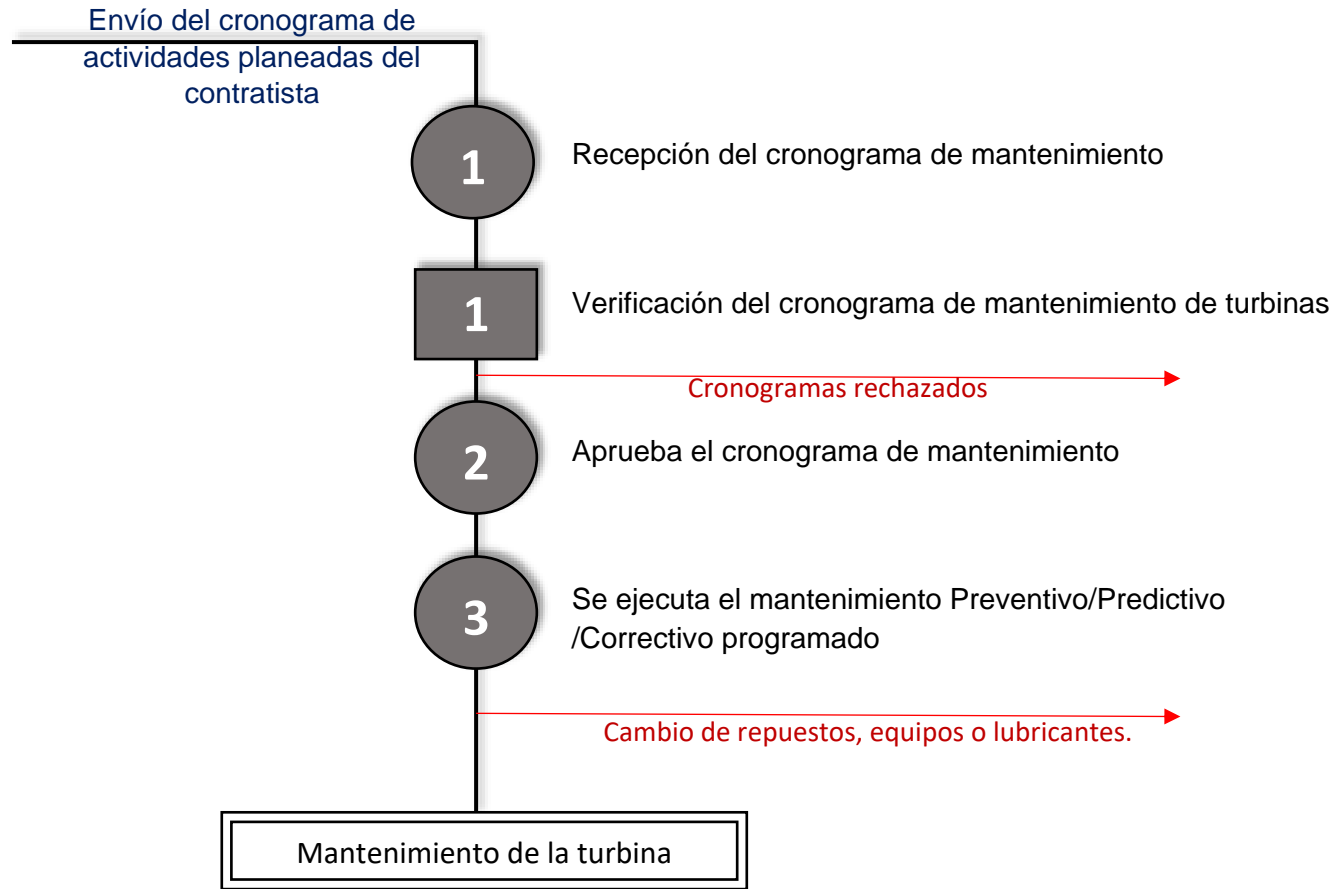
4.1.3. Análisis documental

Para este tipo de análisis, se da inició con la elaboración del diagrama de operaciones y el diagrama de flujo de la aprobación de la orden de mantenimiento, como se muestra en las siguientes figuras:

Para la elaboración del diagrama operaciones de procesos o también conocido como DOP, se consideró el levantamiento de la información de la técnica de ficha de registros, además, de que para este diagrama solo usa tres simbologías: operación, inspección o verificación y la combinada.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS (DOP)

Responsable 1:	Guerrero Falcon, Julio	Método:	ACTUAL
Responsable 2:	Ordinola Abad, Jorge Luis	Área:	MANTENIMIENTO



OPERACIÓN	CANTIDAD
○	3
□	1
◻	0
TOTAL	4

Figura 2 Diagrama de operaciones (DOP)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS (DAP)									
Área:	MANTENIMIENTO			SIMBOLOGÍA	OPERACIÓN	●		5	
Método:	ACTUAL				INPECCIÓN	■		6	
Elaborado por:	Guerrero Falcon, Julio				TRANSPORTE	➔		0	
Elaborado por:	Ordinola Abad, Jorge Luis				ESPERA	◐		0	
Período:	2022				ALMACÉN	▼		0	
N.º	ACTIVIDADES		TIEMPO (min)		○	■	➔	◐	▼
1	RECEPCIÓN	Revisar la bandeja del correo	1.00						Filtrar por fecha los viernes de cada semana
2		Abrir el correo	0.25						
3	VERIFICAR	Revisar el cronograma de mantenimiento	5.00						que cuente con personal asignado, fecha y número de turbinas
4		Verificar la disponibilidad del viento	4.00						
5		Verificar el tiempo de parada	10.00						
6		verificar la disponibilidad de planta	4.00						
7		verificar la urgencia del mantenimiento	3.00						
8	APROBAR	Aprobar el cronograma de mantenimiento	2.00						Rechazar los mantenimientos que presentan contingencia
9		Registrar el mantenimiento en la base de datos	20.00						
10		Guardar la información en la base de datos	2.00						
11	EJECUTAR	Enviar el correo de aprobación al contratista	2.00						
TOTAL			53.25	5	6	0	0	0	

Figura 3 Diagrama de actividades de procesos - Situación actual.

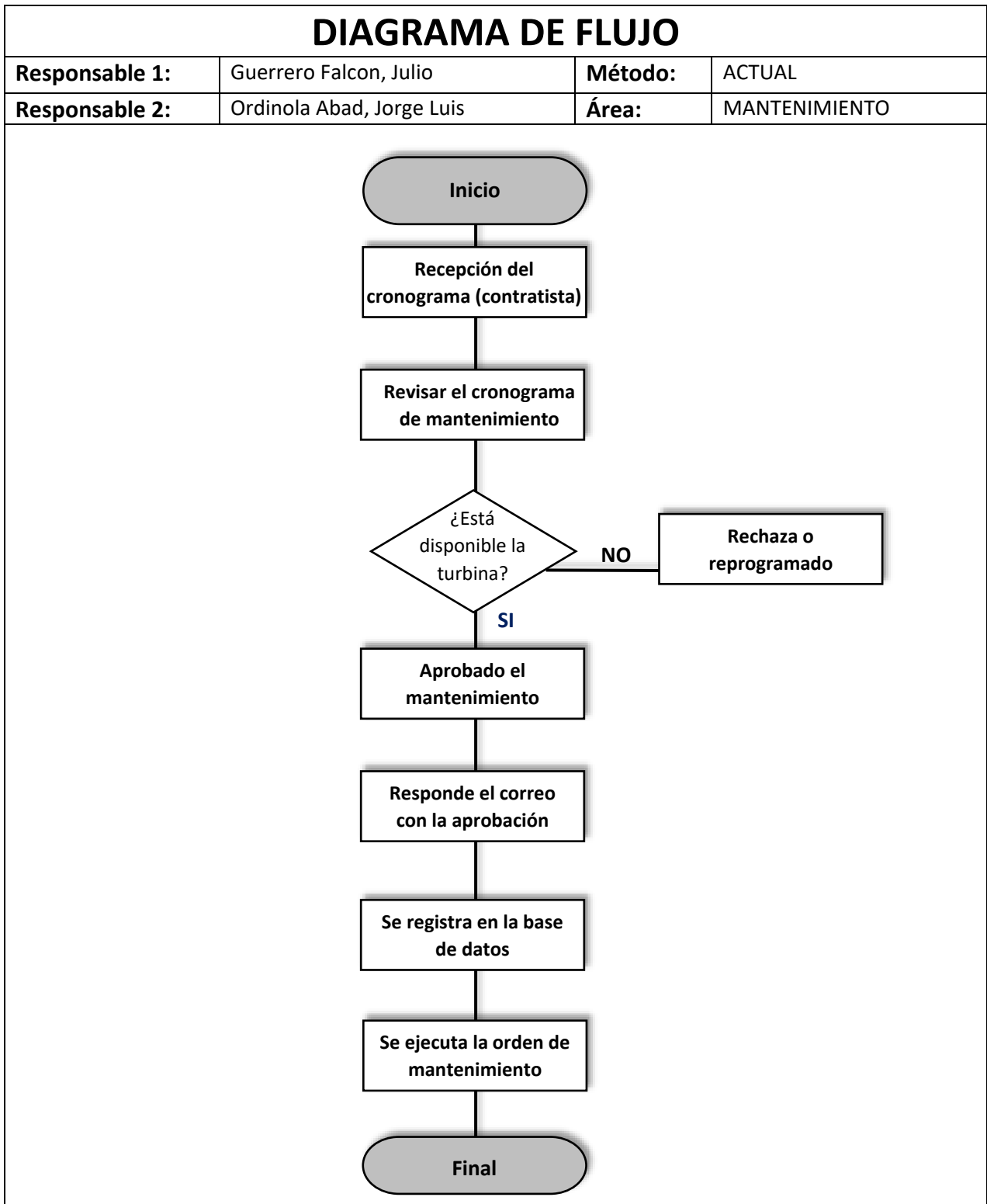


Figura 4 Diagrama de flujo de la situación actual de la aprobación de la orden del mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se muestra el procedimiento que se realiza para la aprobación del mantenimiento preventivo y correctivo programado para las 17 turbinas, que se encuentran en planta.

4.1.4. Evaluación del factor de capacidad

Tabla 17. Cálculo del factor de capacidad entre enero a junio del 2022 situación actual. Primer semestre de producción de energía 2022, fuente de dominio público portal Osinergmin.

$$\text{Factor de capacidad(\%)} = \left[\frac{\text{Generación neta real}}{(\text{Horas del periodo} \times \text{capacidad máxima neta})} \right] \times 100\%$$

	A	B	C	FC= A/(B*C) *100
PERIODO	GENERACIÓN NETA (MWH)	HORAS DEL PERIODO (HORAS – MES)	CAPACIDAD MAXIMA NETA (MWH)	FACTOR DE CAPACIDAD (%)
ENERO	9212.2	744	30	41
FEBRERO	6556.5	672	30	33
MARZO	4675.7	744	30	21
ABRIL	11415.6	720	30	53
MAYO	14106.6	744	30	63
JUNIO	16010.8	720	30	74

Fuente: Osinergmin - producción de energía generada de empresa de generación eólica.

La tabla 17 muestra tomando muestra los datos de generación neta de energía donde podemos comprobar que en el primer semestre se obtuvo factores de planta de 21% debido a la baja producción de energía y el mes más alto es junio representado el 74% de factor de capacidad. Durante el periodo que se tomó como muestra se obtuvo una media del 47 % debido a la alta indisponibilidad de los equipos por factores relacionados con la gestión de los mantenimientos programados lo que incurrió a fallas recurrentes.

La generación neta de la planta está relacionada directamente con el factor de capacidad de planta, aquí podemos ver el comportamiento de la producción de energía eléctrica de la central, en las horas de periodo se considera los numero de días del mes y 24 horas/día (periodo considerado – mensual).

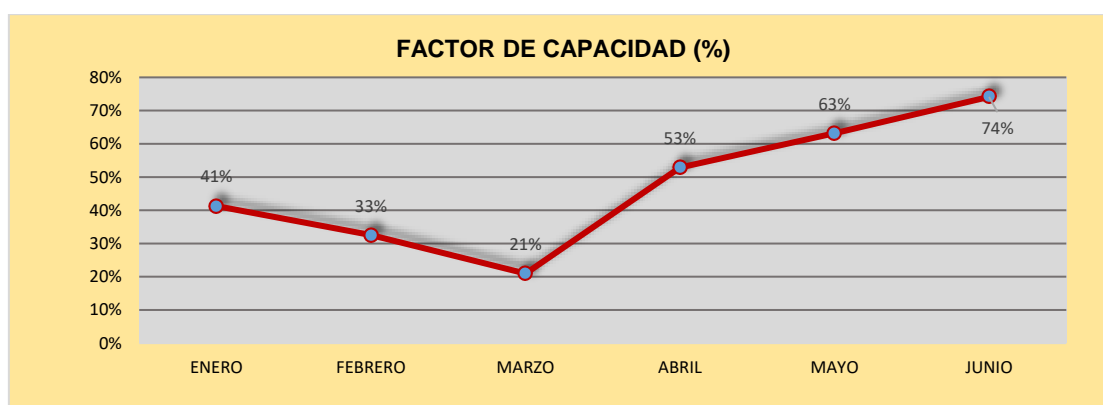


Figura 5 Factor de capacidad de planta la situación actual – unidades de estudio turbinas

4.1.5. Evaluación del EAF y EFOR

A continuación, se presenta el cálculo del EAF y EFOR entre los meses de enero a junio del 2022, considerando que son 17 turbinas, que son parte del estudio en relación con el mantenimiento preventivo y correctivo programado, para bajar el índice de las respectivas fallas o paradas prolongadas por mantenimientos correctivos.

Tabla 18. *Calculo del EAF y EFOR entre enero a junio del 2022 - Situación actual.*

$$EAF = \left[\frac{\text{recuento total del período} - \sum \text{tiempo de inactividad} - (\sum \text{reducción interna} \times \left(\frac{\text{potencia de equipo} - \text{media de referencia de potencia}}{\text{potencia de equipo}} \right))}{\text{recuento total de período}} \right] \times 100$$

PERIODO	RECUE- NTO TOTAL DEL PERÍODO (HORAS MAQUINA)	ΣTIEMPO DE INACTIVIDAD NO PROGRAMAD O (HORAS)	ΣREDUCCIÓ N INTERNA (MW)	POTENCIA DE EQUIPO (MW)	MEDIA DE REFERENCI A DE POTENCIA (MW)	EAF (%)	EFOR (%)
ENERO	12648	236.8	0	30	12.36	98.13	1.87
FEBRERO	11424	347	0	30	9.7	96.96	3.04
MARZO	12648	559.7	0	30	6.3	95.57	4.43
ABRIL	12240	512.8	0	30	15.9	95.81	4.19
MAYO	12648	791.2	0	30	19	93.74	6.26
JUNIO	12240	246.4	0	30	22.3	97.99	2.01

Leyenda: En el cálculo del recuento total del período se ha considerado (N.º días del mes x 24 horas x N.º máquinas (17 máquinas))

Fuente: Registros de la empresa de generación de energía

De la tabla 18, con respecto al factor de disponibilidad equivalente (EAF) el mes más representativo es enero con 98.13%, y el mes más bajo es mayo con 93.74%, En el primer semestre del periodo 2022 se encontró que la media de disponibilidad está por debajo del 96.5 % no siendo favorable ya que se consideran disponibilidades aceptables y buenas mayores a un 98% con la finalidad de lograr los objetivos de la compañía, esta baja disponibilidad es por efectos de los problemas presentados en las ejecuciones de mantenimiento programados, stock de repuestos, fallas prolongadas y recurrentes por obstrucciones de filtros, desfasaje de los ángulos y fugas en los tanques de purgas por los retrasos en los mantenimientos anuales, fallas mayores con tiempo prolongado de reparación en componentes principales como multiplicadoras y generadores subiendo así a la tasa de interrupciones forzada equivalente (EFOR) con una media mayor a un 3 %.

4.2. Aplicar la gestión de mantenimiento implementando el sistema SAP

Para la aplicación de la gestión de mantenimiento aplicando el sistema SAP PM, como herramienta de gestión para mejorar el mantenimiento preventivo y correctivo programado, se ha considera lo siguiente:

4.2.1. Capacitación de inducción del sistema SAP

El proveedor se encargó de brindar la capacitación del módulo de mantenimiento a los responsables del área, para ello, se realizaron el siguiente cronograma:

Tabla 19. Cronograma de la capacitación de la implementación del sistema SAP

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN DEL SISTEMA SAP					
ETAPAS	TEMAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
		15/09/2022	22/09/2022	29/09/2022	06/10/2022
1	INTRODUCCIÓN A ERP SAP Y SAP BPM	Definición de ERP			
		Definición de SAP			
		Definición de SAP PM: Módulos			
		visión del mantenimiento de planta			
		funciones básicas y navegación			
2	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y DATOS MAESTROS	estructura organizativa de mantenimiento			
		gestión de puestos de trabajo			
		ubicaciones técnicas			
		gestión de equipos			
		lista de materiales (BOMs)			
		puntos de medidas y contadores			
		gestión de clases y características			
		gestión de categorías de mantenimiento			
		revisión de las etapas del proceso			
3	GESTIÓN DE AVISOS DE MANTENIMIENTO	clases y estructuras de avisos			
		tratamiento de avisos			
		gestión de ordenes desde avisos de mantenimiento			
		revisión de las etapas del proceso			
4	GESTIÓN DE ÓRDENES DE MANTENIMIENTO	clases de órdenes de mantenimiento			
		estructura de la orden de mantenimiento			
		creación de ordenes			
		tratamiento de la ordenes			
		programación de mantenimiento			
		ejecución las medidas del mantenimiento			
		notificación de avisos y ordenes			
		cierre de avisos y ordenes			
		estrategia de mantenimiento			

5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	hoja de ruta de mantenimiento				
		planes de mantenimiento				
		programación de planes de mantenimiento				
		revisión de la programación de mantenimiento				
6	SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO	reporte de objetivos técnicos				
		reporte de la gestión de mantenimiento				
		reporte de análisis de parada				
		revisión del cálculo del MTTR y MTBR				
EVALUACIÓN						

Fuente: Proveedor del sistema SAP

De la tabla 19, el cronograma se cumplió de acuerdo con la fecha y las actividades por cada sesión para la aplicación del programa SAP, donde constaba de un asesor especialista en el módulo y el sector, para ser aplicado en la empresa.

4.2.2. Evaluación de la capacitación

Después, de culminar con la capacitación se realiza la evaluación que está constituida de 10 preguntas, aplicada a los tres trabajadores del área, los resultados son los siguientes:

Tabla 20. *Resumen de las respuestas de la evaluación de la capacitación*

	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
Pregunta 1	1	1	0
Pregunta 2	0	1	1
Pregunta 3	1	1	1
Pregunta 4	0	0	1
Pregunta 5	1	1	1
Pregunta 6	0	1	1
Pregunta 7	1	1	1
Pregunta 8	1	1	0
Pregunta 9	1	1	1
Pregunta 10	1	1	1
TOTAL	7	9	8
%	70%	90%	80%

Legenda: (1) respuesta correcta y (0) respuesta incorrecta

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 20, de la evaluación realizada el trabajador (1) contestó siete preguntas correctas, fallando en tres preguntas, el trabajador (2) contestó nueve preguntas correctas, fallando en una pregunta y el trabajador (3) contestó ocho preguntas correctas, fallando en dos preguntas. Con la información brindada y

obtener una calificación mayor o igual al 70% de la nota aprobatoria, le brindaron el certificado correspondiente.

4.2.3. Implementación la base de datos al sistema

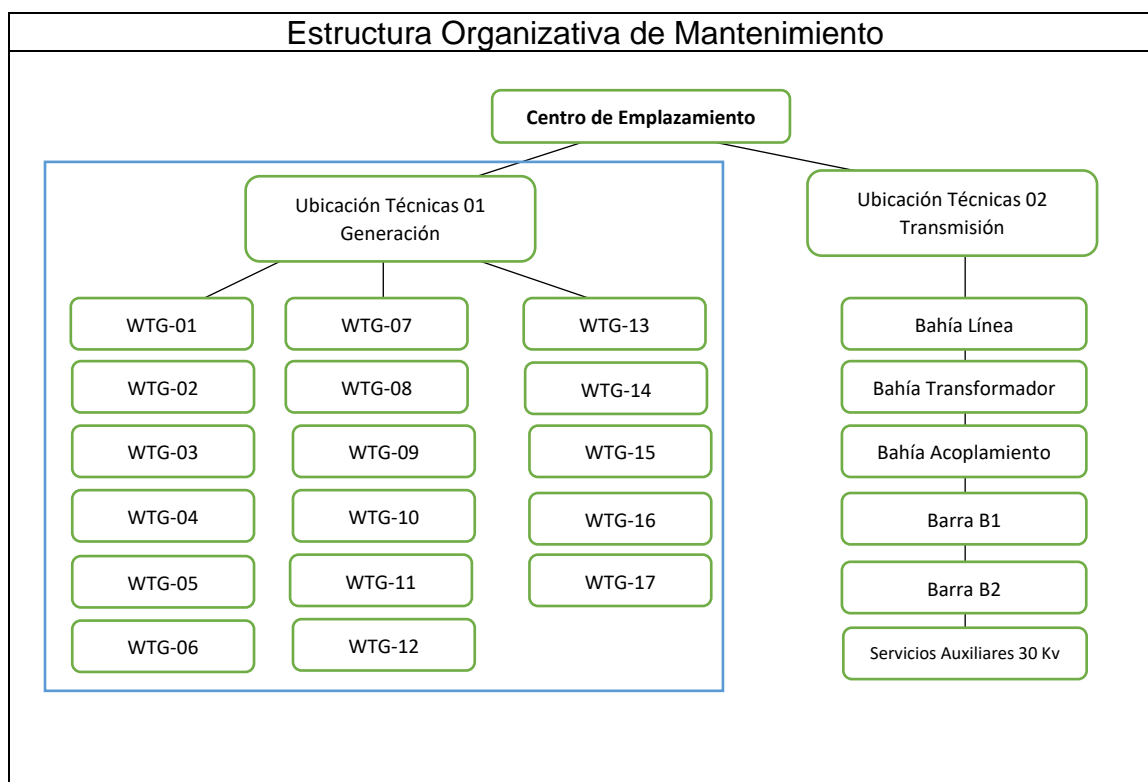
Para la implementación del sistema SAP, se puso en ejecución lo aprendido en la capacitación, para ello, se explica a detalle cada paso realizado.

Al ser una implementación básica con poca estructura para demostrar que funciona y pueda ser implementado con una licencia básica de SAP PM se basa en la siguiente estructura:

- La creación de la estructura Organizativa de Mantenimiento: Para ser implantado en SAP.

Para iniciar con el procedimiento, primero se plantea la estructura del mantenimiento en relación con la planta y las maquinas, con lo que dispone la compañía, como se muestra a continuación:

Tabla 21. Esquema de la organización del mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

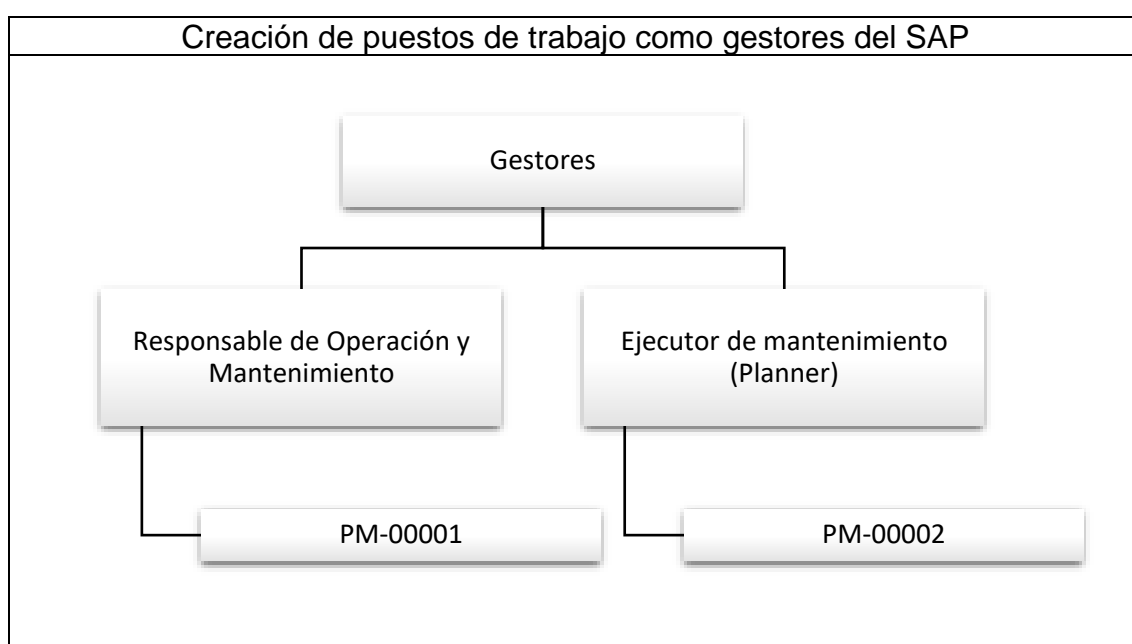
Según el esquema presentado, el mantenimiento en la empresa de estudio clasifica en dos grupos, la ubicación técnica 01 está compuesta por las 17

turbinas, maquinas que son parte del estudio en la presente de investigación, y en la ubicación de 02, está compuesta por la parte de la transmisión de la energía que son los equipos de la Subestación y Línea de transmisión de la energía tales como: Equipos de patio, Bahías y Barras, que no son parte del estudio.

- La creación de la gestión del puesto de trabajo

Para crear el puesto de trabajo, se planteó la estructura del puesto de acuerdo con sus funciones y actividades que realizan, como indica en el siguiente esquema:

Tabla 22. Esquema del puesto de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 22, las funciones de cada gestor son:

Responsable de operación y mantenimiento, es la persona encargada de verificar el mantenimiento realizado a las turbinas y aprobar el programa semanal, mensual o anual enviado por los gestores de mantenimiento para ser cargado a SAP o programado para su ejecución.

Ejecutor de mantenimiento (planner de mantenimiento): es la persona encargada de cargar el cronograma de mantenimiento, hacer seguimiento a las órdenes de trabajo, cargar el cierre de las órdenes de trabajo, generar alertas para la ejecución de los mantenimientos, entregando la confirmación de la ejecución del

mantenimiento al responsable. Una vez definido los cargos de los gestores, se procede a crear en el sistema SAP, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 23. Creación del puesto en el SAP

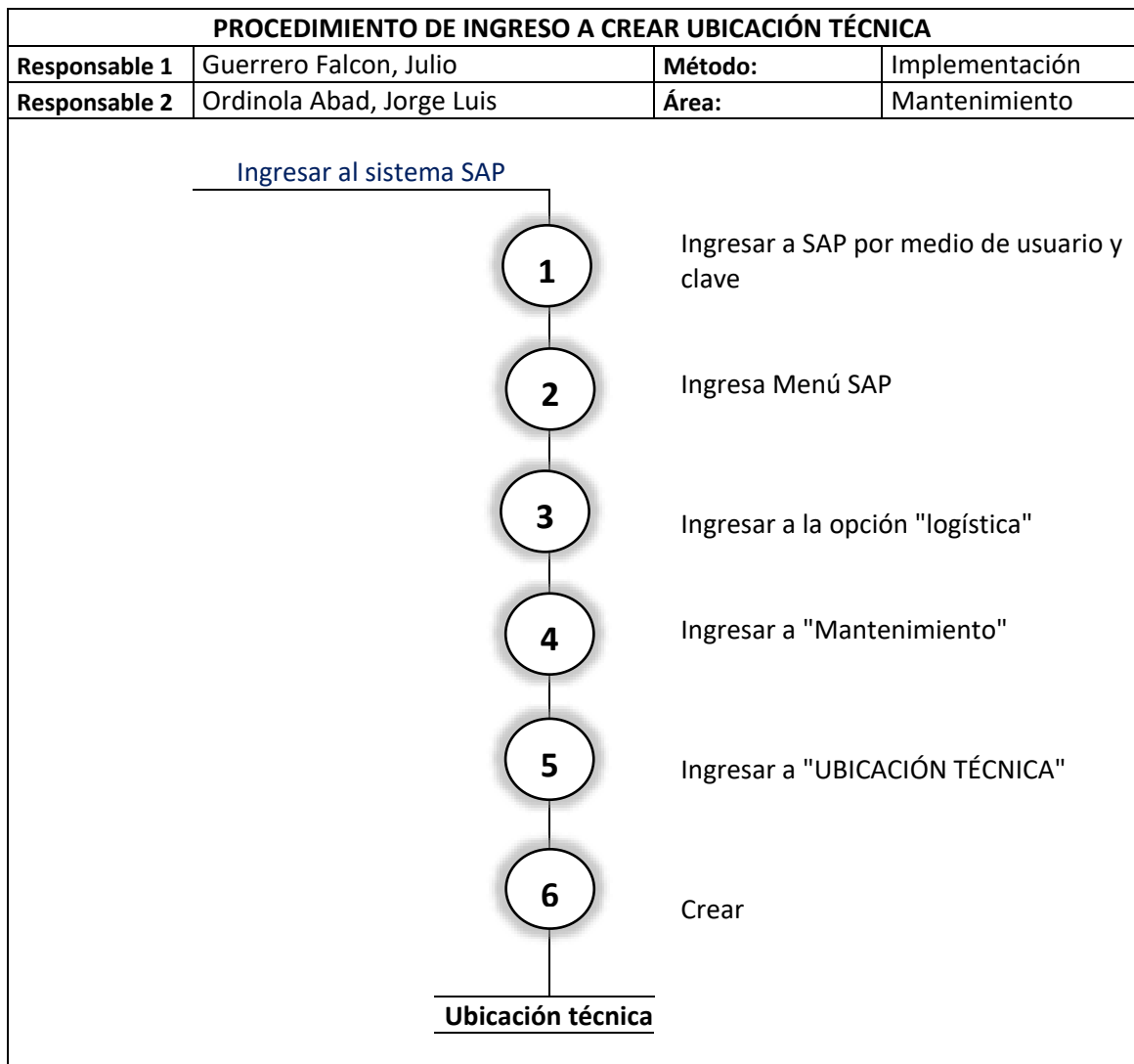
PtoTbjo	Ctro	Tp.	Respons.	Descripción	Almacén
PM-00001	PE01	0005	000	Responsable de Operación y Mantenimiento	
PM-00002	PE01	0005	000	Ejecutor de Mantenimiento	

Fuente: Sistema SAP

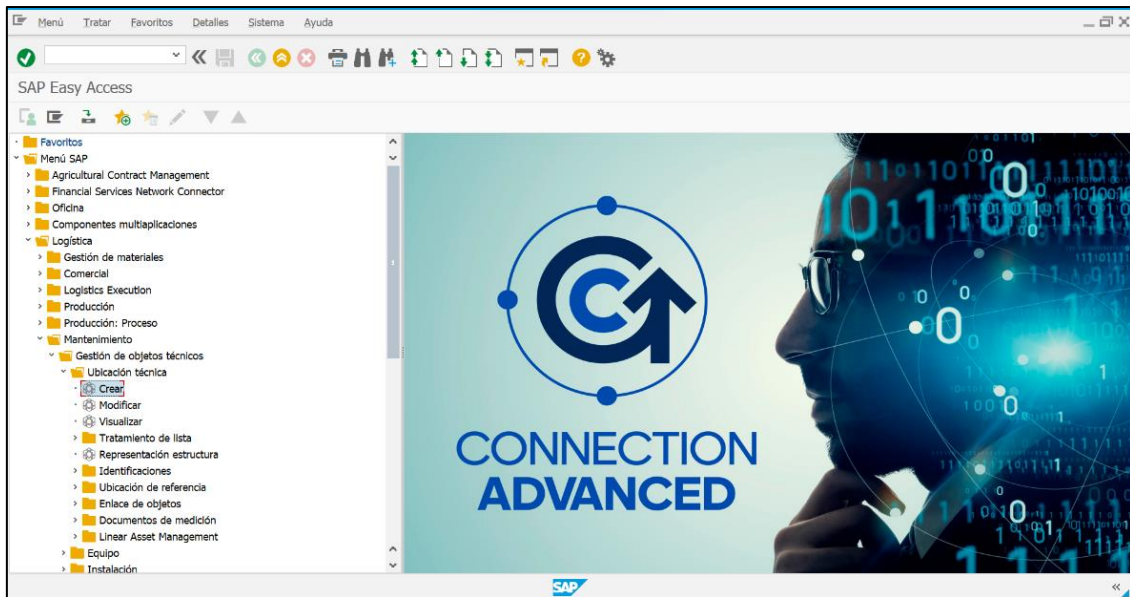
- Crear la Ubicación Técnicas

Para la creación de la ubicación técnica 1, que está conformado por el área donde están las 17 turbinas que son parte del estudio, se asignó la estructura de creación en el sistema SAP, para ello, se realiza los siguientes pasos:

Tabla 24. Estructura del procedimiento de la creación de ubicación técnica

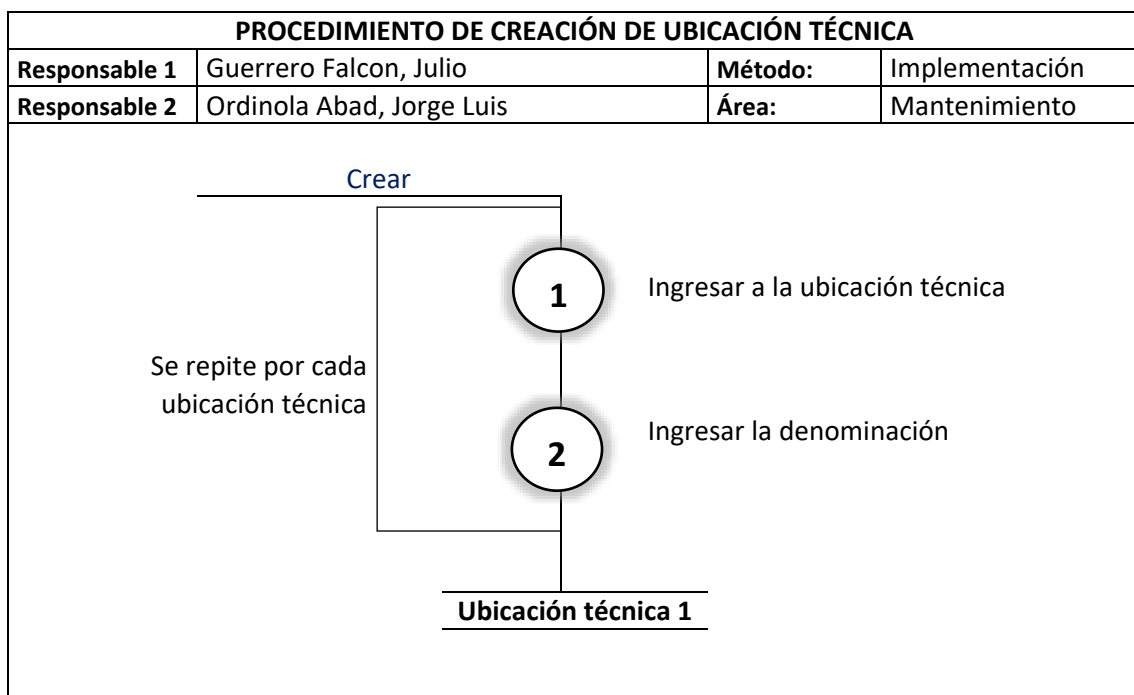


Fuente: Elaboración propia



Fuente: Sistema SAP

Tabla 25. Estructura de creación de la ubicación técnica



Fuente: Elaboración propia

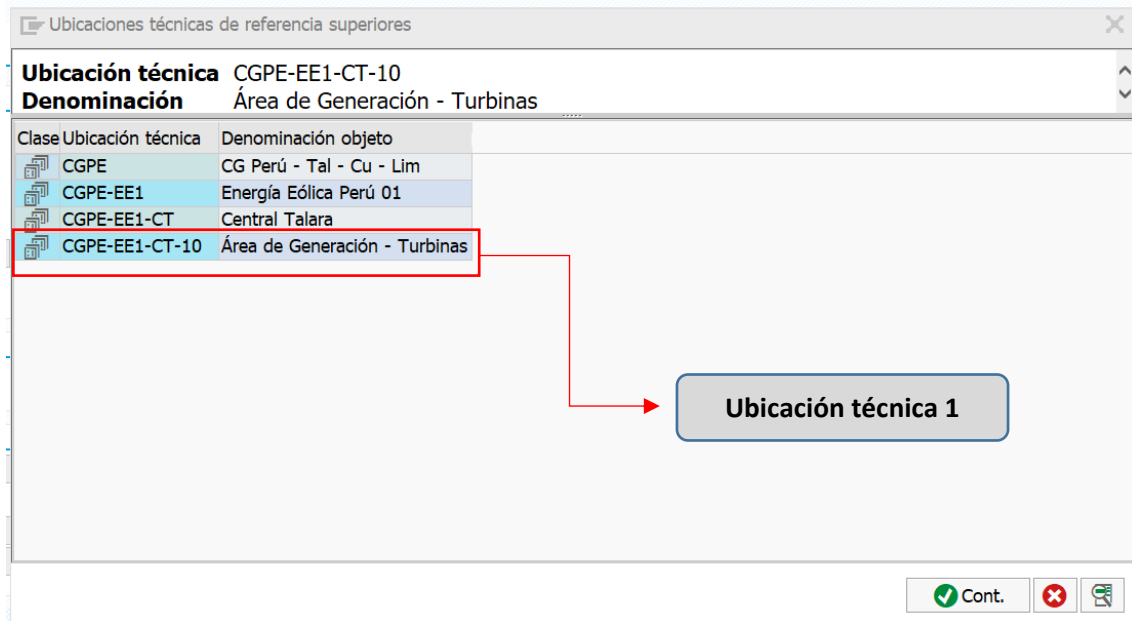
Ubicación técnica 01, **CGPE-EE1-CT-10**

CGPE: CG Perú

EE1: Planta en Peru

CT: Nombre de la central de generación

10: Área exacta de la ubicación de las maquinas



Fuente: Sistema SAP

- Creación de la Gestión de Equipos: Creación de equipos y montaje a ubicación técnica 01

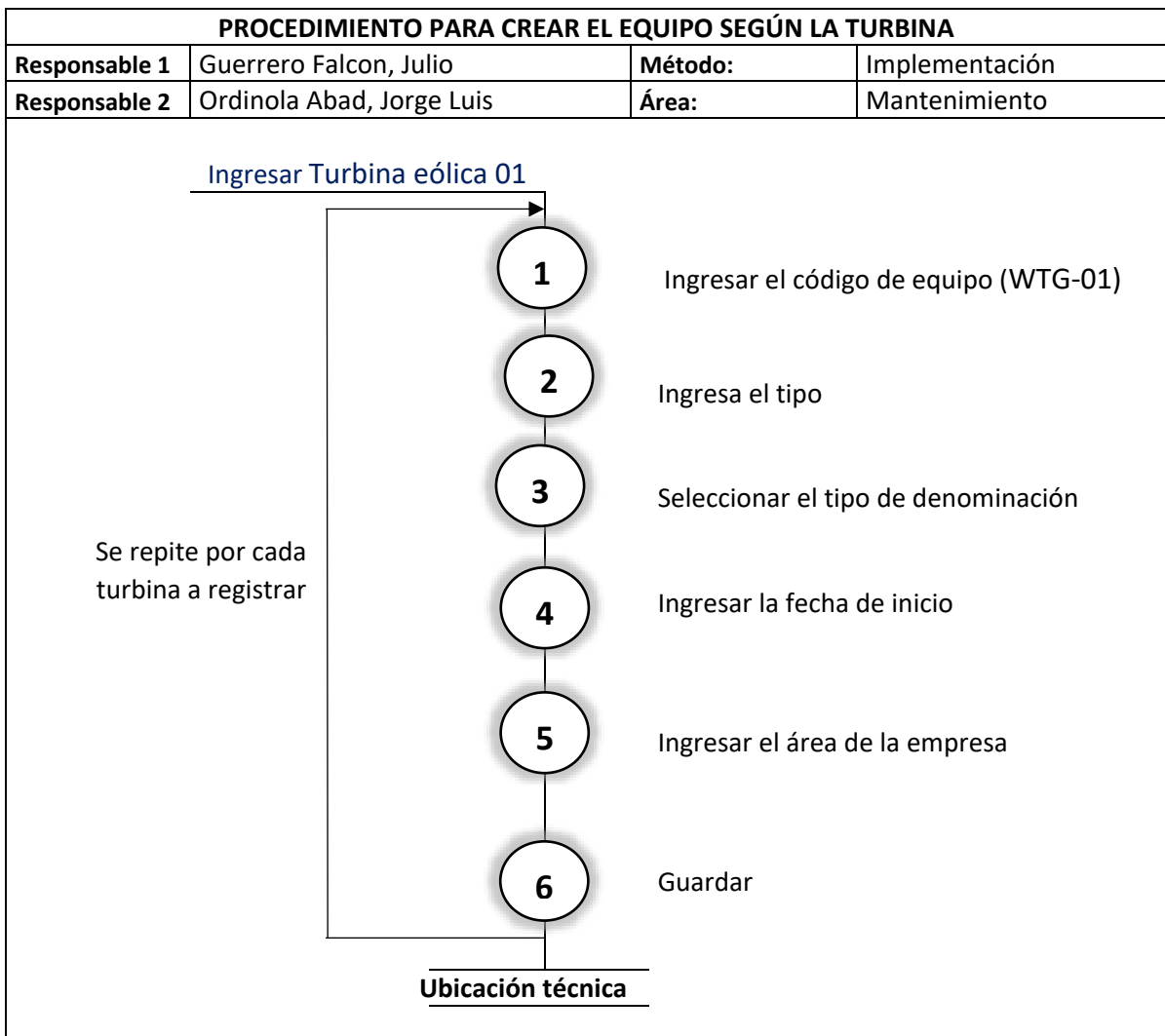
Para la creación de los equipos, se realizó la siguiente estructura considerando el respectivo código y nombre para cada turbina que se encuentran en planta.

Tabla 26. Codificación de las turbinas

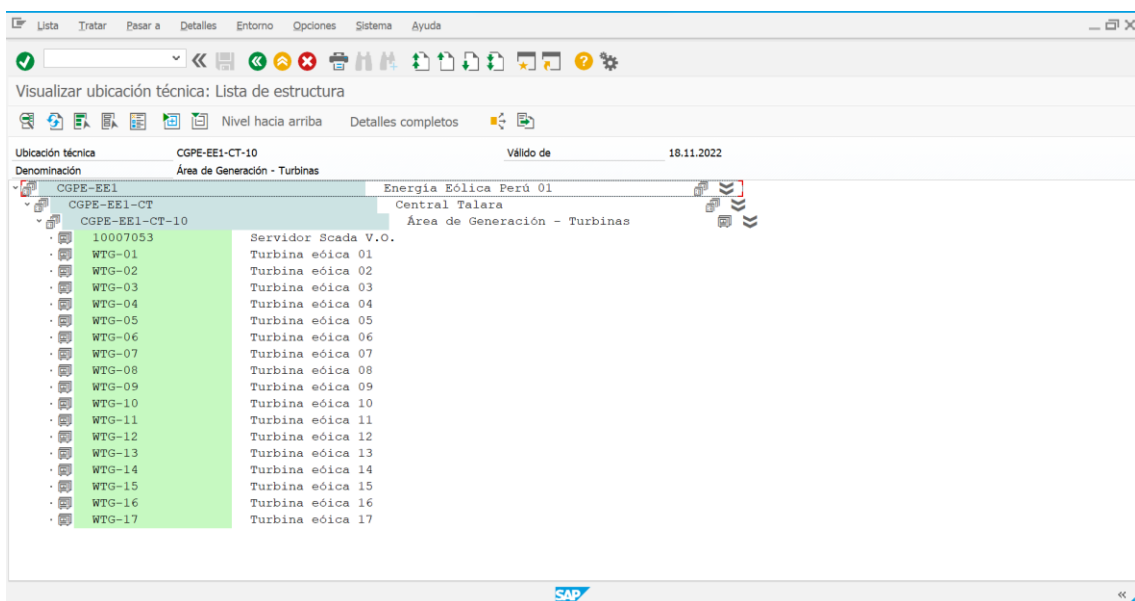
Nombre de Turbina	Código del equipo	Nombre de Turbina	Código del equipo
Turbina eólica 01	WTG-01	Turbina eólica 10	WTG-10
Turbina eólica 02	WTG-02	Turbina eólica 11	WTG-11
Turbina eólica 03	WTG-03	Turbina eólica 12	WTG-12
Turbina eólica 04	WTG-04	Turbina eólica 13	WTG-13
Turbina eólica 05	WTG-05	Turbina eólica 14	WTG-14
Turbina eólica 06	WTG-06	Turbina eólica 15	WTG-15
Turbina eólica 07	WTG-07	Turbina eólica 16	WTG-16
Turbina eólica 08	WTG-08	Turbina eólica 17	WTG-17
Turbina eólica 09	WTG-09		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Estructura para la creación de los equipos



Fuente: Elaboración propia



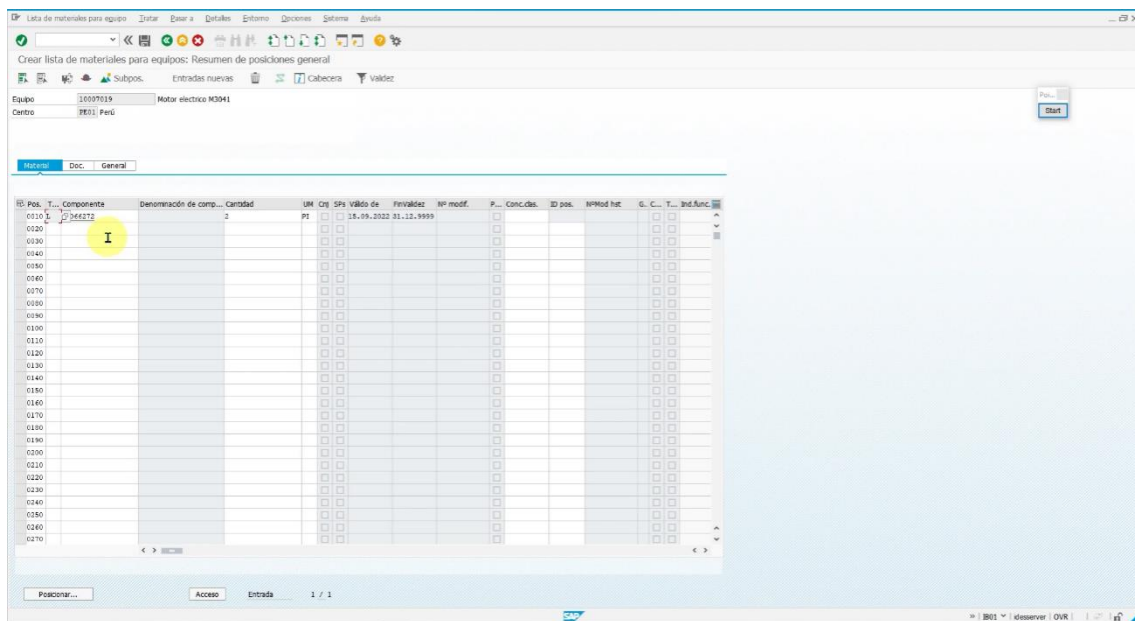
Fuente: Sistema SAP

- Creación de la Lista de materiales: Componentes Mayores

Se creó como Lista de materiales para materiales: en modalidad IBAU y ERSA.



Fuente: Sistema SAP



Fuente: Sistema SAP

4.3. Mejora de la producción de energía

Tabla 28. Cálculo del factor de capacidad entre septiembre y octubre del 2022 – después de la implementación.

$$\text{Factor de capacidad(\%)} = \left[\frac{\text{Generación neta real}}{(\text{Horas del periodo} \times \text{capacidad máxima neta})} \right] \times 100\%$$

PERIODO	GENERACIÓN NETA (MWH)	HORAS DEL PERIODO	CAPACIDAD MAXIMA NETA (MWH)	FACTOR DE CAPACIDAD (%)
SEPTIEMBRE	15651.3	720	30	72.46
OCTUBRE	13815.4	744	30	61.90

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28, como mejora de la gestión de mantenimiento después de implementar el sistema SAP se calculó de acuerdo con las fórmulas el factor de capacidad, para el mes de septiembre se obtuvo 72.46% y octubre se obtuvo 61.90%, con ello podemos ver que el incremento de la producción de energía es positivo, siendo un CF muy bueno y aceptable debido a las mejoras en la gestión de mantenimiento y recurso eólico. Además, en relación con la generación neta se enfoca en la producción de energía neta generada durante el periodo de prueba, en las horas de periodo se considera las horas del mes, la capacidad máxima que es la capacidad de generación máxima o capacidad de planta, en este caso de estudio es netamente turbinas, en este caso son 17 turbinas para el estudio, siendo la capacidad 30 MW.

Del mismo modo, se presenta el cálculo del EAF y EFOR entre los meses de septiembre a octubre del 2022, después de la implementación del sistema SAP para la gestión de mantenimiento, considerando que son 17 turbinas en la planta de estudio, que son parte del estudio en relación con el mantenimiento preventivo y correctivo que se programa, para solucionar las respectivas fallas.

Tabla 29. Cálculo del EAF y EFOR entre septiembre y octubre del 2022 - después de la implementación

$$EAF = \left[\frac{\text{recuento total del período} - \sum \text{tiempo de inactividad} - (\sum \text{reducción interna} \times \left(\frac{\text{potencia de equipo} - \text{media de referencia de potencia}}{\text{potencia de equipo}} \right))}{\text{recuento total de período}} \right] \times 100$$

PERIODO	RECuento TOTAL DEL PERÍODO (HORAS)	Σ TIEMPO DE INACTIVIDAD NO PROGRAMADO (HORAS)	Σ REDUCCIÓN INTERNA (MW)	POTENCIA DE EQUIPO (MW)	MEDIA DE REFERENCIA DE POTENCIA (MW)	EAF (%)	EFOR (%)
SEPTIEMBRE	12240	103	0	30	21.7	99.16	0.84
OCTUBRE	12648	171	0	30	18.6	98.65	1.35

Leyenda: En el cálculo del recuento total del período se ha considerado (N.º días del mes x 24 horas x N.º máquinas (17 máquinas))

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 29, con respecto al factor de disponibilidad equivalente (EAF) el mes de septiembre con 99.16% y octubre 98.65%. En el segundo semestre del periodo 2022 se encontró que la media de disponibilidad mejoró a 98.905%, considerándose favorable, resultando las disponibilidades aceptables y buenas logrando los objetivos propuestos por la compañía, además de mejorar los problemas que se presentaban en las ejecuciones de mantenimiento programados, disponer un stock de repuestos, eliminando los tiempos por las fallas prolongadas y recurrentes por obstrucciones de filtros, reduciendo los desfasaje de los ángulos y eliminando las fugas en los tanques de purgas, que generaban retrasos en los mantenimientos anuales, reducción de las fallas que generaban tiempos mayores y prolongados en la reparación, reduciendo así a la tasa de interrupciones forzada equivalente (EFOR) con una media menor a un 1.095 %.

V. DISCUSIÓN

La energía eólica es una fuente renovable de energía que se obtiene del recurso natural el viento, mediante el proceso de la energía cinética se genera y es convertida en energía eléctrica, por medio del movimiento de las palas de un aerogenerador. La producción de energía se mide en función del factor de capacidad, considerando la generación neta, las horas del periodo y la capacidad total de planta (Párraga et al, 2019).

Con respecto, al primer objetivo específico, en realizar un diagnóstico sobre la producción de energía eléctrica, tomando muestra los datos de generación neta de energía donde podemos comprobar que en el primer semestre se obtuvo factores de planta de 21% debido a la baja producción de energía y el mes más alto es junio representado el 74% de factor de capacidad. Durante el periodo que se tomó como muestra antes de la implementación se obtuvo una media del 47 % de factor de planta, además con el uso de los instrumentos como la entrevista y el cuestionario, se encontró que existe una inadecuada gestión de mantenimiento, siendo una de las causas principales a dar solución según los encargados del área de mantenimiento entrevistados, y con el cuestionario se identificó que no existe un programa o software de gestión de mantenimiento y que utilizan herramientas básicas como Excel para la gestión, lo que ocasionaba inconvenientes como perdidas de datos o errores en los registros de la programación diaria, semanal y mensual, en los reportes o informes de seguimiento así como la data relacionada con la gestiona de mantenimiento, de acuerdo con Chou et al (2017) con el uso de los instrumentos identifico las causas que generaban mantenimientos no programados en el cambio de los engranajes o rodamientos de los aerogeneradores de la planta, además de realizar comparaciones históricos que presentaba la empresa, para la compra correcta de repuestos y disponer en el almacén. De la misma manera, Alvarado & Sabando (2021) con la aplicación de la gestión de mantenimiento en un periodo de 6 meses logro identificar las causas de las paradas no programadas de las máquinas por fallas, que generaban costos altos de mantenimiento, y encontró que no manejan una correcta organización, control, debido a la carencia de evaluaciones de los mantenimientos realizados a los equipos.

La gestión de mantenimiento es el proceso de gestionar correctamente los recursos como las máquinas, equipos e instrumentos de producción, con la finalidad de que estén operativos y alargar su vida útil (Gonzales et al, 2018). Logrando mejorar los procedimientos de los mantenimientos correctivo programado y predictivo, lo que genera una reducción de costos de mantenimiento que minimizan las inactividades de las máquinas, con el fin, de mejorar la capacidad de producción anual (García & Mayorkinos, 2020). Presenta el EAF (%) que significa el factor de disponibilidad equivalente que se encarga de medir la disponibilidad de la turbina para realizar su función de generación y EFOR (%) que significa la tasa de interrupción forzada equivalente se encarga de medir el tiempo de inactividad de las turbinas, generadas por las fallas no programadas (Rashuamán, 2019).

Por otro lado, Herrera et al (2020) sostiene que para gestionar el mantenimiento debe cumplirse con la planificación y control de los recursos que posee la empresa con la finalidad de evitar contingencias críticas de las máquinas y equipos. Además, la gestión de mantenimiento también utiliza ERP para planificar las operaciones de acuerdo las máquinas, con el fin de planificar, administrar y optimizar, mejorando el control de los equipos, para ello, uno de los ERP más utilizados es el sistema SAP, además se adapta al sector de la empresa que se requiere utilizar, logrando procesamiento de datos reales, siendo fundamental para la empresa.

Con respecto, al segundo objetivo en aplicar la gestión de mantenimiento implementando el sistema SAP como herramienta de gestión de mantenimiento, la investigación obtuvo que la media del EAF (Factor de disponibilidad equivalente) antes de la implementación se encontraba en 96.3 % y EFOR (Tasa de interrupciones forzada equivalente) con una media del 3.6 %, lo que generaba que la maquina no se encuentre en su mejor rendimiento, perdiendo su capacidad de generación de energía por baja disponibilidad, además para la implementación del SAP se realizaron las capacitaciones, evaluaciones y ejecución del sistema piloto de SAP PM, para obtener nuevos resultados en la gestión de mantenimiento, (Lozana et al 2021) logro automatizar la gestión de mantenimiento con equipos biomédicos por medio del mantenimiento preventivo

y correctivo, reduciendo los tiempos de procedimientos y agilizando los procesos de mantenimiento mejorando la calidad de servicio.

Respecto al tercer objetivo específico, mejorar la producción de la energía eléctrica, después de la implementación del sistema SAP piloto como herramienta en la gestión de mantenimiento se logró aumentar el factor de planta en septiembre de 72.46% y octubre 61.90% considerando una media de 67.18%, logrando una mejora de 20.18%, de la misma manera, el EAF (Factor de disponibilidad equivalente) en septiembre de 99.16% y octubre 98.65% considerando una media de 98.90 % logrando una mejora de disponibilidad de 2.53%.,y el EOFR (Tasa de interrupciones forzada equivalente) en septiembre de 0.84 % y octubre 1.35 % considerando una media de 1.10 %,logrando una reducción referente a la media de 2.53%, similar con (Espinosa, 2019) que logro reducir las fallas en 85% que generaban altos costos de mantenimiento, mejorando el ahorro de energía y reducción de los costos por mantenimiento inesperados, de acuerdo con (Pérez & Supo, 2020) logro reducir las fallas repentinas en 59% de 79% a 20%, mejorando la confiabilidad de 49% a 82% y la disponibilidad de 67% a 95%, del mismo modo con (Rashuamán, 2019), que mejora la disponibilidad en 2.5% en una empresa de bombas centrifugas aumentando la producción mensual de 9 a 22 toneladas.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye, con respecto al primer objetivo específico, en realizar un diagnóstico sobre la producción de energía eléctrica, primero se realizó una entrevista a los tres colaboradores en el área de mantenimiento, considerando que ambos que se debería reforzar la gestión de mantenimiento con software o aplicativo que nos ayude a gestionar los activos de planta, además del cuestionario con preguntas cerradas se obtuvo, que en función a la información que se registra en la base de datos existe pérdida de información o errores en los cuales existe una demora para darse cuenta de ello por la fácil manipulación de la información, con el uso del análisis documental, de la empresa de generación eólica, se obtuvo que entre los meses de enero a junio del 2022, el factor de capacidad es de 47% afectado por la producción de energía..

Asimismo, se concluye el segundo objetivo específico, que es aplicar la gestión de mantenimiento implementando el sistema SAP es muy favorable debido a que se obtuvo en la evaluación que el EAF (Factor de disponibilidad equivalente) estaba en 96% y EOFR (Tasa de interrupciones forzada equivalente) en 3%, con respecto, a la gestión, se procedió a realizar las mejoras, iniciando con la elaboración del cronograma de capacitación a los colaboradores en SAP, luego las evaluaciones, y se procedió a ejecutar el sistema piloto con la información interna de la empresa, por último, siendo la implementación del sistema SAP una herramienta muy útil para la gestión de activos logrando aumentar a disponibilidad de los equipos.

Se concluye, con respecto al tercer objetivo específico de mejorar la producción de la energía eléctrica, después de la implementación piloto del SAP en la gestión de mantenimiento la disponibilidad de planta mensual subió aumentando así la producción de energía y el factor de planta más de un 20%.

Con esto se concluye que con una buena gestión de mantenimiento de los activos de planta apoyado de una buena herramienta de gestión ya sea SAP o algún EPR parecido se puede lograr aumentar la disponibilidad de los equipos y reducir la tasa de fallas, esto puede ser aplicado en cualquier empresa de manera parcial o total.

VII. RECOMENDACIONES

En base a la implementación piloto efectuada se recomienda la implementación del sistema SAP PM en la compañía como herramienta de gestión de mantenimiento por la efectividad que tiene en la gestión de activos acompañado a las buenas prácticas de gestión de mantenimiento.

Para una futura implementación del sistema es recomendable solicitar el apoyo de una empresa externa dedicada a la implementación de este tipo de sistemas apoyado o liderado por los gestores de mantenimiento de tal manera que se familiaricen con la implementación y con la herramienta de gestión y así no se les haga tan difícil la adaptación futura ya que en referencia a la implementación piloto no se tiene referencias mayores ya que las plantillas estaban prediseñadas y no se requirió de un gran equipo para implementarlo.

Para la implantación es necesario identificar el procedimientos y procesos para el registro en la base de datos del ERP, para ello, se pueden apoyar de los diagramas de procesos o flujos, además de las capacitaciones básicas desde el ingreso al sistema hasta obtener el reporte de mantenimiento. Cabe señalar, que los beneficios de incluir al SAP dentro de la gestión de mantenimiento son: mejorar la planificación y el control del mantenimiento preventivo y correctivo programado, mejorar el nivel de servicio y atención oportuna de los mantenimientos correctivos con los avisos enviados.

Se recomienda hacer una evaluación de costos de implementación y tener un presupuesto adicional por si se vea la necesidad de integrar otros módulos necesarios como apoyo en el sistema de gestión de mantenimiento, esto debe estar a cargo del área de planeamiento.

REFERENCIAS

ALVARADO, Edison & SABANDO, Luis. Sistema de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad. Caso de estudio: planta de tratamiento de agua empresa dialilife. Revista Científica "INGENIAR [en línea]. Julio - Diciembre, 2021, v.4 n°8 [30 de abril del 2022]. Disponible en:

<http://www.journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/33/48>

ISSN: 2737-6249

CHOU, Rogelio et al. Energía eólica y aerogeneradores: estudio comparativo de diferentes variantes para el perfeccionamiento de las multiplicadoras. Revista Universidad y sociedad [en línea]. Octubre- Diciembre, 2017, v.9, n°.4 [30 de abril del 2022]. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221836202017000400016

ISSN: 2218-3620

ESPINOSA José et al. Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica [en línea]. Revista Caña de Azúcar, 2019, Abril-Junio, v.47, n°.1, p.22-32 [Fecha de búsqueda: 30 de abril del 2022]. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v47n1/2223-4861-caz-47-01-22.pdf>

ISSN: 2223-4861

GONZALES, Jesús et al. Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE. . Revista UBIOBIO [en línea]. 2018, v.1, n°.3 [30 de abril del 2022]. Disponible

en:<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923/3685>

ISSN: 0718-8307

HERRERA Gustavo y DUANY Luz. Gestión del mantenimiento y la industria [en línea]. Revista de Ingeniería Innovativa, 2017, v.4, n°.15 [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022]. Disponible en:

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_a_Innovativa/vol4num15/Revista_de_Ingenieria_Innovativa_V4_N15_2.pdf

ISSN: 2523-6873

LOZADA, Andrés, GARCÍA Brayan & DUQUE Oscar. Sistema Automatizado De Gestión De Mantenimiento De Equipos Biomédicos [en línea]. Revista Ingeniería E Innovación, 2021, v.1, nº.1 [Fecha de búsqueda: 30 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://doi.org/10.21897/23460466.2672>

ISSN: 2346-0474

MARTINHO Felipe. Energía eólica: estudios y reflexiones sobre la viabilidad del potencial de esta energía en Brasil. Multidisciplinario base Ciencia compartimiento, 2016, Vol. 10, págs. 25-38 [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022]. Disponible en:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-de-produccion/energia-eolica-estudios>

ISSN. 2448-0959

MENDOZA Indalecio. Valoración del viento como fuente de energía eólica en el estado de Guerrero [en línea]. Revista de Ingeniería Académica, 2018, Agosto-Septiembre, v.22, nº.3, pp.30-46 [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/467/46759491003/html/>

PÁRRAGA et al .Producción de energía eólica en Ecuador [en línea]. Revista Ciencia Digital, 2019, Julio, volumen 3, número 3, pp. 22-32 [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022]. Disponible en:

<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/610>

PÉREZ, Julio & SUPO, Dante. Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque. Revista Científica ingeniería [en línea]. 2018, v.5, nº.1 [30 de abril del 2022]. Disponible en:<http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/987/847>

RASHUAMÁN Ricardo. Modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta [en línea]. Repositorio de la

Universidad Nacional del Callao, 2019 [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022].
Disponible en:

<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4405>

SYAIFUL B & GUNAWAN W . Assessing Leading ERP-SAP Implementation in Leading Firms in Indonesia [en línea]. Revista Journal of Physics: Conference Series, 2017, Diciembre, volumen 801, número 1, [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022]. Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/801/1/012032>

ISSN 1213-8796

TRONCOSO, Claudia & AMAYA, Antonio. Entrevista: guía práctica para la recolección de información. Revista científica [en línea]. Setiembre - Octubre, 2017, v.65 n°2 [30 de mayo del 2022]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v65n2/0120-0011-rfmun-65-02-329.pdf>

URIBE, Sophia. Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. Revista ULima [en línea]. Julio, 2020, v.1, n°38 [30 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n038.4812>

ISSN: 2523-6326

VICENTE Álvaro, TABOADA Jose y XI Yu. Reliability and Maintenance Management Analysis on OffShore Wind Turbines (OWTs) [en línea]. Revista ENERGIES, 2018, v.14, n°22 [Fecha de búsqueda: 28 de abril del 2022].
Disponible en:

<https://doi.org/10.3390/en14227662>

ISSN: 1996-1073

ANEXOS

Anexo. Tabla de operacionalización de variables

Tabla 30. Matriz de operacionalización de la variable gestión de mantenimiento

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTION DE MANTENIMIENTO	La gestión de mantenimiento agrupa todas las actividades a planificar y controlar con la finalidad de reducir costos de mantenimiento o reparación por el mal manejo de las máquinas o equipos, además que el conocimiento del personal debe incluirse en la gestión (Zambrano et al, 2016).	Se encarga de planificar y controlar las actividades con la finalidad de reducir las fallas repentinas que generan costos por paradas no programadas	EAF (%) (Factor de disponibilidad equivalente)	$EAF = \left[\frac{\text{recuento total del periodo} - \sum \text{tiempo de inactividad} - (\sum \text{reducción interna} \times \left(\frac{\text{potencia de equipo} - \text{media de referencia de potencia}}{\text{potencia de equipo}} \right))}{\text{recuento total de periodo}} \right] \times 100$	RAZÓN
			EFOR (%) (Tasa de interrupciones forzada equivalente)	$EFOR = \left[\frac{\sum \text{tiempo de inactividad por no programado} + (\sum \text{reducción interna} \times \left(\frac{\text{potencia de equipo} - \text{media de referencia de potencia}}{\text{potencia de equipo}} \right))}{\text{recuento de periodo} \times 100} \right] \times 100$	

Tabla 31. Matriz de operacionalización de la variable producción en una empresa de generación de energía eólica

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA</p>	<p>La producción de energía eólica se da inicio con el uso del aerogenerador, la energía cinética obtenida del viento se convierte en un trabajo mecánico, el cual es aprovechado por el aerogenerador y convertido en energía eléctrica. Los parámetros a considerar la variable de entrada con la velocidad del viento en m/s dando como resultado la potencia eléctrica de salida en Watts (Párraga et al, 2019).</p>	<p>La producción de energía eólica se genera por la energía cinética del viento convirtiéndose en energía eléctrica y pueda ser utilizado por el consumidor.</p>	<p>FACTOR DE CAPACIDAD (%)</p>	$\text{Factor de capacidad}(\%) = \left[\frac{\text{Generacion neta real}}{(\text{Horas del periodo} \times \text{capacidad maxima neta})} \right] \times 100\%$	<p>RAZÓN</p>

Anexo. Tabla de producción de energía eléctrica de una central de generación eólica de Latinoamérica de 17 aerogeneradores.

Tabla 32. *Generación de energía eléctrica anual lograda en los periodos de 2020-2021 unidad de medida MW-H (Megavatio-hora) fuente publica COES y Osinergmin*

Producción de energía eléctrica inyectada al SEIN		
	2020	2021
	Central de generación eólica	Central de generación eólica
MW-h	506100.740	450570.470

Nota. Datos obtenidos de web COES del periodo 2022 a 2021

Anexo. Tabla de resultado de la entrevista de la empresa de generación energía eólica

Tabla 33. Resultado de la entrevista a la empresa

RESULTADO DE LA ENTREVISTA DE LA EMPRESA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA			
PREGUNTAS	ENTREVISTADOS		
	TRABAJADOR 1	TRABAJADOR 2	
PREGUNTA 1	¿Cuánto tiempo lleva laborando?	6 años	4 años
	¿Cuáles cree que son las fortalezas y debilidades de su área de trabajo?	Fortalezas: responsable y puntual Debilidades: Impaciencia poca comunicación	Fortalezas: Honrado y experiencia en el rubro Debilidades: lentitud en el uso del sistema
PREGUNTA 2	¿Usted cuál considera que son los factores que influyen en el correcto mantenimiento de las turbinas?	La pérdida de información	Información desactualizada
	Especifique	Por ser de fácil acceso la información la hace manipulable y se pueden modificar los datos o perder	No se tiene actualizada la información muchas veces y esto perjudica al momento de hacer los reportes
PREGUNTA 3	¿Usted considera que el proceso de mantenimiento actual es el adecuado?	No	No
	¿Cuál es el proceso que se realiza para el mantenimiento correctivo y preventivo?	Revisar la programación enviada en Excel y esperar la ejecución del servicio con la orden	De acuerdo con la programación se realizan los mantenimientos de las turbinas
	¿Cree usted que se necesita una herramienta de gestión de mantenimiento como un software?	Si	Si
	¿Cuál recomendaría?	Existen varios ERP, pero el sistema SAP es el más completo	El sistema SAP, se adapta a lo que necesitamos para la gestión de mantenimiento
PREGUNTA 4	¿Usted considera que las capacitaciones que se les brinda a los colaboradores son las adecuadas?	No	No
	¿Por qué?	No se realizan constantemente, quizá el tema de la pandemia nos perjudico a todos	Se debería tener una constancia de las capacitaciones
	¿En qué temas se brindan las capacitaciones?	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad, salud y medio ambiente
PREGUNTA 5	¿El área cuenta con un plan de gestión de mantenimiento?	Sí, pero básico, nos encontramos en procesos de mejora	Sí, pero falta mejorar o tener la gestión directa del mantenimiento de turbinas
	¿En qué ha sido favorable?	Permite tener un registro, pero no es muy confiable ya que los datos pueden ser manipulados con facilidad	El plan de mantenimiento esta más enfocado a los equipos auxiliares de transmisión de energía
PREGUNTA 6	¿Usted da a conocer el factor de capacidad de planta qué relación tiene con la producción de energía?	Si	Si
	¿Está conforme con el tipo de incentivos se le brinda al trabajador por cumplimiento de objetivos?	Si	Si
PREGUNTA 7	¿Usted cree que los tiempos de atención para el mantenimiento correctivo y preventivo son adecuados?	no	Si
	¿Cuál cree usted que sea la causa?	Al tener tercerizado el proceso y no tener un software de gestión que nos pueda ayudar con el proceso y gestión de activos y repuestos para mantenimiento de turbinas	En algunos casos y en otro se siente el retraso por falta de personal o falta de repuestos
PREGUNTA 8	¿Los colaboradores de mantenimiento tienen asignados responsabilidades de trabajo?	Si	Si
	¿Tienen conocimientos técnicos para realizarlos?	Si	Si
PREGUNTA 9	¿Cuál es el proceso de entrenamiento actual?	Los ejecutores del mantenimiento tienen entrenamientos por áreas o sectores	En el ámbito de las turbinas nos falta entrenamiento, tenemos el de experiencia propia y muy básico.

	¿Se les ha informado sobre tu empresa, la competencia, la industria y los servicios?	Si	Si
PREGUNTA 10	¿Cómo es el proceso de sistema de programación de mantenimiento?	Los mantenimientos programados son enviados de forma semanal para aprobación en Excel	Son enviados en Excel y algunas veces no se cumplen como está planeado
	¿Quién es responsable de determinarlas?	Los responsables de planta	Los jefes de planta
	¿Cuál es el proceso de seguimiento después de que se realiza el mantenimiento a las turbinas?	El seguimiento se hace por correo electrónico si se volviese a presentar la falla.	Seguimiento es por correo electrónico si hubiese algo

Anexo. Formato de guía de entrevista

FORMATO DE GUÍA DE ENTREVISTA

Estimado(a), se agradece su apertura a la participación de esta entrevista, el cual tiene un objetivo netamente académico. Esta entrevista es anónima, se agradece por su transparente participación

Instrucciones: La entrevista consta de 10 preguntas. Por favor, responda cada una de ellas según su experiencia:

Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo lleva laborando? ¿Cuáles cree que son las fortalezas y debilidades de su área de trabajo?

Pregunta 2: ¿Usted cuál considera que son los factores que influyen en el correcto mantenimiento de las turbinas? Especifique.

Pregunta 3: ¿Usted considera que el proceso de mantenimiento actual es el adecuado? ¿Cuál es el proceso que se realiza para el mantenimiento correctivo y preventivo? ¿Cree usted que se necesita una herramienta de gestión de mantenimiento como un software? ¿Cuál recomendaría?

Pregunta 4: ¿Usted considera que las capacitaciones que se les brinda a los colaboradores son las adecuadas? ¿Por qué? ¿En qué temas se brindan las capacitaciones?

Pregunta 5: ¿El área cuenta con un plan de gestión de mantenimiento? ¿En qué ha sido favorable?

Pregunta 6: ¿Usted da a conocer el factor de capacidad de planta qué relación tiene con la producción de energía? ¿Está conforme con el tipo de incentivos se le brinda al trabajador por cumplimiento de objetivos?

Pregunta 7: ¿Usted cree que los tiempos de atención para el mantenimiento correctivo y preventivo son adecuados? ¿Cuál cree usted que sea la causa?

Pregunta 8: ¿Los colaboradores de mantenimiento tienen asignados responsabilidades de trabajo? ¿Tienen conocimientos técnicos para realizarlos?

Pregunta 9: ¿Cuál es el proceso de entrenamiento actual? ¿Se les ha informado sobre tu empresa, la competencia, la industria y los servicios?

Pregunta 10: ¿Cómo es el proceso de sistema de programación de mantenimiento? ¿Quién es responsable de determinarlas? ¿Cuál es el proceso de seguimiento después de que se realiza el mantenimiento a las turbinas?

Anexo. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de registro para la variable independiente

Ficha para ser llenada por investigador.

Elemento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Indicador 2: EAF	1	1	1	1
Indicador 3: EFOR	1	1	1	1

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO
Objetivo del instrumento	Recolectar la información que permita sintetizar, captar las ideas y los propósitos más importantes para la investigación a realizar.
Nombres y apellidos del experto	Gerardo Sosa Panta
Documento de identidad	03591940
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	969666758
Firma	 
Fecha	10 / 11 / 2022

Ficha de registro para la variable dependiente

Ficha para ser llenada por investigador.

Elemento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Indicador 1: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	1	1	1	1
Indicador 2: Factor de Capacidad (CF)	1	1	1	1

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO
Objetivo del instrumento	Recolectar la información que permita sintetizar, captar las ideas y los propósitos más importantes para la investigación a realizar.
Nombres y apellidos del experto	Gerardo Sosa Panta
Documento de identidad	03591940
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	969666758
Firma	 
Fecha	10 /11 / 2022

Guía de entrevista para la variable independiente

Estimado(a), se agradece su apertura a la participación de esta entrevista, el cual tiene un objetivo netamente académico. Esta entrevista es anónima, se agradece por su transparente participación.

Instrucciones: La entrevista consta de 10 preguntas. Por favor, responda cada una de ellas según su experiencia:

Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo lleva laborando? ¿Cuáles cree que son las fortalezas y debilidades de su área de trabajo?

Pregunta 2: ¿Usted cuál considera que son los factores que influyen en el correcto mantenimiento de las turbinas? Especifique.

Pregunta 3: ¿Usted considera que el proceso de mantenimiento actual es el adecuado? ¿Cuál es el proceso que se realiza para el mantenimiento correctivo y preventivo? ¿Cree usted que se necesita una herramienta de gestión de mantenimiento como un software? ¿Cuál recomendaría?

Pregunta 4: ¿Usted considera que las capacitaciones que se les brinda a los colaboradores son las adecuadas? ¿Por qué? ¿En qué temas se brindan las capacitaciones?

Pregunta 5: ¿El área cuenta con un plan de gestión de mantenimiento? ¿En qué ha sido favorable? Especifique

Pregunta 6: ¿Usted da a conocer el factor de capacidad de planta qué relación tiene con la producción de energía? ¿Está conforme con el tipo de incentivos se le brinda al trabajador por cumplimiento de objetivos?

Pregunta 7: ¿Usted cree que los tiempos de atención para el mantenimiento correctivo y preventivo son adecuados? ¿Cuál cree usted que sea la causa?


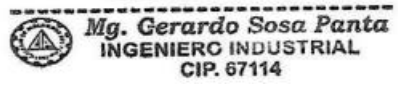
Pregunta 8: ¿Los colaboradores de mantenimiento tienen asignados responsabilidades de trabajo? ¿Tienen conocimientos técnicos para realizarlos?

Pregunta 9: ¿Cuál es el proceso de entrenamiento actual? ¿Se les ha informado sobre tu empresa, la competencia, la industria y los servicios?

Pregunta 10: ¿Cómo es el proceso de sistema de programación de mantenimiento? ¿Quién es responsable de determinarlas? ¿Cuál es el proceso de seguimiento después de que se realiza el mantenimiento a las turbinas?

¡Muchas gracias por su participación!

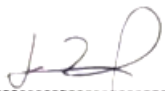
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	GUÍA DE ENTREVISTA
Objetivo del instrumento	Sirve como un contexto para el análisis de situaciones hipotéticas y actuales y tiene un doble propósito: evaluativo y de intervención para la investigación.
Nombres y apellidos del experto	Gerardo Sosa Panta
Documento de identidad	03591940
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	969666758
Firma	 
Fecha	10 /11 / 2022

Ficha de registro para la variable independiente

Elemento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Indicador 2: EAF	1	1	1	1
Indicador 3: EFOR	1	1	1	1

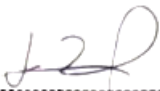
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO
Objetivo del instrumento	Recolectar la información que permita sintetizar, captar las ideas y los propósitos más importantes para la investigación a realizar.
Nombres y apellidos del experto	Néstor Javier Zapata Palacios
Documento de identidad	02667267
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV – filial Piura
Cargo	Docente
Número telefónico	969364599
Firma	 Dr. Néstor Javier Zapata Palacios INGENIERO INDUSTRIAL CIP: 38828 2da. ESPECIALIDAD EN AGROINDUSTRIAS Msc INGENIERÍA AMBIENTAL
Fecha	15 /11/ 2022

Ficha de registro para la variable dependiente

Elemento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Indicador 1: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	1	1	1	1
Indicador 2: FACTOR DE CAPACIDAD DE PLANTA	1	1	1	1

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO
Objetivo del instrumento	Recolectar la información que permita sintetizar, captar las ideas y los propósitos más importantes para la investigación a realizar.
Nombres y apellidos del experto	Néstor Javier Zapata Palacios
Documento de identidad	02667267
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV – filial Piura
Cargo	Docente
Número telefónico	969364599
Firma	 Dr. Néstor Javier Zapata Palacios INGENIERO INDUSTRIAL CIP: 35038 2da. ESPECIALIDAD EN AGRINDUSTRIAS Msc INGENIERÍA AMBIENTAL
Fecha	15 /11 / 2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	GUÍA DE ENTREVISTA
Objetivo del instrumento	Sirve como un contexto para el análisis de situaciones hipotéticas y actuales y tiene un doble propósito: evaluativo y de intervención para la investigación.
Nombres y apellidos del experto	Néstor Javier Zapata Palacios
Documento de identidad	02667267
Años de experiencia en el área	25
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV – filial Piura
Cargo	Docente
Número telefónico	969364599
Firma	 Dr. Néstor Javier Zapata Palacios INGENIERO INDUSTRIAL CIP: 35038 2da. ESPECIALIDAD EN AGROINDUSTRIAS Msc INGENIERÍA AMBIENTAL
Fecha	15 /11 / 2022

Ficha de registro para la variable independiente

Ficha para ser llenada por investigador.

Elemento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Indicador 1: EAF	1	1	1	1
Indicador 2: EFOR	1	1	1	1

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO
Objetivo del instrumento	Recolectar la información que permita sintetizar, captar las ideas y los propósitos más importantes para la investigación a realizar.
Nombres y apellidos del experto	Severin Augusto Fahsbender Cespedes
Documento de identidad	02644838
Años de experiencia en el área	35
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	968893401
Firma	 
Fecha	15/11/2022

Ficha de registro para la variable independiente

Ficha para ser llenada por investigador.

Elemento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Indicador 1: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	1	1	1	1
Indicador 2: FACTOR DE CAPACIDAD (CF)	1	1	1	1

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO
Objetivo del instrumento	Recolectar la información que permita sintetizar, captar las ideas y los propósitos más importantes para la investigación a realizar.
Nombres y apellidos del experto	Severin Augusto Fahsbender Cespedes
Documento de identidad	02644838
Años de experiencia en el área	35
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	968893401
Firma	 
Fecha	15/11/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	GUÍA DE ENTREVISTA
Objetivo del instrumento	Sirve como un contexto para el análisis de situaciones hipotéticas y actuales y tiene un doble propósito: evaluativo y de intervención para la investigación.
Nombres y apellidos del experto	Severin Augusto Fahsbender Cespedes
Documento de identidad	02644838
Años de experiencia en el área	35
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	968893401
Firma	 
Fecha	15/11/2022

Tabla 6. LISTADO DE EXPERTOS

EXPERTOS	Pertinente		Relevancia		Claridad		Aplicable	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1. Mg. Gerardo Sosa Panta	X		X		X		X	
2. Dr. Néstor Javier Zapata Palacios	X		X		X		X	
3. Mg. Severin Augusto Fahsbender Cespedes	X		X		X		X	
RESULTADO	SI		SI		SI		SI	

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Pablo Manuel Garcia Benito, identificado con DNI o Cedula de identidad N° 16.571.519, en mi calidad de Chief Operations Officer, del área Operación y Mantenimiento, de la empresa Energía Eólica S.A., Con RUC: 20517049086, ubicada en Carretera Panamericana Norte KM. 1075 La Campana, Talara – Piura.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor, Jorge Ordinola Abad identificado con DNI N°43136479 de la carrera profesional de Ingeniería Industrial para que utilice la siguiente información de la empresa:

(SI) A usar la disponibilidad de las plantas, ya que el proyecto está enfocado en mejorar la disponibilidad de planta aplicando la mejora en la gestión de mantenimiento y aumentar la disponibilidad.

(SI) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

(SI) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa.

(NO) Mencionar el nombre de la empresa.



Firma y sello del Representante Legal o Gerente
general

DNI: 16571519

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

DNI: 43136479



Firma del Estudiante

DNI: 41198452



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PURIHUAMAN LEONARDO CELSO NAZARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Gestión de mantenimiento aplicando el Sistema SAP para mejorar la producción de energía eléctrica en una empresa de generación eólica.", cuyos autores son ORDINOLA ABAD JORGE LUIS, GUERRERO FALCON JULIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 30 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PURIHUAMAN LEONARDO CELSO NAZARIO DNI: 16706577 ORCID: 0000-0003-1270-0402	Firmado electrónicamente por: PLEONARDOCN el 16-12-2022 10:39:25

Código documento Trilce: TRI - 0463967