

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN  
DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR  
LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS  
BARRENADORAS DE COLUMNA EN LA  
EMPRESA REBAZA S.A.C.**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título  
profesional de:**

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Briseth Melissa Diaz Paredes

Luis Esteban Palma Portal

**Asesor:**

**Mg. Cesar Enrique Delzo Esteban**

<https://orcid.org/0000-0003-4053-5993>

**Trujillo - Perú**

2025

## Informe de Similitud






Página 2 of 181 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3284714536

### 6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión



##### Texto oculto

2749 caracteres sospechosos en N.º de páginas

El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Tabla de contenidos

Índice de tablas .....	6
Índice de Figuras.....	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	23
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	112
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
REFERENCIAS .....	128
ANEXOS.....	131

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Descripción de la organización de la empresa Rebaza SAC. ....	13
<b>Tabla 2</b>	Personas involucradas en el proyecto. ....	47
<b>Tabla 3</b>	Diagnóstico inicial del TMEF. ....	55
<b>Tabla 4</b>	Diagnóstico inicial TMPR ....	57
<b>Tabla 5</b>	Diagnóstico inicial de la disponibilidad.....	59
<b>Tabla 6</b>	Cuestionario para identificar causas raíz. ....	62
<b>Tabla 7</b>	Matriz de ponderación. ....	64
<b>Tabla 8</b>	Descripción de alternativas de evaluación.....	68
<b>Tabla 9</b>	Puntuación para evaluar criterios.....	69
<b>Tabla 10</b>	Puntuación de cada criterio.....	69
<b>Tabla 11</b>	Peso de cada criterio.....	70
<b>Tabla 12</b>	Promedio de evaluación de cada herramienta evaluado por los criterios. ....	71
<b>Tabla 13</b>	Resultado de las alternativas de solución.....	72
<b>Tabla 14</b>	Justificación de aplicación de 5 pilares del TPM.....	74
<b>Tabla 15</b>	Cronograma de implementación.....	75
<b>Tabla 16</b>	Máquina de estudio. ....	78
<b>Tabla 17</b>	Equipo de mantenimiento de la empresa Rebaza SAC.....	79
<b>Tabla 18</b>	Objetivos en mejoras enfocadas.....	80
<b>Tabla 19</b>	Identificación de fallas.....	80
<b>Tabla 20</b>	Temas para capacitación en mantenimiento.....	82
<b>Tabla 21</b>	Diagrama de Gantt para capacitación en mantenimiento. ....	82
<b>Tabla 22</b>	Actividades para mantenimiento autónomo.....	83

<b>Tabla 23</b>	Materiales para mantenimiento autónomo.....	84
<b>Tabla 24</b>	Actividades para mantenimiento preventivo.....	86
<b>Tabla 25</b>	Diagrama de Gantt para mantenimiento preventivo. ....	89
<b>Tabla 26</b>	Identificación que defectos o fallas que afectan la calidad del servicio. ....	91
<b>Tabla 27</b>	Formato de AMEF.....	92
<b>Tabla 28</b>	Niveles del NRP. ....	93
<b>Tabla 29</b>	Criterios de calidad. ....	94
<b>Tabla 31</b>	Plan de capacitaciones para causas raíz. ....	95
<b>Tabla 32</b>	Diagrama de Gantt para capacitación en prevención del mantenimiento.....	96
<b>Tabla 33</b>	Registro de mantenimiento correctivo. ....	96
<b>Tabla 34</b>	Mejora del tiempo medio entre fallas promedio. ....	99
<b>Tabla 35</b>	Mejora del tiempo medio entre reparación promedio.....	101
<b>Tabla 36</b>	Mejora de la disponibilidad promedio. ....	103
<b>Tabla 37</b>	Resumen total de inversión.....	106
<b>Tabla 38</b>	Resumen de costos asociados a la implementación.....	108
<b>Tabla 39</b>	Registro de beneficios obtenidos por la implementación del TPM. ....	109
<b>Tabla 40</b>	Flujo de caja económico. ....	110
<b>Tabla 41</b>	Indicadores económicos.....	111
<b>Tabla 42</b>	Análisis del indicador tiempo medio entre fallas.....	112
<b>Tabla 43</b>	Análisis del indicador tiempo medio para reparar.....	113
<b>Tabla 44</b>	Análisis del indicador disponibilidad.....	114

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Ubicación de la empresa de estudio.</i>	11
<b>Figura 2</b>	<i>Maquinaria mayor demandada - barrenadora de columna.</i>	12
<b>Figura 3</b>	<i>Organigrama de la empresa Rebaza SAC.</i>	14
<b>Figura 4</b>	<i>Pilares del mantenimiento. Nota. Elaboración propia.</i>	32
<b>Figura 5</b>	<i>Símbolos estándar empleados en los diagramas de flujo.</i>	37
<b>Figura 6</b>	<i>Diagrama de causa y efecto.</i>	38
<b>Figura 7</b>	<i>Diagrama de Pareto.</i>	39
<b>Figura 8</b>	<i>Simbología para DAP.</i>	40
<b>Figura 9</b>	<i>Ejemplo de diagrama de análisis del proceso.</i>	40
<b>Figura 10</b>	<i>Proceso de operaciones en la empresa Rebaza SAC.</i>	53
<b>Figura 11</b>	<i>Diagnóstico inicial del TMEF</i>	56
<b>Figura 12</b>	<i>Diagnóstico inicial TMPR</i>	58
<b>Figura 13</b>	<i>Diagnóstico inicial de la disponibilidad.</i>	60
<b>Figura 14</b>	<i>Diagrama de Ishikawa. Elaboración propia.</i>	61
<b>Figura 15</b>	<i>Diagrama de Pareto</i>	65
<b>Figura 16</b>	<i>Peso de cada criterio</i>	70
<b>Figura 17</b>	<i>Organigrama de mantenimiento.</i>	79
<b>Figura 18</b>	<i>Foto del operario realizando mantenimiento</i>	81
<b>Figura 19</b>	<i>Fotodel jefe de área recibiendo el instructivo de limpieza y lubricación</i>	85
<b>Figura 20</b>	<i>Mejora del tiempo medio entre fallas promedio.</i>	100
<b>Figura 21</b>	<i>Mejora del tiempo medio entre reparación promedio.</i>	102
<b>Figura 22</b>	<i>Mejora de la disponibilidad promedio.</i>	104
<b>Figura 23</b>	<i>Inversión total.</i>	107
<b>Figura 24</b>	<i>Mejora del tiempo medio entre fallas</i>	112
<b>Figura 25</b>	<i>Mejora del tiempo medio para reparar.</i>	113
<b>Figura 26</b>	<i>Mejora de la disponibilidad.</i>	114

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La experiencia profesional se desarrolló en la empresa Rebaza S.A.C., ubicada en Trujillo, donde se afrontó el desafío de incrementar la disponibilidad de las máquinas barrenadoras de columna, que presentaban altos índices de inactividad. Para abordar este problema, se diseñó e implementó un plan de mantenimiento integral basado en el TPM, utilizando herramientas como el plan de capacitaciones, el análisis de modos y efectos de falla (FMEA), la elaboración de manuales, fichas técnicas, entre otros. A través de esta estrategia, se lograron resultados significativos, incluyendo un aumento del 23% en la disponibilidad operativa de las máquinas, el cumplimiento al 100% en las capacitaciones programadas y una reducción considerable en los tiempos de inactividad. Las conclusiones destacaron la importancia de la capacitación continua del personal y la implementación de un sistema de monitoreo para evaluar la efectividad de las acciones de mantenimiento. Durante el proceso, se aplicaron competencias profesionales en gestión de proyectos, resolución de problemas y análisis de datos, lo que permitió no solo identificar y abordar las causas raíz del problema, sino también fomentar una cultura de mejora continua en la empresa, asegurando así su sostenibilidad y competitividad en el mercado.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

## REFERENCIAS

- Aldea, A. (2021). *Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua*. *Industrial Data*, 24(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/816/81668400001/81668400001.pdf>
- Arango, D., & Utrilla, O. (2025). *Propuesta de mejora para aumentar la disponibilidad mecánica de las excavadoras y tractores sobre orugas, utilizando la metodología TPM y RCM en una empresa del sector construcción*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/676410/Arango\\_CD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/676410/Arango_CD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arce, W., & Castro, V. (2022). *Propuesta para mejorar el plan de mantenimiento en equipos Scooptram de minera Carola*. Copiapó: Universidad de Atacama. Obtenido de <https://n9.cl/cu1zu>
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, I., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, A., . . . Obregón, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria. Retrieved from <https://libgen.is/book/index.php?md5=2557036038C8061E6530A03101EDF814>
- Baldeon, A., De la Cruz, N., Velasquez, J., & Vilchez, H. (2024). *Análisis del Mantenimiento Preventivo en los Camiones Mineros 980 E-5 y su Relación con la Disponibilidad Mecánica*. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 17(19). Obtenido de [https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/full-papers/Contribution\\_1258\\_final\\_a.pdf](https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/full-papers/Contribution_1258_final_a.pdf)
- Berganzo, J. (9 de Marzo de 2016). *Definición del OEE*. Obtenido de *Sistemas OEE*: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>
- Canahua, N. (2021). *Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica*. *Revista Industrial Data*, 24(1), 49-76. doi:<https://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Castillo, A., Fernández, L., & Ángeles, L. (2018). *Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas*. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2, pp 29-35. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/republicosperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Industrial/vol2num4/Revista\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_Industrial\\_V2\\_N4\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/republicosperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num4/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N4_4.pdf)
- Castillo, L. (2024). *Mejora del proceso de mantenimiento de las excavadoras aplicando el método TPM para incrementar su confiabilidad en una empresa contratista del Perú*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/492f8c87-9ea7-4d40-8235-0875ba5e5a01/content>
- Castillo, L. (2024). *mplementación de la metodología TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos de la Minera Quellaveco, Moquegua, 2024*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/13073/Castillo%20Sanchez%20Jose%20Miguel.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Chavez, D., & La Torre, M. (2023). *Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar el proceso de mantenimiento de máquinas en una empresa del rubro de la construcción*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/59e6627e-90e3-4e4e-a753-2e830c3bf4e/content>
- Chura Anticona, W. E. (2019). *Propuesta de un plan de control de utilización para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto*. Arequipa: Universidad Continental. Obtenido de <https://n9.cl/c7fek>
- Cordero, S., & Gamarra, J. (2020). *Propuesta de mejora de la productividad en el área de maquinado de una empresa del sector industrial metalmecánico utilizando la metodología Estudio del Trabajo*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3346/Sandra%20Cordero\\_Jennifer%20Gamarra\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3346/Sandra%20Cordero_Jennifer%20Gamarra_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas barrenadoras de columnas en la empresa Rebaza S.A.C., Trujillo – 2025

- Cutifani, M. (06 de junio de 2022). *El 45% de economía mundial está impulsada por el sector minero. Minería sostenible de Galicia*.
- Egas, J., & Minango, W. (2021). *Optimización de los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmeccánica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta*. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21488/1/UPS-GT003546.pdf>
- Eneque, K., & Tello, J. a. (2020). *Análisis de los procesos desde un enfoque de gestión por procesos en la empresa "Comercio Industria y Servicios GMV E.I.R.L."*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6908/Eneque%20Flores%2C%20Kenly%20%26%20Tello%20Barahona%2C%20Jes%C3%BA%20.pdf?sequence=1>
- Escalante, A. (2016). *Ingeniería Industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Madrid, España: AlfaOmega. Obtenido de <https://libgen.is/book/index.php?md5=BC2842E97F7E32F65A5F8694BBB003EE>
- Estupiñan, E., & Cordero, O. (2019). *Uso de la metodología FMECA -RCM, para la optimizaciónDe la estrategia de mantenimiento en una planta de tostación de cobre*. Bistua: RevistadelaFacultaddeCienciasBásicas, 196-204. Obtenido de <https://n9.cl/q9k9y>
- Flores, D., & Tacuri, L. (2022). *Implementación de la metodología TPM para la gestión del mantenimiento en los equipos de la planta de compostaje en la Emac-Ep*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23180/1/UPS-CT010037.pdf>
- Habidin, N., Hashim, S., Fuzi, N., & Salleh, M. (2018). *Total productive maintenance, kaizen event, and performance*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(9), 1853-1867. doi:<https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2017-0234>
- Jilari, L. (2021). *Propuesta de mejora del proceso productivo de una planta de galvanizado aplicando herramientas de mejora continua*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú . Obtenido de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/19613/JILARI\\_SOLANO\\_LIZETH\\_PR\\_OPUESTA\\_MEJORA\\_PROCESO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/19613/JILARI_SOLANO_LIZETH_PR_OPUESTA_MEJORA_PROCESO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lartey, S. (2024). *Advancements in Technology for Construction Machinery and Safety Regulations*. *Universidad de Teesside*, 1(1). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/383704155\\_Advancements\\_in\\_Technology\\_for\\_Construction\\_Machinery\\_and\\_Safety\\_Regulations](https://www.researchgate.net/publication/383704155_Advancements_in_Technology_for_Construction_Machinery_and_Safety_Regulations)
- León, E. (2022). *Gestión de mantenimiento para maquinaria de construcción*. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1(1). Obtenido de <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/4ece03bb-93a5-40c4-bfc6-451ea011f8ab/content>
- López, A., & Rojas, C. (2022). *Optimización del transporte de mineral empleando indicadores de desempeño en la empresa especializada Martínez contratistas e ingeniería S.A. compañía minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://n9.cl/0env7>
- Ministerio de trabajo y promoción del empleo. (2023). *Demanda de ocupaciones en Perú*. Ministerio de trabajo y promoción del empleo, 1(1). Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4921908/Informe%20EDO%20al%202023%20\\_%20Peru.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4921908/Informe%20EDO%20al%202023%20_%20Peru.pdf)
- Morales, M., Delgado, F., & Imamura, J. (2020). *La capacitación en seguridad y salud del trabajo*. *Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique J. Varona"*, Cuba, 18(3), 1-7. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/353130694\\_La\\_capacitacion\\_en\\_seguridad\\_y\\_salud\\_del\\_trabajo](https://www.researchgate.net/publication/353130694_La_capacitacion_en_seguridad_y_salud_del_trabajo)
- Moreira, O. (2022). *Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22961/1/UPS-GT003900.pdf>

Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas barrenadoras de columnas en la empresa Rebaza S.A.C., Trujillo – 2025

- Namay, D., & Ramos, E. (2019). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento de los camiones mineros CAT 793 para incrementar la productividad de acarreo de una empresa minera cajamarquina*. Cajamarca: Universidad del Norte. Obtenido de <https://n9.cl/429hbn>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de <https://libgen.is/book/index.php?md5=53AFE9593F67F1419BF9F033F924D7C7>
- Olivera, G., & Vásquez, L. (2020). *Análisis de la situación actual de la fabricación de pallets en la empresa maderera nuevo Perú S.A.C. desde el enfoque de la ingeniería de métodos*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7025/Olivera%20Gil%20Roiber%20%26%20V%20C3%A1squez%20Maldonado%20Leliz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Palomino, A., & Tokumori, M. (2020). *Propuesta para mejorar la disponibilidad de equipos en el sector construcción para una empresa de alquiler de máquinas pesadas*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653444/Palomino\\_VA.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653444/Palomino_VA.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Rashmi, T., & Deepak, P. (2021). *Total productive maintenance*. India : The Textile Institute Book Series, 355-379. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819426-3.00005-9>
- Rihi. (2022). *Predictive maintenance in mining industry: grinding mill case study*. *Procedia Computer Science* 207, 2483-2492. doi:[10.1016/j.procs.2022.09.306](https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.306)
- Rivera. (2021). *Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para mejorar la Productividad en el Área de Operaciones de Flota de la Empresa Transportes Romeliza S.A.C., Arequipa 2021*. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73398/Rivera\\_AJT-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73398/Rivera_AJT-SD.pdf?sequence=1)
- Rivero, F. (2022). *Proceso de mantenimiento de camiones pesados de acarreo de mineral, para mejorar la disponibilidad en la SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE*. Lima: Universidad Alas Peruanas. Obtenido de <https://n9.cl/kw80e>
- Riveros, G. (2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo a cintas transportadoras para optimizar las fallas y su disponibilidad en el proceso minero en mina Chépica*. Curicó: Universidad de Talca. Obtenido de <https://n9.cl/0f3i0>
- Semykina, A., Zagorodnii, N., & Novikov, A. (2022). *Study of the effectiveness of the organization of the system of maintenance and repair of quarry transport of mining and processing plants*. *Transportation Research Procedia*, 63, 938-989. doi:[10.1016/j.trpro.2022.06.097](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.097)
- Sharma, K. (2018). *Enhancement of productivity in an iron and steel re-rolling mill using TPM approach*. *Industrial Engineering Journal*, 11(3), 5-10. doi:<http://dx.doi.org/10.26488/IEJ.11.3.1046>
- Sistemas OEE. (17 de Mayo de 2017). *OEE*. Obtenido de *Sistemas OEE*: <https://www.sistemasoe.com/10-ventajas-del-oe/>
- Thorat, R. (2020). *Improvement in productivity through TPM Implementation*. *Materials Today: Proceedings*, 24(2), 1508-1517. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.470>
- Urquiza, A. (2023). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C., 2021*. Lima: Universidad Continental. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13449/3/IV\\_FIN\\_108\\_TE\\_Urquiza%20Leon\\_2023.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13449/3/IV_FIN_108_TE_Urquiza%20Leon_2023.pdf)
- Valverde, A. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en minera Chinalco Perú S.A*. Lima: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <https://n9.cl/zyfs8m>
- Saaty, T. L. (1980). *\*The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation\**. McGraw-Hill.