UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRAULICA S.A.C. - LIMA"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR:

SANTIAGO HUGO QUISPE VELEZ

ASESOR:

ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY

LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGIA

Ing. Arturo Percey Gamarra Chinchay
Docente FIME
CIP:36725 Celular:999487463

Callao, 2022

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

FIME

TÍTULO:

"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C. - LIMA"

AUTOR/CÓDIGO ORCID/DNI:

SANTIAGO HUGO QUISPE VELEZ / 0000-0003-3730-860X / 70908548

ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY/ 0000-0003-4470-0028 / 08787195

LUGAR DE EJECUCIÓN:

BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.

UNIDAD DE ANÁLISIS:

EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLÓGICA/ CUANTITATIVO / EXPERIMENTAL

TEMA OCDE:

INGENIERÍA MECÁNICA

(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)

ACTA N°081 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA

LIBRO 001 FOLIO N° 107, ACTA Nº 081 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DEL I CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 20 días del mes de agosto, del año 2022, siendo las 09:00 horas, se reunieron, en la sala meet: https://meet.google.com/civ-nwjd-nfn, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtencióndel **TÍTULO** profesional de Ingeniero Mecánico de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía** conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	**Nelson Alberto Diaz Leiva**	**: Presidente**
Msc.	**Gustavo Ordoñez Cárdenas**	**: Secretario**
Mg.	**Juan Adolfo Bravo Félix**	**: Miembro**
Mg.	**Arturo Percey Gamarra Chinchay**	**: Asesor**

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **QUISPE VELEZ SANTIAGO HUGO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C. – LIMA"** cumpliendo con la sustentación en acto público**,** de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid- 19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa de **BUENO** y calificación cuantitativa de **QUINCE (15)**, la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados yTítulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 09:29 horas del día 20 del mes y año en curso.

Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva
Presidente de Jurado

Msc. Gustavo Ordoñez Cárdenas
Secretario de Jurado

Mg. Juan Adolfo Bravo Félix
Miembro de Jurado

Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Salomé Velez y Hugo Quispe, por brindar todo su esfuerzo en educarme y enseñarme valores que sirvieron como base en mi formación personal y profesional, así como también darme su completo apoyo y alentarme siempre a ser perseverante y mejor persona día a día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis tutores Gilberto Morales y Elis Rivera, por brindarme las facilidades de realizar mis actividades en paralelo con la elaboración de mi tesis, así como también familiares y amigos que estuvieron presentes en su desarrollo, brindándome su apoyo emocional e incondicional para lograr mis objetivos.

A mi alma máter, la Universidad Nacional del Callao por el selecto grupo de profesores del curso de tesis y a mi asesor Arturo Percey Gamarra Chinchay; ya que con sus amplios conocimientos y experiencias me guió en el desarrollo de inicio a fin en mi tesis.

A la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., por brindarme las facilidades e información requerida para desarrollar mi tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE 1

RESUMEN 12

ABSTRACT 13

INTRODUCCCIÓN 14

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.1 Descripción de la realidad problemática 16

1.2 Formulación del problema 18

1.2.1 Problema general 18

1.2.2 Problemas específicos 18

1.3. Objetivos 18

1.3.1. Objetivo general 18

1.3.2. Objetivos específicos 18

1.4. Justificación 19

1.5. Delimitantes de la investigación 20

II. MARCO TEÓRICO 21

2.1 Antecedentes: Internacional y nacional. 21

2.1.1 Antecedentes Internacionales 21

2.1.2 Antecedentes Nacionales 24

2.2 Bases teóricas 27

2.2.1 Definiciones básicas de mantenimiento 27

2.2.2 Historia del mantenimiento 27

2.2.3 Tipos de mantenimiento 31

2.2.5 Gestión del mantenimiento 41

2.2.6 Indicadores de mantenimiento 42

2.3. Marco conceptual 44

2.3.1. Taller de servicios oleo hidráulicos 44

2.3.2. Equipos de estudio 45

2.3.3. Proceso de trabajo 63

2.4. Definición de términos básicos 65

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 66

3.1. Hipótesis (general y específicas). 66

3.1.1. Operacionalización de variable 67

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO 69

4.1. Diseño metodológico. 69

4.2. Método de investigación. 70

4.3. Población y muestra. 71

4.4. Lugar de estudio. 72

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información. 72

4.6. Análisis y procesamiento de datos. 73

4.7. Aspectos éticos en Investigación 97

V. RESULTADOS 98

5.1. Resultados descriptivos 98

5.2. Resultados Inferenciales 107

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 108

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados 108

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares 110

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes 112

VII. CONCLUSIONES 113

VIII. RECOMENDACIONES 114

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 115

ANEXOS 121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Diagrama de Ishikawa.....17

Figura II.1 Expectativas del mantenimiento.....29

Figura II.2 Evolución del concepto relación fallas vs vida útil del equipo.....30

Figura II.3 Evolución de técnicas de mantenimiento 31

Figura II.4 Proceso de gestión del mantenimiento industrial 42

Figura II.5 Layout de taller de servicios oleo hidráulicos 44

Figura II.6 Organigrama de la empresa.....45

Figura II.7 Esmeril de banco Bauker de 6” 45

Figura II.8 Tolerancia de soporte de esmeril de banco Bauker de 6” 47

Figura II.9 Mesa Hidráulica AY-150-MH.....48

Figura II.10 Problema – causa – solución mesa hidráulica 49

Figura II.11 Prensa Hidráulica Ferton - 30 Toneladas.....50

Figura II.12 Problema – causa – solución prensa hidráulica 52

Figura II.13 Compresor de aire Campbell Hausfeld - 8 galones.....52

Figura II.14 Indicador de nivel de aceite de compresor 55

Figura II.15 Filtro de aire de compresor 55

Figura II.16 Problema – causa – solución de compresor.....56

Figura II.17 Problema – causa – solución compresor (continuación) 57

Figura II.18 Banco de pruebas hidráulicas 58

Figura II.19 Cantidad de grasa para condiciones de trabajo 60

Figura II.20 Grasas y lubricantes de motor eléctrico recomendados por ABB ..61

Figura II.21 Cuadro de selección de mangueras hidráulicas 62

Figura II.22 Diagrama de viscosidad vs temperatura SAE 10W-30.....62

Figura II.23 Diagrama de proceso Bullón Hidráulica S.A.C. 64

Figura IV.1 Método sistémico.....71

Figura IV.2 Ubicación de empresa Bullón Hidráulica S.A.C. 72

Figura IV.3 Manuales de equipos recopilados.....74

Figura IV.4 Ficha técnica de esmeril de banco.....75

Figura IV.5 Ficha de evaluación técnica de esmeril de banco.....76

Figura IV.6 Formato de codificación de equipos 81

Figura IV.7 Ficha de registro de mantenimiento.....88

Figura IV.8 Ficha de registro de fallas.....89

Figura IV.9 Ficha de inspección de esmeril de banco 93

Figura V.1 Comparativa pre – post test confiabilidad 101

Figura V.2 Comparativa pre – post test mantenibilidad 104

Figura V.3 Comparativa pre – post test disponibilidad 106

Figura V.4 Prueba de normalidad de disponibilidad pre – post aplicación.....107

Figura VI.1 Prueba T-Student para muestras relacionadas disponibilidad pre – post aplicación 108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Actividades básicas del mantenimiento preventivo.....33

Tabla II.2 Clasificación de equipos de acuerdo a su estado técnico.....35

Tabla II.3 Tipos de servicio de mantenimiento 36

Tabla II.4 Cálculo de eficiencia del equipo respecto a su situación actual.....36

Tabla II.5 Niveles de criticidad 37

Tabla II.6 Especificaciones de esmeril de banco Bauker 46

Tabla II.7 Especificaciones de mesa hidráulica AYERBE 48

Tabla II.8 Especificaciones de prensa hidráulica FERTON 50

Tabla II.9 Especificaciones de compresor Campbell Hausfeld 53

Tabla II.10 Especificaciones de componentes del banco de pruebas 59

Tabla III.1 Operacionalización de variables.....68

Tabla IV.1 Etapas de la investigación 73

Tabla IV.2 Fichas técnicas de equipos.....75

Tabla IV.3 Fichas de evaluación técnica 77

Tabla IV.4 Resultados de evaluación técnica.....77

Tabla IV.5 Escalas de referencia 78

Tabla IV.6 Ficha de Criticidad 79

Tabla IV.7 Resultados del análisis de criticidad 80

Tabla IV.8 Inventario de equipos.....82

Tabla IV.9 Plan de mantenimiento preventivo de esmeril de banco 83

Tabla IV.10 Plan de mantenimiento preventivo de banco de pruebas.....84

Tabla IV.11 Plan de mantenimiento preventivo de prensa hidráulica 85

Tabla IV.12 Plan de mantenimiento preventivo de compresor 86

Tabla IV.13 Plan de mantenimiento preventivo mesa hidráulica 87

Tabla IV.14 Fallas relevantes en esmeril de banco 90

Tabla IV.15 Fallas relevantes en compresora 90

Tabla IV.16 Fallas relevantes en prensa hidráulica 90

Tabla IV.17 Fallas relevantes en mesa hidráulica 91

Tabla IV.18 Fallas relevantes en banco de pruebas.....91

Tabla IV.19 Stock y precios de repuestos de equipos 92

Tabla IV.20 Calculo de tiempo medio entre fallas pre 94

Tabla IV.21 Cálculo de tiempo medio de reparación pre 95

Tabla IV.22 Cálculo disponibilidad pre aplicación de plan de mantenimiento ...95

Tabla IV.23 Calculo de tiempo medio entre fallas post.....96

Tabla IV.24 Cálculo de tiempo medio de reparación post 96

Tabla IV.25 Cálculo disponibilidad post aplicación de plan de mantenimiento .97

Tabla V.1 Variable independiente y dimensiones.....98

Tabla V.2 Resultados de encuesta 98

Tabla V.3 Estadística descriptiva de encuesta 99

Tabla V.4 Dimensiones de la disponibilidad 100

Tabla V.5 Resultados de la confiabilidad (MTBF) 101

Tabla V.6 Estadístico descriptivo de MTBF con SPSS.....102

Tabla V.7 Resultados de la mantenibilidad (MTTR) 103

Tabla V.8 Estadístico descriptivo de MTTR con SPSS 104

Tabla V.9 Resultados de la disponibilidad.....105

Tabla V.10 Estadístico descriptivo de disponibilidad con SPSS 106

Tabla VI.1 Estadístico de fiabilidad de encuesta 109

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica Banco de pruebas 122

Anexo 2 Ficha técnica Prensa hidráulica 123

Anexo 3 Ficha técnica Compresor de aire 124

Anexo 4 Ficha técnica mesa elevadora hidráulica 125

Anexo 5 Ficha de evaluación técnica banco de pruebas 126

Anexo 6 Ficha de evaluación técnica prensa hidráulica 127

Anexo 7 Ficha de evaluación técnica compresor de aire 128

Anexo 8 Ficha de evaluación técnica mesa hidráulica 129

Anexo 9 Cálculo de evaluación técnica esmeril de banco 130

Anexo 10 Cálculo de evaluación técnica banco de pruebas 131

Anexo 11 Cálculo de evaluación técnica prensa hidráulica 132

Anexo 12 Cálculo de evaluación técnica compresora 133

Anexo 13 Cálculo de evaluación técnica mesa hidráulica 134

Anexo 14 Ficha de inspección de banco de pruebas #01 135

Anexo 15 Ficha de inspección de prensa hidráulica #01 136

Anexo 16 Ficha de inspección de compresor de aire #01 137

Anexo 17 Ficha de inspección de mesa hidráulica #01 138

Anexo 18 Ficha de recolección de datos para confiabilidad 139

Anexo 19 Ficha de recolección de datos para mantenibilidad 140

Anexo 20 Ficha de recolección de datos para disponibilidad 141

Anexo 21 Vista de datos para cálculo de hipótesis general 142

Anexo 22 Vista de variable para cálculo de hipótesis general 142

Anexo 23 Vista de datos para cálculo de hipótesis específicas 143

Anexo 24 Vista de variables para cálculo de hipótesis específicas 143

Anexo 25 Encuesta realizada a los técnicos 144
Anexo 26 Resultado encuesta técnico #01 145
Anexo 27 Resultado encuesta técnico #02 146
Anexo 28 Resultado encuesta técnico #03 147
Anexo 29 Resultado encuesta técnico #04 148
Anexo 30 Resultado encuesta técnico #05 149
Anexo 31 Resultado encuesta técnico #06 150
Anexo 32 Resultado encuesta técnico #07 151
Anexo 33 Carta de presentación hacia juez N°1 152
Anexo 34 Datos generales y denominación de instrumentos N°1 153
Anexo 35 Validación de juicio de experto N°1 154
Anexo 36 Resultados de juicio de experto N°1 155
Anexo 37 Carta de presentación hacia juez N°2 156
Anexo 38 Datos generales y denominación de instrumentos N°2 157
Anexo 39 Validación de juicio de experto N°2 158
Anexo 40 Resultados de juicio de experto N°2 159
Anexo 41 Carta de Autorización de uso de datos de la empresa 160
Anexo 42 Registro de fallas esmeril de banco agosto 2021 161
Anexo 43 Registro de fallas prensa hidráulica agosto 2021 162
Anexo 44 Registro de fallas compresora agosto 2021 163
Anexo 45 Registro de fallas mesa hidráulica agosto 2021 164
Anexo 46 Registro de fallas banco de pruebas agosto 2021 165
Anexo 47 Registro de fallas esmeril de banco septiembre 2021 166
Anexo 48 Registro de fallas prensa hidráulica septiembre 2021 167
Anexo 49 Registro de fallas compresora septiembre 2021 168

Anexo 50 Registro de fallas mesa hidráulica septiembre 2021 169
Anexo 51 Registro de fallas banco de pruebas septiembre 2021.....170
Anexo 52 Registro de fallas esmeril de banco octubre 2021.....171
Anexo 53 Registro de fallas prensa hidráulica octubre 2021.....172
Anexo 54 Registro de fallas compresora octubre 2021 173
Anexo 55 Registro de fallas mesa hidráulica octubre 2021 174
Anexo 56 Registro de fallas banco de pruebas octubre 2021 175
Anexo 57 Registro de fallas esmeril de banco noviembre 2021 176
Anexo 58 Registro de fallas prensa hidráulica noviembre 2021 177
Anexo 59 Registro de fallas compresora noviembre 2021 178
Anexo 60 Registro de fallas mesa hidráulica noviembre 2021 179
Anexo 61 Registro de fallas banco de pruebas noviembre 2021.....180
Anexo 62 Registro de fallas esmeril de banco diciembre 2021 181
Anexo 63 Registro de fallas prensa hidráulica diciembre 2021 182
Anexo 64 Registro de fallas compresora diciembre 2021 183
Anexo 65 Registro de fallas mesa hidráulica diciembre 2021 184
Anexo 66 Registro de fallas banco de pruebas diciembre 2021.....185
Anexo 67 Registro de fallas esmeril de banco enero 2022 186
Anexo 68 Registro de fallas prensa hidráulica enero 2022.....187
Anexo 69 Registro de fallas compresora enero 2022.....188
Anexo 70 Registro de fallas mesa hidráulica enero 2022.....189
Anexo 71 Registro de fallas banco de pruebas enero 2022 190
Anexo 72 Registro de fallas esmeril de banco febrero 2022 191
Anexo 73 Registro de fallas prensa hidráulica febrero 2022 192
Anexo 74 Registro de fallas compresora febrero 2022.....193

Anexo 75 Registro de fallas mesa hidráulica febrero 2022 194
Anexo 76 Registro de fallas banco de pruebas febrero 2022 195
Anexo 77 Registro de fallas esmeril de banco marzo 2022.....196
Anexo 78 Registro de fallas prensa hidráulica marzo 2022.....197
Anexo 79 Registro de fallas compresora marzo 2022 198
Anexo 80 Registro de fallas mesa hidráulica marzo 2022 199
Anexo 81 Registro de fallas banco de pruebas marzo 2022 200
Anexo 82 Registro de fallas esmeril de banco abril 2022 201
Anexo 83 Registro de fallas prensa hidráulica abril 2022 202
Anexo 84 Registro de fallas compresora abril 2022 203
Anexo 85 Registro de fallas mesa hidráulica abril 2022 204
Anexo 86 Registro de fallas banco de pruebas abril 2022 205
Anexo 87 Registro de fallas esmeril de banco mayo 2022 206
Anexo 88 Registro de fallas prensa hidráulica mayo 2022 207
Anexo 89 Registro de fallas compresora mayo 2022 208
Anexo 90 Registro de fallas mesa hidráulica mayo 2022 209
Anexo 91 Registro de fallas banco de pruebas mayo 2022.....210
Anexo 92 Análisis de costos antes del plan de mantenimiento 211
Anexo 93 Análisis de costos después del plan de mantenimiento 212
Anexo 94 Comparativa de resultados de costos del mantenimiento 213

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- **MTBF**: Tiempo promedio entre fallas
- **MTTR**: Tiempo promedio en reparar las fallas
- **A**: Disponibilidad
- **OT**: Orden de trabajo
- **FIME**: Facultad de Ingeniería Mecánica y en Energía
- **UNAC**: Universidad Nacional del Callao
- **KPI**: Key Performance Indicators
- **S.A.C**: Sociedad Anónima Cerrada
- **Covid**: Corona virus disease
- **DNI**: Documento Nacional de Identidad
- **CNEL**: Corporación Nacional de Electricidad
- **EP UN – SUC**: Empresa Pública, Unidad de Negocios – Sucumbios
- **Mz**: Manzana
- **Lt**: Lote
- **FTB**: Ficha Técnica Bullón
- **FET**: Ficha de Evaluación Técnica
- **BLH**: Bullón Hidráulica
- **TO**: Taller oleo hidráulico
- **EB**: Esmeril de Banco
- **BP**: Banco de Pruebas
- **PH**: Prensa Hidráulica
- **CA**: Compresor de Aire
- **MH**: Mesa Hidráulica
- **HP:** Horse Power
- **Kg:** kilogramo
- **Cm:** centímetro
- **M:** metro
- **°C:** grados Celsius

RESUMEN

La presente tesis tiene por título “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.- Lima”, tuvo como objetivo principal elaborar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulico de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. El tipo de estudio realizado fue tecnológico o aplicado con un enfoque cuantitativo y posee un diseño del tipo experimental con nivel pre experimental. La población estuvo conformada por todos los equipos pertenecientes al taller de servicios oleo hidráulicos (esmeril de banco, prensa hidráulica, banco de pruebas, mesa hidráulica y compresora), y la muestra fue de tipo censal, ya que el número de equipos era manejable, entonces la muestra fue la población; se realizó el estudio en 2 periodos denominados pre aplicación del plan de mantenimiento preventivo y la post aplicación, los cuales abarcaron los meses agosto – diciembre 2021 y enero – mayo 2022 respectivamente.

Las técnicas utilizadas fueron la revisión de documentación, observación y encuesta, y los instrumentos principales fueron la ficha de recolección de datos, ficha de registros de fallas, así como también la encuesta brindada al personal técnico. La validación de los instrumentos se realizó a través del criterio de los expertos. Se utilizó el software Excel 2016 para generar los gráficos y fichas requeridas para la investigación, así como también se hizo uso del software estadístico SPSS versión 25 para realizar el análisis descriptivo, los análisis de datos inferenciales y por último la contrastación de hipótesis. Se concluyó, a través de la interpretación de los datos obtenidos en la investigación que la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementó en un 11%, aprobando así la hipótesis general y las específicas.

Palabras clave: Disponibilidad, mantenimiento preventivo, mantenibilidad, confiabilidad.

ABSTRACT

The present thesis was entitled "Design of a preventive maintenance plan to increase the availability of the equipment of the oil-hydraulic services workshop of the company Bullón Hidráulica S.A.C.- Lima", its main objective was to develop a preventive maintenance plan to increase the availability of the equipment of the oil-hydraulic service workshop of the company Bullón Hidráulica S.A.C. The type of study carried out was technological or applied with a quantitative approach and has an experimental design with a pre-experimental level. The population was made up of all the equipment belonging to the oil-hydraulic services workshop (bench grinder, hydraulic press, test bench, hydraulic and compressor table), and the sample was of a census type, since the number of equipment was manageable, then the sample was the population; The study was carried out in 2 periods called pre-application of the preventive maintenance plan and post-application, which covered the months August - December 2021 and January - May 2022, respectively. The techniques used were the review of documentation, observation and survey, and the main instruments were the data collection sheet, fault record sheet, as well as the survey given to the technical staff. The validation of the instruments was carried out through the criteria of the experts. Excel 2016 software was acquired to generate the graphs and files required for the investigation, as well as the statistical software SPSS version 25 was used to perform the descriptive analysis, the inferential data analysis and for the last time the hypothesis testing. It was concluded, through the interpretation of the data obtained in the investigation, that the availability of the oil-hydraulic service workshop equipment increased by 11%, thus approving the general and specific hypotheses.

Kerwords: Disponibility, preventive maintenance, mantenibility, reliability

INTRODUCCCIÓN

En las últimas décadas, se ha comprobado que las industrias deben distinguirse por presentar una correcta explotación de sus activos y a su vez manejar una filosofía del mantenimiento la cual brinde estrategias que permitan reportar enormes ahorros y salvaguardar la operatividad de los equipos, en otras palabras, la explotación eficaz de activos trabajando en conjunto con una filosofía del mantenimiento son base fundamental para su cuidado (Suárez, 2018).

Gran porcentaje de las empresas en el país trabaja con una filosofía que están vinculadas al mantenimiento correctivo, es decir realizan sus intervenciones solo cuando se presentan averías inesperadas, trayendo consigo distintos indicadores poco favorables para las empresas como los tiempos muertos, baja productividad, fatiga de los trabajadores debido al esfuerzo innecesario, baja calidad en los productos, así como también se pueden presentar impactos ambientales por el funcionamiento no adecuado de los equipos (Simeón, 2014).

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, la presente investigación tiene como base empírica que la empresa estudiada no cuenta actualmente con un plan de mantenimiento, debido a que se está incorporando de manera progresiva en el mercado y además de ello, presenta otros factores que la obligan a realizar tareas completamente correctivas, las cuales repercuten en la calidad, productividad y vida operacional de los equipos.

Es por ello que el objetivo de la tesis es elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita prolongar la disponibilidad de los equipos dentro de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.

La presente investigación consta de 9 capítulos:

En el capítulo I, el planteamiento del problema da a conocer la fundamentación del problema, formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación de la investigación y los delimitantes para la presente investigación.

En el capítulo II, el marco teórico, se expondrán las fuentes primarias y secundarias de donde se obtuvo información para diseñar la presente tesis, y consta de los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, el marco conceptual y la definición de términos básicos.

En el capítulo III, se hace mención a las hipótesis y variables que competen a la tesis, capítulo donde se plasman las hipótesis y la operacionalización de las variables.

En el capítulo IV, llamado la metodología del proyecto, se describe el diseño metodológico, el método de investigación, se determinó el tamaño de la población y muestra, el lugar de estudio, se describió las técnicas e instrumentos para la recolección de información, el análisis y procesamiento de datos y los aspectos éticos de la investigación.

En el capítulo V, denominado resultados, se presenta la contrastación de hipótesis con apoyo de estadística descriptiva, inferencial u otra utilizada.

En el capítulo VI, nombrado discusión de resultados, se genera una comparativa entre la contrastación y demostración de hipótesis con los resultados obtenidos en la tesis, así como también con otros estudios similares; además de ello también se menciona la responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.

En el capítulo VII, conclusiones, se explican las conclusiones a las que se llegó con la presente investigación.

En el capítulo VIII, recomendaciones, se menciona las pautas que se consideraron necesarias para el desarrollo de la investigación acorde a las dimensiones.

Finalmente, en el capítulo IX, denominado referencias bibliográficas, se tuvo en cuenta las literaturas necesarias para el desarrollo de la tesis.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El problema de mayor importancia en las operaciones del sector industrial a nivel mundial es el mantenimiento de las máquinas, ya que cada uno de ellos posee características diferentes de fabricación, además de que el mantenimiento está tomando otra perspectiva que incorpora cada vez más procesos que involucran obtener óptimos resultados basados en el mejoramiento del estado actual de los equipos, maquinarias y herramientas, así como de los procedimientos estructurados para garantizar su correcto uso y empleabilidad, de manera que este optimice las horas máquina y el incremento de la rentabilidad y productividad, minimizando costos y gastos por averías (Martínez, 2017).

A nivel latinoamericano, a pesar de que el mantenimiento tiende a ser un pilar de cualquier tipo de actividad industrial y económica, este puede llegar a ser perjudicial debido a que puede convertirse en actividades repetitivas durante un largo periodo de tiempo, generando que el personal encargado no se esmere debido a la monotonía del trabajo, y por ende producir un rezago tecnológico para la empresa, con lo cual no es nada beneficioso sobre todo para las pequeñas empresas, dado que de acuerdo a las estadísticas, en américa latina solo el 45% de las pequeñas empresas logran superar los 2 años de existencia en el mercado (Orrego, 2022).

Peñalva sostiene que gran porcentaje de las empresas que se dedican a brindar servicios oleo hidráulicos se caracterizan por ser altamente competitivas y contar con un nivel de sostenibilidad estable a través de los años, debido a que mantienen un tiempo de respuesta a sus trabajos aceptable para sus clientes, este tiempo se ve influenciado directamente por los planes de contingencia que se diseña y aplica para cada equipo que participa en el proceso de trabajo (2021, p.15).

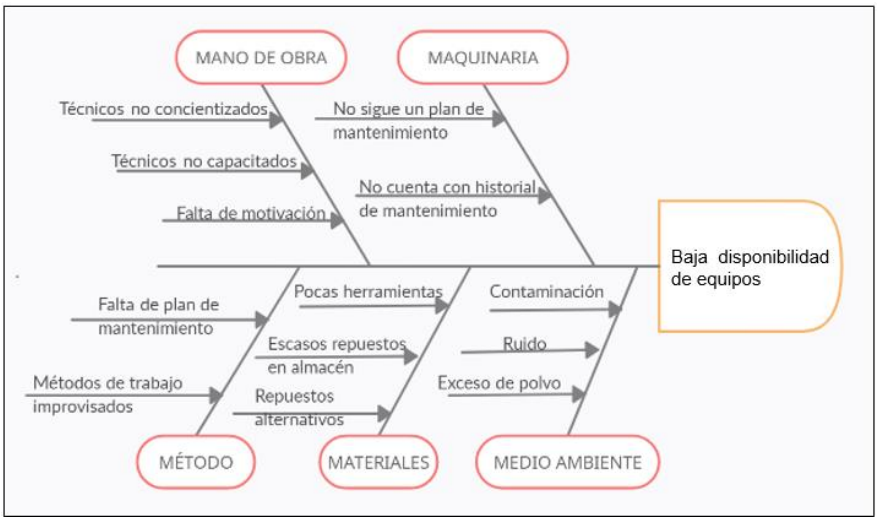
Es así que dentro de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. es de real importancia contar con los reemplazos de partes hidráulicas necesarias en el momento oportuno y brindar servicios técnicos apropiados y garantizados para los equipos hidráulicos de sus clientes; generando al mismo tiempo profesionales de alta

calidad en el rubro con la capacidad de resolver cualquier problema relacionado al rubro hidráulico.

El área a identificar el problema es el taller de servicios oleo hidráulico el cual está conformado por 07 técnicos y 01 supervisor de taller, esta área se encarga principalmente de hacer mantenimientos, diagnóstico, servicios de campo, reparaciones, pruebas en banco y armados de los diversos componentes hidráulicos de maquinarias pesadas, ya sea en el rubro de construcción o de minería, así como también pueden atacar problemas hidráulicos del sector industrial.

El taller cuenta con 5 equipos, los cuales actualmente carecen de un plan de mantenimiento, generando un desarrollo deficiente de las actividades dentro de la empresa, paradas no planificadas, horas hombre perdidas, una baja garantía al cliente, costo de ejecución de mantenimiento correctivo, desgaste acelerado de los equipos con incapacidad de responder de manera oportuna a los usuarios. Es por ello que el proyecto desarrollado está orientado como una alternativa de solución a la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, el cual evita que se generen fallas más graves de lo normal o en el peor de los casos la defunción definitiva de los diversos equipos.

Figura I.1 Diagrama de Ishikawa



1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo se elabora un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo la recolección de información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo que permite el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima?
- ¿Cómo el análisis situacional actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo que permite el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima?
- ¿Cómo el control de programa de mantenimiento incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima?
- ¿Cómo la aplicación correcta de las actividades del mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

- Recolectar la información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos que ayude en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.

- Analizar la situación actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos que ayude en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.
- Controlar el programa de mantenimiento de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.
- Aplicar las actividades correctas en el mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

La presente tesis es importante y relevante porque contribuye de manera significativa a la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., dado que se presenta conocimiento para comprender el concepto de los indicadores de mantenimiento y el mantenimiento preventivo dentro del contexto de estudio.

1.4.2. Justificación practica

Debido a la baja disponibilidad encontrada y a la carencia de un plan de mantenimiento establecido por la empresa, se realizó la presente tesis con el fin de subsanar la deficiente disponibilidad de equipos y la falta de un plan de mantenimiento preventivo.

1.4.3. Justificación Metodológica

La presente investigación aporta instrumentos que ayudan a definir un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del taller se servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.

1.4.4. Justificación Económica

La amplia necesidad de contar con los equipos de trabajo en condiciones óptimas para atender las actividades requeridas por la empresa, hace necesario implementar un Plan de mantenimiento preventivo que tiene como objetivo principal prolongar la disponibilidad de los equipos mencionados.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Teórica

Las limitaciones teóricas que se presentaron en el desarrollo de la tesis fueron en la búsqueda de información en línea debido a que no se encontraban los conceptos suficientes para poder elaborar el presente trabajo, por ello se tuvo que acudir a colegas especializados y solicitar información, experiencia y libros acorde al tema para una mejor elaboración y por ende sustentación de tesis.

1.5.2. Temporal

Se tuvo problemas al agendar y coordinar una reunión con el gerente y dueño de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., ya que este se encontraba de viaje de negocios en otras provincias del país, es por ello que se tuvo que reprogramar la reunión repetidas veces para poder obtener mayor información acerca del equipo de estudio y la generación de su respectivo plan de mantenimiento.

Además de ello se tuvo que coordinar con el Ingeniero Mecánico para hacer una reunión en el taller oleo hidráulico con todo el personal que labora en dicha área, y así poder obtener datos acerca del funcionamiento, fallas comunes, historial de fallas, etc.

1.5.3. Espacial

Dado que todos los datos requeridos para el desarrollo de la tesis se deben extraer del taller oleo hidráulico el cual cuenta con un aforo establecido de 13 personas, se presentaron restricciones debido a la coyuntura generada por el virus la Covid 19, además de ello se tomaron las precauciones de seguridad y bioseguridad debido al tránsito de personas, emisión de gases, exposición al calor emitido por los componentes, el ruido y golpes.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes: Internacional y nacional.

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En cuanto con el nivel internacional se han asentado las investigaciones relacionadas a las variables de estudio:

- Mago y Rocha (2021) cuya investigación se titula **"Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles acabados S.A.S.",** es un artículo de investigación de la escuela de postgrados de la Universidad Libre de Colombia; donde su objetivo general fue crear y aplicar dentro de la empresa pequeña un plan de mantenimiento del tipo preventivo. El tipo de investigación fue aplicado; la conclusión a la llego el autor fue que, al implementar una filosofía de mantenimiento en una pequeña empresa, brinda beneficios para esta como la organización de la información y también obtener un control más organizado de los activos. Las técnicas de investigación que se utilizo fue el cuestionario y la observación; y el instrumento fue la entrevista y la guía de recolección de datos. Este trabajo se relaciona con la información planteada dado que se da las pautas para diseñar y aplicar una filosofía de mantenimiento del tipo preventivo orientado hacia empresas que estén surgiendo al mercado o que se hayan generado debido a algún proyecto familiar.
- Guaitarilla (2019) cuya investigación se titula **"Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria industrial de la empresa Fluoroplásticos S.A.S.",** desarrollado para obtener el grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali - Colombia; tuvo como objetivo general generar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo hacia todas las maquinarias de la empresa (tornos, fresas, sierra sin fin, compresor, prensas, bomba de vacío, cepilladora) Fluoroplásticos S.A.S. El tipo de investigación fue aplicada, y la conclusión a la que llego al autor fue que al aplicar una filosofía de mantenimiento, se debe considerar generar procedimientos además de instructivos que se encuentren integrados en un solo documento para cada equipo, además de ello, se debe estar presente

para cada aplicación de la actividad de mantenimiento por máquina, así como también tener una imagen de referencia y señalizada dentro del documento, para tener en cuenta los detalles específicos para cada una de las intervenciones dentro del mantenimiento. Las técnicas que utilizó el autor fueron la observación, y los instrumentos fueron los manuales y fichas de recolección de datos. La investigación se relaciona con la información planteada dado que presenta una metodología de investigación la cual sirvió de base para realizar el presente estudio, ya que parte desde la recopilación de información hasta la aplicación o generación de actividades de mantenimiento preventivo, y además de ello presenta un análisis beneficio vs costos de mantenimiento, que fue de utilidad para generar el análisis de costos operativos de la tesis.

- Betancourt y Trebilcock (2018) cuya investigación se titula **"Desarrollo e implementación del plan de mantenimiento para los equipos de la empresa Prodehogar LTDA.",** desarrollado para obtener el grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad de América – Colombia; tuvo de objetivo general elaborar e implementar un plan de mantenimiento dentro de la industria Prodehogar ltda. El tipo de investigación fue aplicada, y la conclusión más relevante a la que llego al autor fue lograr un aumento de disponibilidad de los equipos críticos evaluados en el primer periodo de estudio desde un 89.7% hasta el octavo periodo de estudio el cuál fue de 97.9%. Las técnicas que utilizó el autor fueron el análisis documental y la observación, y los instrumentos fueron las fichas de recolección de datos. La investigación se relaciona con la información planteada dado que el proceso de implementación se desarrolló en diferentes pasos, partiendo desde la generación de un nuevo sistema documental a través del levantamiento de información de cada equipo, así como también generar diversas tareas sistemáticas para cada equipo según su tipo de aplicación dentro de la industria; y debido a que la empresa no cuenta con un software especializado en el área de mantenimiento, desarrolló formatos en Microsoft Excel donde se llevó a cabo el control de las actividades programadas que influyen en los indicadores de mantenimiento.

- Martínez (2017) cuya investigación se titula **“Estudio de la Gestión de Mantenimiento Preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos en la mina de caliza de la Planta Otavalo”,** desarrollado para adquirir el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica Indoamérica Ambato – Ecuador; su objetivo general fue realizar un análisis del proceso de mantenimiento dentro de la minera Planta Ovalo del tipo preventivo y la incidencia que este le brinda a la disponibilidad de sus equipos. Tuvo una investigación del tipo aplicada, y la conclusión a la que llegó el autor fue que la disponibilidad de las máquinas es de 74%, valor fuera de rango establecido internamente en la planta. Las técnicas que utilizó el autor para la tesis fue primero la observación y finalmente la encuesta, y los instrumentos de igual manera fueron las hojas de cuestionarios y fichas de recolección de datos. El trabajo se relaciona con la información planteada, debido a que hace uso de la herramienta metodológica conocida como el análisis de criticidad y establece conceptos claros de los indicadores de mantenimiento para poder calcular la variación de disponibilidad.
- Yancha (2017) cuya investigación se titula **“Estudio del mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos de Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato”,** desarrollado para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica Indoamérica Ambato – Ecuador; su objetivo principal fue el realizar un análisis del proceso de mantenimiento dentro de la Planta Casigana del tipo preventivo y la incidencia que este le brinda a la disponibilidad de sus equipos. La investigación desarrollada fue del tipo descriptivo, y la conclusión a la que llegó el autor fue que en cuanto a la disponibilidad se obtuvo un análisis del proceso de un 88%, esto implica que se le debe denominar como bueno y además de ello se puede deducir que la empresa posee una buena competitividad. La técnica que utilizó el autor fue la observación, y los instrumentos fueron los cuestionarios, registros y datos históricos. El trabajo se relaciona con la información planteada, debido a que presentan como unidad de análisis a sistemas de bombeo, los cuales tienen muy semejante sus planes de mantenimiento con respecto a la unidad de estudio del presente

proyecto, plan que sirvió como referencia para generar diversas actividades de mantenimiento.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

A nivel nacional se han asentado las investigaciones relacionadas a las variables de estudio:

- Fernández y Neyra (2021) en su investigación **"Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions E.I.R.L – 2020"** para optar título profesional de ingeniero industrial, en la Universidad Señor de Sipán, su objetivo primordial fue optimizar las actividades que conciernen a la gestión de mantenimiento para lograr así incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions. El proyecto desarrollado fue del tipo descriptivo. El autor de la investigación concluyó que, debido a la condición actual de los activos de la empresa y otras vitales causas como por ejemplo la deficiente gestión; generan una escasa disponibilidad de las máquinas de estudio, por otro lado, la carencia de repuestos, y por último no contar con un plan de mantenimiento preventivo. Del mismo las técnicas utilizadas por el autor en el proyecto fueron la empírica y análisis de documentos, los instrumentos fueron fichas de observación, hojas de entrevista y registro. El aporte que generó hacia el presente proyecto, fue que realizó un análisis de manera general y objetiva hacia la empresa para detectar sus problemas principales, metodología la cual se siguió y se consideró como referencia.
- Flores (2021) en su investigación que tiene por título: **"Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos en la empresa Choco Museo - Cusco 2020"** para alcanzar el título profesional de ingeniero industrial, su objetivo primordial fue generar un plan de mantenimiento del tipo preventivo para acrecentar la disponibilidad de los equipos en la empresa Choco Museo Cusco - 2020. El tipo de investigación fue descriptiva. El autor de la investigación concluyo que, se logró realizar el diseño del plan de mantenimiento preventivo, con la ayuda de diversos antecedentes y fuentes bibliográficas, para que este se pueda ejecutar con todos los pasos de manera correcta, y se cumpla con el propósito de

Incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa. Del mismo modo las técnicas que se utilizaron fueron la observación directa y revisión documental; los instrumentos utilizados fueron el diagrama de Ishikawa, fichas técnicas de los equipos, formatos de inspección y actividades de mantenimiento. El aporte que generó hacia la presente tesis, fue que realizó un diagrama de flujo o también conocido como diagrama de procesos, en el cuál especifica todos los pasos y el tiempo que se toma para cada actividad dentro del proceso productivo, esto fue de mucha utilidad para generar el diagrama para la empresa.

- Suarez (2018) en su proyecto nombrado: **"Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos en la empresa Petramas S.A.C. – Ate 2018"** desarrollada para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo – Lima, tiene como objetivo principal demostrar que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos en la empresa Petramas S.A.C. – Ate 2018, el tipo de investigación estudio fue el aplicado. El autor concluyo que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos en la empresa Petramas dando un mejor control de los tiempos de paradas, cumpliendo con las horas programadas de operatividad en los equipos, consiguiendo un incremento de 5.25%. Las técnicas utilizadas por el autor en la presente investigación fueron: la observación, análisis documental y en cuantos a los instrumentos fueron: fichas de observación y registros. El aporte que generó la investigación al presente proyecto, fue la elaboración de sus fichas de recolección de datos, así como también brinda de manera detallada los cálculos para la variación de disponibilidad con los datos obtenidos gracias a las fichas de recolección de datos
- Gutiérres y Tena (2019) en su tesis titulada: **"Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la fime-unac 2018"** para alcanzar el grado de gerencia del mantenimiento en la Universidad Nacional del Callao, su objetivo primordial fue generar teóricamente un plan mantenimiento dirigido principalmente hacia los equipos y máquinas de las

salas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC para alcanzar acrecer su disponibilidad. La investigación fue del tipo aplicativa. El autor del proyecto concluyo que, al realizar el plan de mantenimiento preventivo dirigido específicamente hacia los equipos y máquinas ubicados en las salas de los laboratorios de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, se pudo proyectar el ascenso de la disponibilidad de equipos y se priorizo los equipos con altos índices de criticidad. Del mismo las técnicas que fueron requeridas en la tesis fueron la observatión y los instrumentos que sirvieron fueron la Guía de apuntes para la observación de equipos y maquinas.

Esta investigación brindó información de las consideraciones que se debe de tener para elaborar un plan de mantenimiento preventivo, también explica la jerarquización de los niveles de criticidad y como categorizar cada equipo en base a los niveles mencionados.

- Ramos (2017) en su proyecto denominado **"Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C"** para conseguir el título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional de Trujillo, su objetivo primordial fue instaurar un plan de mantenimiento del tipo preventivo, con el fin de acrecer la disponibilidad de las maquinarias de la empresa de estudio. La investigación realizada fue del tipo descriptiva. El autor concluyó que, con la instauración del plan de mantenimiento del tipo preventivo, fue posible proliferar la disponibilidad después de un análisis de criticidad hacia las máquinas sobre un 10%, afectando de manera directa al rendimiento de las maquinarias. Del mismo las técnicas utilizadas fueron las siguientes: observación directa, entrevistas y material bibliográfico, por otro lado, tenemos que instrumentos requeridos fueron las fichas de entrevistas y las fichas de recolección de datos. Este trabajo se relaciona con la información planteada debido a que desarrolla un cálculo de indicdores de mantenimiento como la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad mediante un pre test y post test, así como también brinda las pautas para plantear los costos operativos del mantenimiento preventivo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Definiciones básicas de mantenimiento

Se entiende por mantenimiento a un conjunto actividades técnicas y administrativas que se realizan sobre un elemento para conservar sus características operativas apropiadas antes de que su avería ocurra (mantenimiento preventivo) o para devolverle dichas características perdidas cuando la avería del elemento ocurre (mantenimiento correctivo). El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional (Sánchez, Pérez, Sancho y Rodríguez, 2015).

La confiabilidad, mantenibilidad, y disponibilidad forman parte de la cotidianidad del mantenimiento, dado que su función es garantizar la disponibilidad de los equipos de modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

2.2.2 Historia del mantenimiento

El mantenimiento ha estado en constante evolución a lo largo de la historia, generando así un sin número de tipos y filosofías del mantenimiento, por ello es un poco tedioso conocerlas todas y lo es aún más el seleccionar la correcta para aplicarlas en la industria.

Dicha evolución inicio desde 1930, siendo el punto de partida de 3 generaciones diferentes, a continuación, se explicó acerca de las generaciones del mantenimiento, para luego comentar detalladamente los tipos de mantenimiento acorde al presente proyecto:

- **Primera Generación**

La Primera Generación cubre el periodo hasta la Segunda Guerra Mundial. En esos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que las paradas de servicio no importaban mucho. Esto significó que la prevención de fallas del equipo no tenía una prioridad muy alta en las mentes de la mayoría de los gerentes. Al mismo tiempo, la mayoría de los equipos eran simples y muchos de ellos estaban sobre dimensionados. Esto los hizo fiables y fáciles de reparar. Como resultado, no había necesidad de un mantenimiento sistemático de cualquier clase más allá de una simple limpieza, servicios y rutinas de lubricación. También, la necesidad por habilidades fue menor que la que es hoy (TECSUP, 2020).

- **Segunda Generación**

Las cosas cambiaron dramáticamente durante la II Guerra Mundial. Las presiones de tiempo por la guerra aumentaron la demanda de los bienes de todo tipo, mientras la disponibilidad de mano de obra industrial cayó tremendamente. Esto llevó a que la mecanización aumentara. Por los años de 1950, las máquinas de todos los tipos eran más numerosas y más complejas. La industria estaba empezando a depender de ellas. Cuando esta dependencia creció, el tiempo fuera de servicio entró a un agudo enfoque. Esto condujo a la idea que las fallas del equipo pudieron y debieron prevenirse, lo que condujo a su vez al concepto de mantenimiento preventivo. En los años de 1960, esto consistió principalmente en reparaciones de los equipos echo a intervalos fijos.

El costo de mantenimiento también empezó a subir marcadamente, Gestión del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad relativo a otros costos operativos. Esto llevó al crecimiento de los sistemas de planificación y control del mantenimiento. Esto ha ayudado a tener al mantenimiento bajo control y es ahora una parte establecida de la práctica de mantenimiento.

Finalmente, la cantidad de capital asociada a los recursos fijos junto con un marcado aumento en el costo de ese capital llevó a las personas a empezar a buscar maneras en las que ellos podrían aumentar al máximo la vida de los Recursos (TECSUP, 2020).

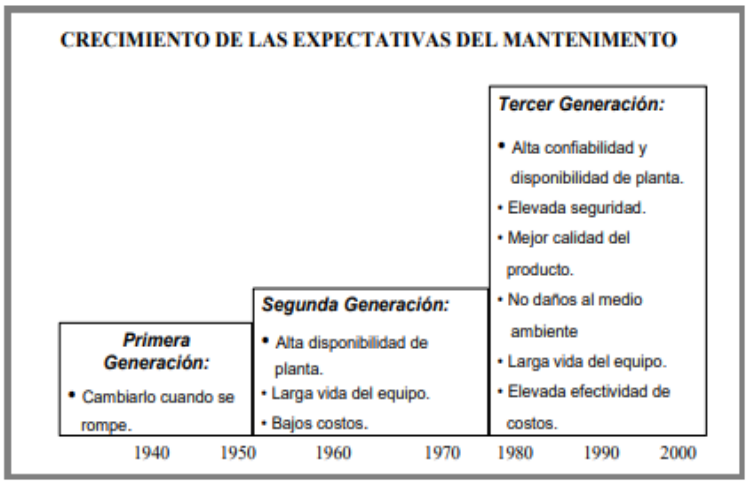
- **Tercera Generación**

Esta última generación inició desde los mediados de los setenta, cuando la industria empezó a cambiar de manera más veloz; estos cambios se les denominaron como cambios de:

a) Nuevas expectativas

La Figura N° II.1 muestra cómo han evolucionado las expectativas a lo largo de los años. El tiempo fuera de servicio siempre ha afectado la capacidad productiva de los recursos físicos reduciendo su rendimiento, aumentando los costos operativos e interfiriendo el servicio al cliente. Por los años de 1960 y 1970, esto era ya una preocupación mayor en la minería, manufactura y el sector de transporte.

Figura II.1 Expectativas del mantenimiento



Fuente: Gestión del Mantenimiento RCM - TECSUP

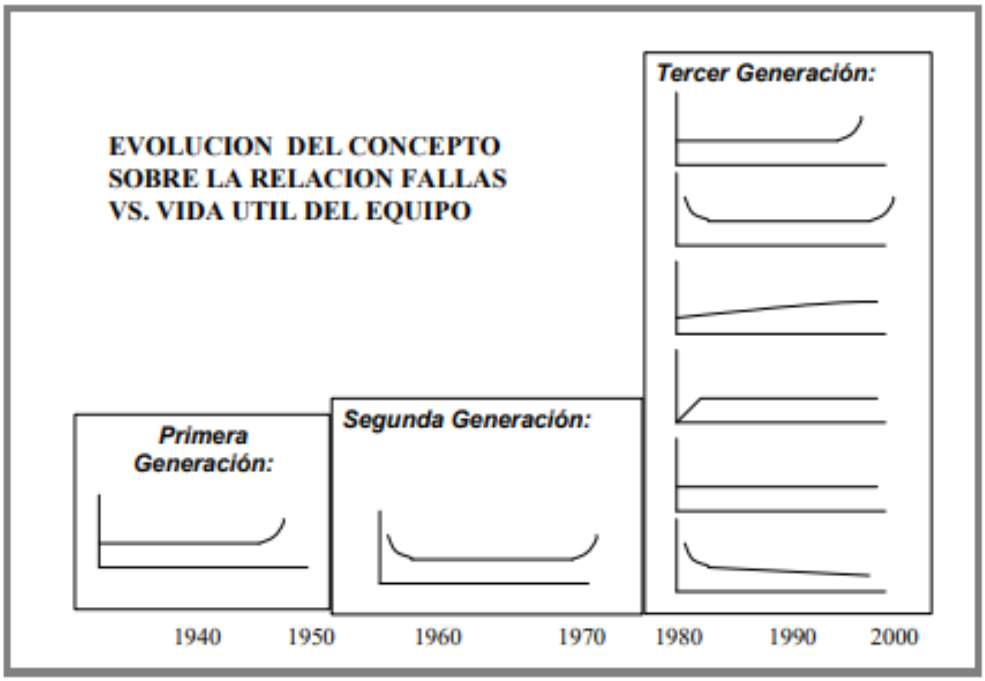
b) Nueva investigación

Al realizar nuevas investigaciones, las creencias más básicas sobre el concepto de la edad y las fallas están cambiando. Particularmente, se puede entender que existe menos relación entre la edad de operación de los diferentes recursos que podemos encontrar en la industria, y sus probabilidades de falla.

La figura N° II.2 muestra cómo el antiguo punto de vista de la falla simplemente era que cuando las cosas envejecían, más probablemente fallaban. Un conocimiento creciente de "la mortalidad infantil" llevó a la creencia extendida en la Segunda generación sobre la curva de la "bañera". Sin embargo, la investigación de la Tercera Generación ha revelado que no sólo dos sino seis

modelos de falla ocurren realmente en la práctica. Esto se discute en detalle después, pero está teniendo también un efecto profundo en el mantenimiento. (TECSUP,2020).

Figura II.2 Evolución del concepto relación fallas vs vida útil del equipo



Fuente: Gestión del mantenimiento RCM

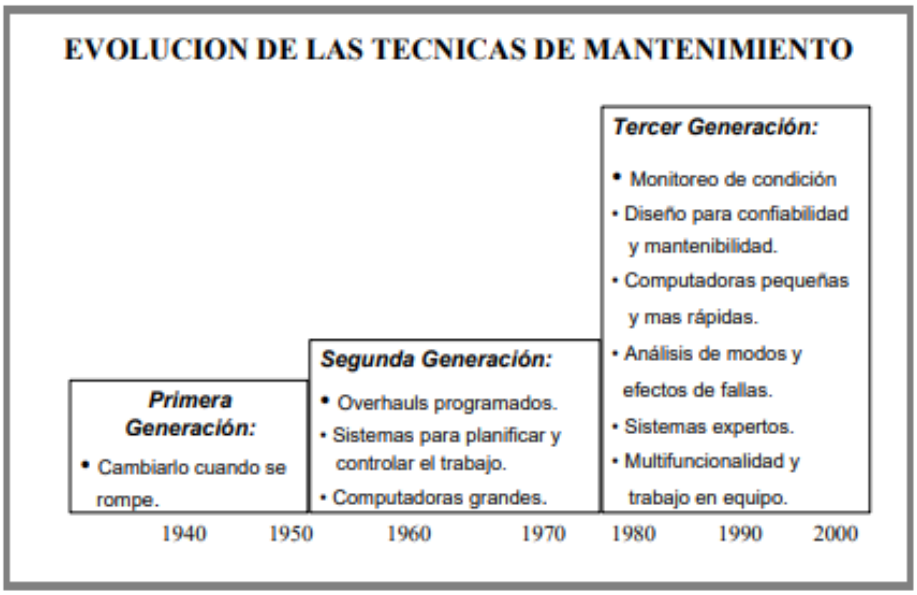
c) Nuevas técnicas

Hubo un crecimiento explosivo en los nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Se han desarrollado centenares durante los últimos quince años y están surgiendo más todas las semanas.

La Figura N° II.3 muestra cómo el énfasis clásico en los sistemas de reparación y administrativos han crecido, incluyendo muchos nuevos desarrollos en varios campos diferentes.

Un desafío mayor que enfrenta las personas de mantenimiento hoy en día no sólo es aprender lo que son estas técnicas, sino decidir qué vale la pena y qué no en sus propias organizaciones. Si realizamos las opciones correctas, es posible mejorar el rendimiento del recurso y al mismo tiempo mantener e incluso reducir el costo de mantenimiento. Si nosotros realizamos las opciones malas, se crean nuevos problemas mientras los problemas existentes se ponen peor. (TECSUP, 2020).

Figura II.3 Evolución de técnicas de mantenimiento



Fuente: Gestión del mantenimiento RCM – TECSUP

2.2.3 Tipos de mantenimiento

Ya explicado los orígenes del mantenimiento en el transcurso de la historia, se procedió a explicar de manera específica los tipos de mantenimiento acorde al presente objeto de estudio y naturaleza, los cuales se pueden clasificar en 3 tipos:

A. Mantenimiento Proactivo

El Mantenimiento Proactivo es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no se debe permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que, de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos (Moscoso, 2017).

B. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en dejar a los equipos que operen sin ningún servicio o control del estado de los mismos hasta que se produzca una falla en su funcionamiento. En el mantenimiento correctivo campea la improvisación y genera mayores gastos, es de muy poco interés la condición de operación óptima del elemento, ya que la mayoría de tareas responden a fallas

e interrupciones en la producción y el único fin es que la máquina funcione a un nivel aceptable (Gutiérres y Tena, 2019).

Ventajas del Mantenimiento Correctivo:

El mantenimiento correctivo no tiende a ser beneficioso, debido a que puede generar paradas no programadas y daños a largo plazo del equipo, sin embargo, puede ser aplicado a equipos pertenecientes a una operación que no impacten de manera agresiva en la producción, o también en equipos que tengan bajos costos de operación y de poca relevancia.

Desventajas del Mantenimiento Correctivo:

- Alta probabilidad de que ocurra un daño grave por falta de inspección.
- Costos de mantenimiento elevados.
- No se conoce la magnitud del daño.
- No se conocen las causas raíces de la falla.
- Al generarse una falla, esta puede ser peligrosa para los operadores.

C. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y subsistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos (Sánchez et al, 2015).

Este tipo de mantenimiento busca garantizar que las condiciones normales de operación de un equipo o sistema sean respetadas, es decir que el equipo esté libre de polvo, sus lubricantes conserven sus características y sus elementos consumibles tales como filtros, mangueras, correas etc., sean sustituidas dentro de su vida útil.

En otras palabras, este tipo de mantenimiento tiene como objetivo conservar el equipo en buen estado independientemente de la aparición de distintas fallas, y para ello hace uso de una variedad de acciones necesarias.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- Menor costo en las reparaciones.
- Disminución del tiempo muerto en parada del equipo.
- Aumento de la confiabilidad.
- Mayor tiempo de operatividad de los equipos.
- Aumento de la seguridad en los trabajos.
- Disminución del pago de tiempo extra de personal.
- Aumento de la productividad.

C.1. Actividades básicas del mantenimiento preventivo

Se definirán las actividades básicas del mantenimiento preventivo en la siguiente tabla:

Tabla II.1 Actividades básicas del mantenimiento preventivo

ACTIVIDADES BÁSICAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Limpieza	La limpieza es la actividad más sencilla y eficaz, porque gracias a ella las máquinas operan mejor y reducen su contaminación, desgaste, deterioros y roturas
Inspección	Las inspecciones se pueden realizar en distintos periodos dependiendo del plan de mantenimiento establecido, y ello se realiza para verificar el correcto funcionamiento del equipo.
Lubricación	La lubricación cumple un papel muy importante como actividad básica dado que, al estar ubicado entre 2 partes móviles, esta película de aceite que se genera, cumple la función de reducir el desgaste, la fricción y por ende el calentamiento de las partes mencionadas.
Ajuste	Esta última actividad es producto de una previa inspección, ya que debido a esta, se puede detectar las condiciones inadecuadas de los equipos.

C.2. Tipos de mantenimiento preventivo

Carmona sostuvo que se puede clasificar el mantenimiento preventivo en varios subtipos (2015, p. 31).

- **Programado:** Revisiones periódicas, por ejemplo, mensuales. En función del uso del equipo: un uso más intenso requiere revisiones más periódicas. También dependen de un entorno más o menos benigno (polvo, temperatura, etc.).
- **Predictivo:** El que determina el período máximo de uso de un equipo hasta que debe ser revisado de nuevo, en función de la vida útil de sus componentes.
- **De oportunidad:** El que aprovecha períodos de no utilización de los equipos para su revisión en profundidad, por ejemplo, durante las vacaciones del usuario.
- **De actualización:** Tanto software como hardware requieren actualizaciones que va ofreciendo el fabricante, con nuevas funcionalidades, mejora o solución de problemas de fábrica (bugs). Las actualizaciones previenen y corrigen problemas como un fallo grave del dispositivo, o vulnerabilidades de seguridad.

C.3 Dimensiones del mantenimiento preventivo

- **<u>Recolección de información</u>**

La recopilación y revisión de manuales y catálogos suministrados por los proveedores, así como también la consulta de textos e informes con el fin de complementar los fundamentos teóricos del presente informe, complementan la información y sustentan teóricamente la propuesta de mantenimiento preventivo (Ramos, 2018).

Además, Sánchez y otros, mencionan que el levantamiento de información determina el alcance que puede tener el plan de mantenimiento a implementar, así como también brindan información de suma importancia para el análisis correspondiente de los equipos (2015, p. 142).

- **Análisis situacional actual**

Lo que concierne a un análisis, es básicamente realizar un examen minucioso y pormenorizado de un asunto para conocer su naturaleza, estado y factores que intervienen en todo el proceso (Sánchez et al, 2015).

Análisis de estado técnico

Según Espinoza, para poder analizar el estado técnico actual de los equipos, se debe contemplar los aspectos siguientes (2010, p. 80).

- Consumo de energía.
- Funcionamiento del mecanismo motriz.
- Estado de la carcasa o cuerpo del equipo.
- Funcionamiento del mecanismo de regulación y mando.
- Estado de las correas, cadenas de transmisión, acoples, etc.
- Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo.
- Nivel de ruido y vibraciones.

Al analizar el estado técnico de un equipo, sus partes y sub partes, se les puede clasificar tomando en consideración la eficiencia que el equipo tiene actualmente en comparación con la que tuvo al inicio de sus operaciones.

Simeón menciona que al realizar la revisión previa se determina una valoración que puede ser bueno, regular, molo o inoperativo, para cada uno de los aspectos que comprende esta revisión. La clasificación de dicha eficiencia se aprecia en la tabla II.2, y emplea el siguiente procedimiento para valorar el estado técnico de cada equipo (2014, p. 86).

Tabla II.2 Clasificación de equipos de acuerdo a su estado técnico

	CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS DE ACUERDO A SU ESTADO TÉCNICO
Bueno	[90 – 100 %]
Regular	[75 – 89 %]
Malo	[50 – 74 %]
Muy malo	[< 50 %]

Una vez analizado y clasificado cada equipo de acuerdo a su estado técnico, se procedió a designar el tipo de servicio de mantenimiento al cual puede ser sometido:

Tabla II.3 Tipos de servicio de mantenimiento

	TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO
Bueno	Revisión
Regular	Reparación Pequeña
Malo	Reparación Regular
Muy malo	Reparación General

Como siguiente paso para determinar el estado técnico de los equipos, se procede a hacer una valoración actual de los mismos, siendo estos bueno, regular, malo y muy malo. A partir de ello, es necesario calcular el porcentaje de la eficiencia del equipo donde se emplean diferentes fórmulas:

1. Se califica a los elementos con igual valoración

$$Zi = e.c \ldots\ldots \quad (2.1)$$

Donde:

Tabla II.4 Cálculo de eficiencia del equipo respecto a su situación actual

DESCRIPCIÓN DE DATOS				
Zi	Calificación de los elementos con igual valoración			
e	Número de elementos con igual valoración			
	Coeficiente que indica el estado actual del elemento			
c	c=1	c=0.8	c=0.6	c=0.4
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

2. Luego de multiplicar la cantidad de elementos según la valoración obtenida, se procede a sumar dichos productos con la siguiente fórmula:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Zi \ldots\ldots \quad (2.2)$$

Dónde: Z= calificación total de los elementos evaluados

3. Este último resultado se divide entre el número de elementos evaluados y se multiplica por 100 para obtener la eficiencia del equipo respecto a su condición inicial, siendo este índice el que permite evaluar el estado técnico del equipo según los criterios previamente mencionados.

$$\eta = \frac{Z}{n} x100\% \text{ ..... (2.3)}$$

Dónde:

Z= calificación total de los elementos evaluados

n= número de elementos evaluados

Ƞ= eficiencia

Análisis de criticidad

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, máquinas o equipos, en función de ciertos parámetros considerados para obtener su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones de subdividir de manera que puede ser controlable en las tareas de mantenimiento, teniendo también en cuenta los recursos económicos para el mantenimiento de equipos y máquinas, además de priorizar los más críticos (Gutiérres y Tena, 2019).

En la siguiente tabla se define los niveles de criticidad aplicados a los equipos de la presente investigación, tomando como base los criterios establecidos en la Norma noruega NORZOC Z008:

Tabla II.5 Niveles de criticidad

NIVELES DE CRITICIDAD	
CRÍTICA	Equipos cuya parada o mal funcionamiento afectan significativamente la producción
IMPORTANTE	Equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afectan la producción, pero las consecuencias son asumibles
REGULAR	Equipos que presentan una incidencia escasa en la producción.
OPCIONAL	Equipos que poco o nada participan en el proceso productivo.

Fuente: Norma NORZOC Z008

Criterios para clasificar los equipos y máquinas

✓ Producción

Cuando se valora si el equipo afecta a las horas de servicio.

✓ Valor técnico – económico

Depende mucho de los costos de mantenimiento, operación y adquisición.

✓ Seguridad

Un fallo en el equipo puede afectar a la seguridad del operario, otros servicios, o seguridad en general.

✓ Confiabilidad

Se valora en base a la confiabilidad si el equipo va a operar correctamente cuando se le necesite.

✓ Flexibilidad de operación

Se evalúa si el equipo presenta alternativas de solución al presentarse fallas.

✓ Dependencia Logística

Se evalúa la dificultad para la adquisición de repuestos en caso surja un inconveniente.

✓ Dependencia de mano de obra

Evaluación si se puede generar el mantenimiento en la empresa o es necesario recurrir a terceros.

✓ Mantenibilidad

Evaluación de la dificultad para realizar mantenimiento a los equipos.

- **Control de programa de mantenimiento**

Un óptimo control constante que se recomienda a las funciones empresariales, consiste en la revisión de las instalaciones, así como también generar reparaciones para garantizar el funcionamiento adecuado tanto de máquinas y equipos pertenecientes al proceso productivo, dado ello es de vital importancia la adquisición del buen estado y generar tareas aplicadas a la conservación de los equipos en las instalaciones industriales (Sánchez et al, 2015).

Actividades de mantenimiento

Simeón sostiene que las actividades de mantenimiento, son acciones que se generan en base a diversos estudios del equipo o maquinaria a aplicar, dichas actividades se realizan con distintas frecuencias ya sea diaria, semanal, mensual, etc. Se realizan dichas actividades con el fin de mantener al equipo en condiciones normales de trabajo y evitar fallas no previstas (2014, p.23).

Frecuencia de mantenimiento

Según Gutiérres y Tena, la frecuencia de mantenimiento es definida como la cantidad de tareas realizadas o a realizar en un equipo por unidad de tiempo, y su periocidad puede variar siendo diaria, semanal, mensual, trimestral y anual; dicha frecuencia tiene como objetivo generar estándares de optimización para concebir una máxima eficiencia (2019, p.53).

Las variables que se ven afectadas dentro de la línea de mantenimiento son las siguientes:

- Confiabilidad y riesgo.

Es la probabilidad de que un equipo cumpla su función durante un periodo determinado y bajo condiciones operacionales específicas pre establecidas.

- Aumento de los costos operacionales.

Con el paso del tiempo, los costos operacionales están sujetos a un incremento, dado que si el equipo o sistema realiza trabajos sin que se realice mantenimiento alguno, esto da como respuesta el mal funcionamiento del equipo, consumos mayores de energía o materia prima, aumento del tiempo de mantenimiento, incremento de número de averías u otros aspectos directamente relacionados al proceso de trabajo del equipo.

- Pérdida de desempeño.

El desgaste de un equipo es natural debido al propio trabajo continuo del mismo, esto trae como respuesta la decreción del desempeño, el cual es un factor importante al diseñar un plan de mantenimiento preventivo, por tal motivo el mantenimiento brindado a equipos debe de tener como objetivo el control de esta variable para conservar a los equipos en su capacidad máxima de operación.

- Incremento de la vida útil del equipo.

Las actividades de mantenimiento están relacionadas directamente a la prolongación o incremento de la vida útil de los equipos, dado que una correcta aplicación influye de manera positiva en los componentes o sistemas que lo conforman.

- **Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es el cumplimiento de tareas de inspección o de servicio que han sido planeadas para mantener las capacidades funcionales del equipo operativo y de los sistemas en un tipo específico, su aplicación puede generar sobrecostos ya que no se ha hecho un seguimiento rutinario, pero se espera que disminuyan de manera notable (Sánchez et al, 2015).

Indicadores de mantenimiento

En general, los indicadores de mantenimiento son una interpretación de los diversos datos que se pueden representar a través de estadísticas, los cuales permiten medir ciertos parámetros de acontecimientos que sucedieron en el pasado o bajo un contexto presente.

Los indicadores miden el estado de los equipos, maquinas o de la unidad de análisis, efectúan comparaciones, realizan diagnósticos, identifican objetivos y definen metas a alcanzar, planifican acciones de mejoras y miden cambios de manera continua (Simeón, 2014).

2.2.5 Gestión del mantenimiento

La gestión del mantenimiento es el conjunto de operaciones que utilizan de manera óptima el tiempo y los recursos materiales y económicos, con el objetivo principal de garantizar la continuidad de las actividades operativas y alcanzar los objetivos buscados por el programa de mantenimiento.

Estos objetivos son: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.

Las metodologías del mantenimiento demandan tiempo para tratar las interrogantes que proporcionen el conocimiento necesario y respondan a las inquietudes más frecuentes que cualquier entidad productiva debe resolver, algunas de las cuales son (Simeón, 2014).

- ¿Qué línea estratégica de acción tomar?
- ¿Cómo manejar los recursos?
- ¿Qué determina y cómo a una gestión efectiva y eficiente?
- ¿Cuándo hacer mantenimiento?
- ¿Cuándo hacer inspecciones?
- ¿Cuándo planificar una parada de planta?
- ¿Qué tipo de repuestos deben existir en bodega?
- ¿Cuándo llevar a cabo un proyecto?

Estas interrogantes son por las que tienen que pasar las entidades productivas, corriendo el riesgo de que se generen consecuencias lamentables para la producción. Es por ello que la importancia de una gestión de mantenimiento varía según su clase de centro y de su producción, debido a que desempeña un papel muy importante en la gestión de producción.

Figura II.4 Proceso de gestión del mantenimiento industrial

Fuente: Aula 21 – Centro de información técnica para la industria, 2022

2.2.6 Indicadores de mantenimiento

O también conocidos como KPI (Key Performance Indicators), son indicadores que valoran si las operaciones de trabajo están cumpliendo o no los objetivos de mantenimiento, así como también verifican la evaluación de procesos a lo largo del tiempo y se encargan de definir una mejora continua.

En este caso las variables a evaluar son los tiempos fuera de servicio por fallas, tiempos promedios entre fallas, la productividad de los equipos, etc.

Para poder evaluar las variables previamente mencionadas, se definieron los siguientes indicadores que están sustentados por (Peralta, 2019):

A. Confiabilidad

La confiabilidad (MTBF), es la capacidad que tiene un sistema o componente de realizar una función requerida bajo condiciones establecidas en un período determinado de tiempo (Flores, 2021).

La confiabilidad es el tiempo promedio que se espera que funcione u opere adecuadamente entre paradas (nuevamente por fallos o reparaciones), permite conocer la frecuencia con que suceden las averías.

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ disponible - Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías} \quad \ldots\ldots (2.4)$$

B. Mantenibilidad

La Mantenibilidad (MTTR), es entonces la probabilidad para que un componente, equipo o sistema, bajo condiciones establecidas de uso, pueda ser restaurado a un estado en que pueda realizar sus funciones requeridas, cuando el mantenimiento se ha realizado bajo condiciones establecidas y usando procedimientos y recursos prescritos. Este indicador mide la capacidad de organización de mantenimiento para poder modificar el estado fallido de un sistema a un estado operacional correcto (Flores, 2021).

Además de ello, la mantenibilidad permite conocer la importancia de las averías /fallas que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su reparación, es decir, el tiempo promedio entre el momento que ocurre la falla y el momento cuando esta es reparada.

$$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías} \quad \text{..... (2.5)}$$

C. Disponibilidad

La disponibilidad (A), es influenciada directamente por las demandas hechas debido al mantenimiento preventivo o correctivo, se debe tener en cuenta que las actividades de mantenimiento hechas fuera del horario de producción o algunas otras actividades que no interrumpan la producción, no afectan a la disponibilidad (Flores, 2021).

La disponibilidad es la capacidad de un equipo de cumplir sus funciones establecidas en un momento dado. La mantenibilidad y la confiabilidad determinan la disponibilidad de un equipo.

$$A(\%) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} x100\% \quad \text{..... (2.6)}$$

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Taller de servicios oleo hidráulicos

El taller de servicios oleo hidráulicos, para el presente estudio, fue considerado como el área principal de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., dado que la empresa se caracteriza por brindar servicios de mantenimiento y reparación de diversos componentes hidráulicos como bombas de desplazamiento variable, bombas de desplazamiento constante, orbitroles, controles hidráulicos y pistones hidráulicos. Para realizar dichas labores, el taller cuenta con personal técnico capacitado y equipos que brindan soporte al realizar las actividades, en las siguientes figuras se puede apreciar el organigrama dentro de la empresa y un layout que muestra la ubicación de cada equipo de estudio. Los equipos considerados para la investigación son 5: esmeril de banco, prensa hidráulica, banco de pruebas, mesa hidráulica y compresora.

Figura II.5 Layout de taller de servicios oleo hidráulicos

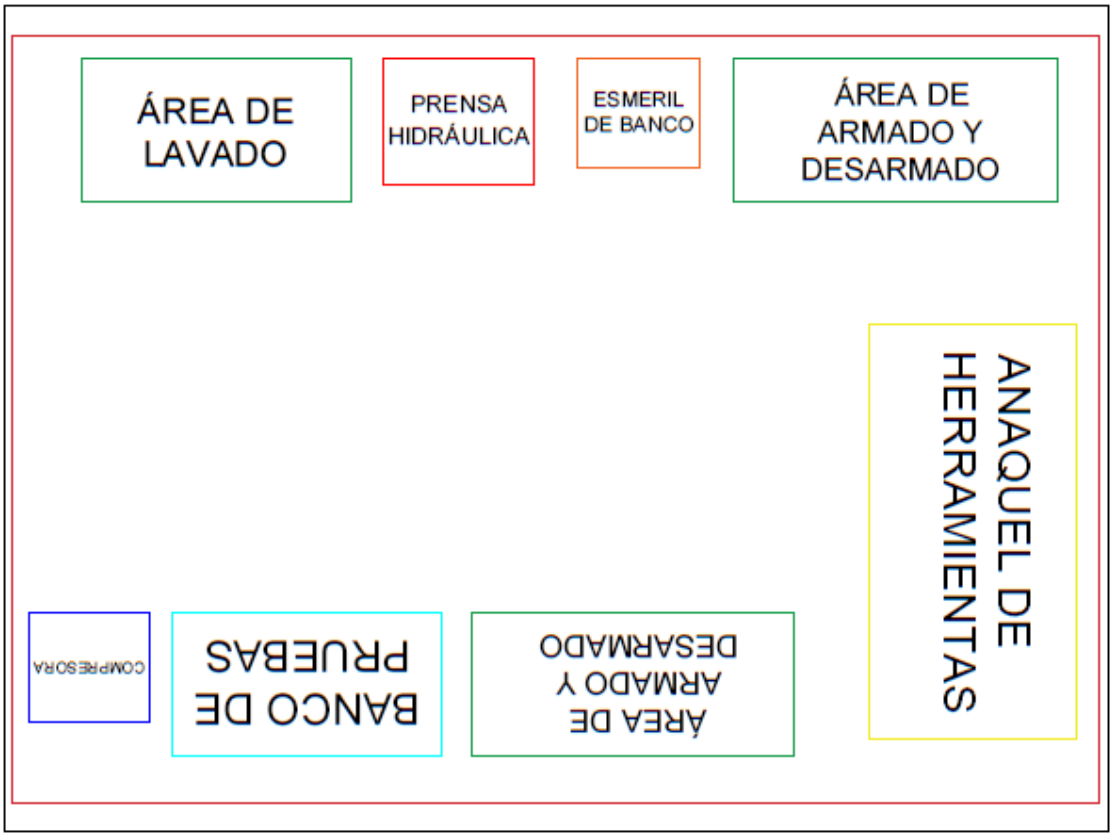
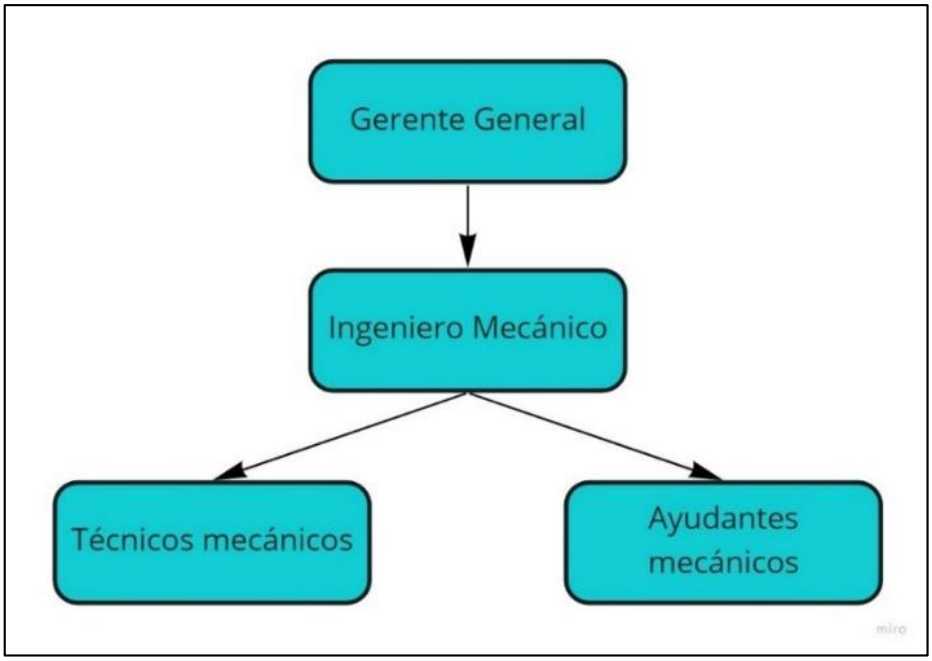


Figura II.6 Organigrama de la empresa



2.3.2. Equipos de estudio

- **Esmeril de banco**

Un esmeril de banco es un equipo utilizado para cortar, esmerilar y pulir diferentes tipos de materiales. También es conocido por los nombres de amoladora angular, esmeril angular, esmeril radial, galletera y rotaflex.

Figura II.7 Esmeril de banco Bauker de 6”

Especificaciones:

La información brindada por la empresa y encontrada en la web se plasmarán en la siguiente tabla de especificaciones, es recomendable considerar estos parámetros al momento de realizar las actividades (Bauker, 2020).

Tabla II.6 Especificaciones de esmeril de banco Bauker

TABLA DE ESPECIFICACIONES	
Marca	Bauker
Modelo	BG150
Serie	3224014
País origen	China
Dimensiones	30x20x20 cm
Peso	7.8 kg
Potencia	200 W
Voltaje	220 V
Amperaje	3.4 A
Frecuencia	50/60 Hz
Diámetro de disco	6 pulgadas (150 mm)

Fuente: Manual de esmeril de banco Bauker, 2020

Instrucciones de seguridad para su uso:

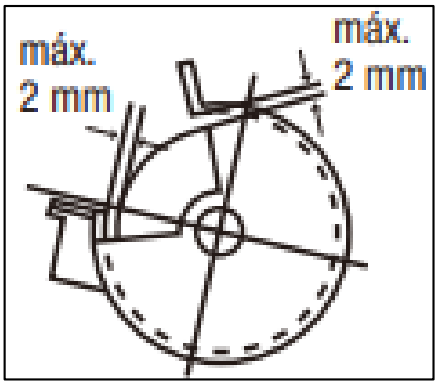
a) Al esmerilar cualquier tipo de metal, se recomienda utilizar un protector facial o lentes de seguridad para salvaguardar la vista del usuario, además de ello el esmeril cuenta con protectores de seguridad transparentes contra chispas el cual evita que la viruta o partículas del metal esmerilado salte y se incruste en la vista de los técnicos, el protector no debe sobrepasar los 2 mm de distancia hacia el disco abrasivo.

b) Verifique que los discos trabajen a unas revoluciones mayores que las de la velocidad de giro del esmeril de banco, en este caso el modelo del esmeril gira a 3450 revoluciones por minuto.

c) Al operar el equipo enfriar frecuentemente el componente a trabajar para así evitar el sobrecalentamiento, tener cuidado de que no entre agua al esmeril.

d) Utilice el soporte de material de trabajo, dado que, debido a la torsión generada por las altas revoluciones del esmeril, este puede arrancarle el componente de las manos, asegure que exista no más de 2 mm de distancia entre el soporte y el disco abrasivo.

Figura II.8 Tolerancia de soporte de esmeril de banco Bauker de 6”



Fuente: Manual de esmeril de banco Bauker, 2020

e) El uso de extensiones eléctricas puede afectar el rendimiento del equipo, debido a que las revoluciones del mismo, varía dependiendo del voltaje de alimentación.

f) Es recomendable para el cuidado del equipo y su mantención, que su uso no sea del todo constante, solo un tiempo estimado de 15 minutos como máximo con un descanso mínimo de 10 minutos antes de volver a usarlo.

g) Para este caso específico de modelo de esmeril de banco, el manual dicta que el diámetro nominal del disco abrasivo de 150 mm (6”), no deba reducirse a más de 25 mm.

h) No comenzar con los procesos abrasivos hasta que el equipo alcance su máxima velocidad, así como tampoco detenga el equipo con las manos u otro objeto, simplemente espere a que se detenga solo y aleje lo más que pueda sus manos.

- **Mesa hidráulica**

Una mesa hidráulica tiene como función principal elevar o nivelar la altura de trabajo del operario para que este trabaje a una altura correcta, así como también trasladar componentes y ubicarlos a alturas específicas.

Figura II.9 Mesa Hidráulica AY-150-MH

Especificaciones:

La información brindada por la empresa y encontrada en la web se plasmarán en la siguiente tabla de especificaciones, es recomendable considerar estos parámetros al momento de realizar las actividades (AYERBE, 2020).

Tabla II.7 Especificaciones de mesa hidráulica AYERBE

TABLA DE ESPECIFICACIONES	
Marca	AYERBE
Modelo	AY-150-MH
Serie	583900
País origen	España
Dimensiones de mesa	70x45 cm
Peso	46 kg
Capacidad de carga	150 kg
Altura de trabajo	72 cm
Impulsos en pedal para altura máxima	28
Tipo de aceite	SAE 10W-40
Cantidad de aceite	500 mL

Fuente: Manual de mesa hidráulica AYERBE, 2020

Instrucciones de seguridad para su uso:

a) La mesa hidráulica posee una capacidad de carga de 500 kilogramos, por ende, se recomienda no sobrecargarla por encima de su capacidad máxima, esto implica también que no se debe permitir por ningún motivo que alguna persona se suba a la mesa.

b) Dado que el equipo se utiliza cuando se tenga la necesidad cargas teóricamente pesadas, no se de transportar el equipo con la superficie elevada, además de ello, para la mantención del equipo y salvaguardar la integridad del técnico u operario, es preferible transportar componentes con la mesa en superficies planas y limpias.

c) Al momento de descender la mesa con el componente sobre ella, apreté la manilla de manera delicada y con una frecuencia constante para tener como resultado un descenso seguro y controlado, no olvidar mantener manos y pies a una distancia segura fuera de la línea de fuego por donde desciende la mesa.

El equipo fue diseñado cumpliendo las siguientes normativas:

- Directiva C.E.E. para maquinaria 89/392/C.E.E. con modificaciones.
- EC Ritchline Maschinen 89/392/EWG i.d.f. 93/44/EWG.

A continuación, se presenta un cuadro brindado por el fabricante, el cual muestra los problemas más comunes que ocurren en el equipo, así como también sus causas y posibles soluciones:

Figura II.10 Problema – causa – solución mesa hidráulica

Problema	Causa	Solución
La mesa no sube	No hay aceite en el depósito Válvula de regulación mal reglada Bola de acero no está en su sitio	Rellene el depósito de aceite Hacer el reglaje de la válvula Colocar o sustituir la bola de acero
La mesa no se mantiene elevada	Válvula de regulación mal reglada Bola de acero no está en su sitio	Hacer el reglaje de la válvula Colocar o sustituir la bola de acero
La mesa no baja	Problema de regulación del cable de la maneta	Regular cable
La válvula pierde aceite	Problema en los retenes	Sustituir los retenes
El bombín pierde aceite	Problema en los retenes	Sustituir los retenes

Fuente: Manual de mesa hidráulica AYERBE, 2020

- **Prensa Hidráulica**

La prensa hidráulica se utiliza en talleres, ya que es un equipo ideal para la extracción e instalación industrial de engranajes, juntas universales, poleas, doblado, enderezamiento u otros trabajos relacionados a la realidad de la empresa.

Figura II.11 Prensa Hidráulica Ferton - 30 Toneladas

Especificaciones:

La información brindada por la empresa y encontrada en la web se plasmarán en la siguiente tabla de especificaciones, es recomendable considerar estos parámetros al momento de realizar las actividades (FERTON, 2020).

Tabla II.8 Especificaciones de prensa hidráulica FERTON

TABLA DE ESPECIFICACIONES	
Marca	FERTON
Modelo	MQP-130
Serie	1008315
País origen	China
Dimensiones	150x80x50 cm
Peso	136 kg
Capacidad de carga	30 toneladas
Desplazamiento de émbolo mayor	60 – 1040 mm
Diám. émbolo mayor	3 pulgadas
Tipo de aceite	SAE 10W-40
Cantidad de aceite	1500 mL

Fuente: Manual de prensa hidráulica FERTON, 2020

Instrucciones de seguridad para su uso:

a) Si el técnico u operario tiene curiosidad del funcionamiento de la prensa hidráulica, se recomienda que revise el manual para su correcta operación y así salvaguardar su integridad.

b) Asegúrese que todas las uniones y soportes se encuentren bien instalados, dado que la prensa puede llegar a trabajar hasta con 30 toneladas de carga, presión la cual puede ser peligrosa si no es controlada y manipulada adecuadamente.

c) Utilice en todo momento los equipos de protección personal adecuados para la operación del equipo, y no usarla cuando se encuentre en condiciones de fatiga o somnolencia, así como también bajo efectos del alcohol o medicamentos que alteren la conciencia.

d) Utilice el aceite recomendado por el fabricante el cual es 10W-30, no utilice líquido de frenos, alcohol, aceite de motor, hydrolina, líquidos limpiadores o cualquier otro tipo de líquido que no sea el adecuado para el equipo, ya que esto puede afectar el rendimiento de la prensa hidráulica.

e) Al momento de hacer el cambio de aceite, coloque el émbolo mayor en su posición mínima, para evitar la sobre alimentación de aceite hidráulico al momento de agregar aceite al tanque principal.

f) No cargue la prensa más allá de su capacidad de trabajo la cual es 30 toneladas, dado que pueden salir piezas desprendidas debido a la alta presión generada por el émbolo mayor, dañando así al patrimonio y la integridad del operario, además de ello, verificar que, al momento de generar carga, los componentes a trabajar, se encuentren alineados con el centro del émbolo mayor.

g) Cierre la válvula de alivio principal en el sentido de las agujas del reloj por completo antes de generar carga para el sistema, dado que hace un sobre esfuerzo en vano sin que se puede producir la presión requerida. Bajo ningún motivo fuera de las tareas de mantenimiento retire por completo la válvula de alivio principal, dado que esta contiene componentes que pueden salir volando debido a la presión del sistema.

A continuación, se presenta un cuadro brindado por el fabricante, el cual muestra los problemas más comunes que ocurren en el equipo, así como también sus causas y posibles soluciones:

Figura II.12 Problema – causa – solución prensa hidráulica

Problema	Posible causa	Solución
El pistón no se mueve.	Piezas metálicas dañadas	Añada aceite o grasa lubricante.
El pistón no sube o solo sube lentamente.	Recipiente demasiado lleno	Ajuste el nivel de aceite correspondientemente.
	Conexiones incorrectas	Limpie y lubrique las piezas móviles.
El pistón no sube por completo.	Nivel del aceite demasiado bajo	Rellene el aceite.

Fuente: Manual de prensa hidráulica FERTON MQP130, 2020

- **Compresor**

El compresor es un equipo térmico diseñado específicamente para aumentar la presión de los fluidos como gases y vapores, ambos compresibles, con la finalidad de generar un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, dando como respuesta gases a alta presión.

Figura II.13 Compresor de aire Campbell Hausfeld - 8 galones

Especificaciones técnicas:

La información brindada por la empresa y encontrada en la web se plasmarán en la siguiente tabla de especificaciones, es recomendable considerar estos parámetros al momento de realizar las actividades (Campbell Hausfeld, 2020).

Tabla II.9 Especificaciones de compresor Campbell Hausfeld

TABLA DE ESPECIFICACIONES	
Marca	Campbell Hausfeld
Modelo	IC081009DI
Serie	170416
País origen	China
Dimensiones de mesa	60x60x30 cm
Peso	55 kg
Capacidad de carga	8 galones
Potencia	2 HP
Voltaje	220 Voltios
Presión máxima	125 PSI
Tipo de aceite	5W-30
Cantidad de aceite	175 mL

Fuente: Manual de compresor Campbell Hausfeld, 2020

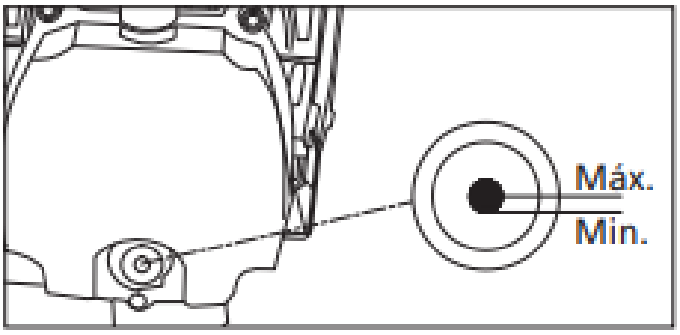
Instrucciones de seguridad para su uso:

a) Utilizar en todo momento los tapones auditivos y lentes de seguridad para evitar consecuencias a futuro debido a una alta exposición al ruido o ingreso de partículas contaminantes hacia la vista, así como también el permanente uso de guantes de seguridad debido a que las piezas del compresor podrían estar calientes por el propio trabajo del mismo, esta condición se puede encontrar hasta con el compresor apagado.

b) Si el cuerpo del compresor presenta abolladuras, golpes o cortes que son muy visibles para el personal técnico, bajo ningún motivo intente reparar o modificar ciertas fallas mediante soldaduras, taladrados o algún otro tipo de modificación, dado que se podría debilitar el cuerpo principal y este tendería a romperse o inclusive en el peor de los casos a explotar.

c) Tomar las debidas precauciones al rociar sustancias con el compresor, debido a que estas pueden ser inflamables o dañinas para la salud del usuario y el equipo, por ello se recomienda utilizar un respirador en un área ventilada y lo más apartado del compresor posible.
d) El compresor cuenta con un protector de sobrecarga que evita que se sobrepase los 10.34 bares establecidos según fabricante, y se recomienda dejar enfriar por lo menos 30 minutos luego de que se active el compresor antes de que se vuelva a utilizar.
e) Es de mera importancia tener en cuenta las condiciones donde se instala el compresor, dado que; para un óptimo funcionamiento y mantención del equipo, se debe considerar instalar el equipo en un área limpia, seca y ventilada con una temperatura q no exceda los 38°C (100°F) y una distancia de separación entre el compresor y la pared siguiente de 45.7 cm (18 pulgadas), esto para obtener una mejor ventilación del motor.
f) Si se desea tener mayor maniobrabilidad y área de trabajo del compresor, lo ideal es instalar una manguera de aire más larga, dado que conectar una extensión con un calibre inadecuado, podría generar que se dispare el disyuntor de la fuente de alimentación o que se produzca un recalentamiento en el motor. Para ello el manual recomienda utilizar 7.5, 15 y 30 metros de cable para calibres de 14, 12 y 10 respectivamente.
g) El compresor tiene una capacidad de aceite de aproximadamente 175 mL (6 oz), y se agrega de manera gradual verificando constantemente la mirilla ubicada en su cabezal, esta mirilla cuenta con un nivel mínimo y máximo. Para realizar el cambio de aceite de manera eficiente, se debe dejar funcionando por lo menos 5 minutos debido a que por propiedad del aceite, este se vuelve menos viscoso o más liquido debido a las altas temperaturas, generando un drenado de aceite mucho más rápido. Se recomienda utilizar aceite sintético Chevron 5W-30 o aceite sintético para motores 10W-30.

Figura II.14 Indicador de nivel de aceite de compresor

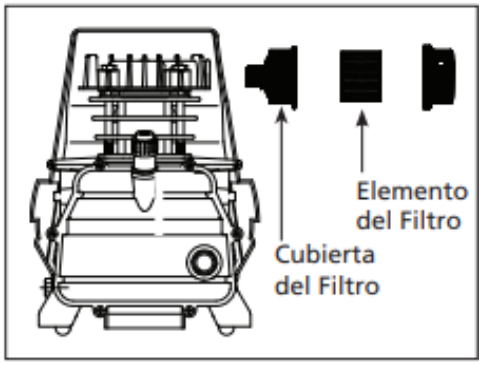


Fuente: Manual de compresor Campbell Hausfeld, 2020

h) Es recomendable drenar el tanque de manera diaria a una presión por debajo de 0.69 bares debido a que se puede acumular la humedad internamente ocasionando corrosión, o contaminación de la sustancia a rociar con el compresor, pero eso va a depender mucho de las condiciones del trabajo del compresor, además de ello para un mejor drenado incline el tanque y eliminar así toda la humedad contenida.

i) Para el caso del filtro de aire, este debe verificarse de manera periódica, dado que al obstruirse puede generar la disminución de la eficiencia del compresor y por ende un recalentamiento, si el filtro se encuentra sucio, es recomendable cambiarlo.

Figura II.15 Filtro de aire de compresor



Fuente: Manual de compresor Campbell Hausfeld, 2020

A continuación, se presenta un cuadro brindado por el fabricante, el cual muestra los problemas más comunes que ocurren en el equipo, así como también sus causas y posibles soluciones:

Figura II.16 Problema – causa – solución de compresor

Guía de Diagnóstico de Averías (Continuación)

Problema	Posible(s) Causa(s)	Acción a Tomar
El compresor se apaga en forma inesperada o no arranca	1. Sobrecarga del circuito	1. Desconecte los demás accesorios eléctricos del circuito, o haga funcionar el compresor en su propio ramal del circuito.
	2. Bajo voltaje	2. Verifique el voltaje en el tomacorriente de pared con un voltímetro.
	3. Uso del cable de extensión – calibre inadecuado del cable y/o demasiado largo.	3. Retire el cable de extensión o consulte la Tabla para el Cable de Extensión, en la página 28.
	4. Conexiones eléctricas sueltas	4. Verifique todas las conexiones eléctricas.
	5. Válvula de retención desgastada	5. Cambie la válvula de retención **⚠ PELIGRO** ***No desensamble la válvula de retención con aire en el tanque; purgue el tanque.***
	6. Válvula de descarga defectuosa (en el interruptor de presión)	6. Cambie la válvula de descarga.
	7. Condensador(es) del motor defectuoso(s)	7. Reemplace el condensador(es).
	8. Motor defectuoso	8. Cambie el motor
	9. Falta de ventilación adecuada/ temperatura ambiente demasiado alta	9. Mueva el compresor a un área bien ventilada.
	10. El filtro de entrada está obstruído	10. Límpielo o reemplácelo
Golpeteos, zumbidos, y/o vibración excesiva	1. Pernos de montaje sueltos	1. Ajuste los pernos.
	2. El tanque no está nivelado	2. Utilice una cuña/objeto fuerte para poner el tanque a nivel.
	3. El cilindro o pistón está desgastado/marcado	3. Reemplace o repare según sea necesario.
El compresor funciona en forma continua y la válvula de seguridad se abre cuando aumenta la presión	1. Presostato defectuoso	1. Reemplace el interruptor.
	2. Válvula de seguridad defectuosa	2. Cambie la válvula de retención con un repuesto original.
Fuga de aire en la válvula de descarga en el interruptor de presión	1. Válvula de retención atascada en la posición de abierto	1. Repare o cambie la válvula de retención.
	2. Válvula de descarga atascada en la posición de abierto	2. Repare o cambie la válvula de descarga. **⚠ PELIGRO** ***No desensamble la válvula de retención con aire en el tanque; purgue el tanque.***

Fuente: Manual de compresor Campbell Hausfeld, 2020

Figura II.17 Problema – causa – solución compresor (continuación)

Manual de Instrucciones y Lista de Piezas

Guía de Diagnóstico de Averías

Problema	Posible(s) Causa(s)	Acción a Tomar
El compressor no funciona	1. No hay energía eléctrica	1. ¿Está conectado? ¿Está prendido el interruptor? Chequée el fusible/cortacircuito
	2. Cortacircuito desconectado	2. Conéctelo, determine la causa del problema
	3. Presostato dañado	3. Reemplácelo
	4. El motor ha trabajado excesivamente.	4. Apague, deje enfriar, vuelva a encender.
	5. La presión del tanque se encuentra por encima del nivel de activación.	5. Libere la presión del tanque hasta que baje al nivel de activación.
Los fusibles se queman/ cortacircuito se activa con frecuencia	1. Fusible inadecuado, circuito sobrecargado	1. Cerciórese de que está usando el fusible adecuado, use un fusible de acción retardada. Desconecte los otros artefactos eléctricos del circuito o conecte el compresor a otro circuito.
	2. Uso del cable de extensión – calibre inadecuado del cable y/o demasiado largo.	2. Retire el cable de extensión o consulte la Tabla para el Cable de Extensión, en la página 28.
	3. Válvula de retención desgastada	3. Cambie la válvula de retención **⚠ PELIGRO** ***No desensamble la válvula de retención con aire en el tanque; purgue el tanque.***
	4. Válvula de descarga defectuosa (en el interruptor de presión)	4. Cambie la válvula de descarga.
	5. Condensador(es) del motor defectuoso(s)	5. Reemplace el condensador(es).
	6. Motor defectuoso	6. Cambie el motor
La presión del tanque baja cuando el compresor se apaga	1. Conexiones flojas (conexiones, tuberías, etc.)	1. Revise todas las conexiones con una solución de agua y jabón. Apriete, o retire y aplique sellador o cintas para roscas, luego vuelva a ensamblar.
	2. Abra la válvula de drenaje del tanque.	2. Cierre la válvula de drenaje del tanque
	3. Fugas del tanque	3. Revise el tanque en busca de fugas con una solución de agua y jabón. Si detecta una fuga, se deberá reemplazar el tanque con una pieza de repuesto original.
	4. Válvula de retención desgastada	4. Cambie la válvula de retención **⚠ PELIGRO** ***No desensamble la válvula de retención con aire en el tanque; purgue el tanque.***
El compresor funciona en forma continua y/o la salida de aire es más baja que la presión de descarga normal/ baja	1. Consumo excesivo de aire	1. Disminuya el consumo de aire; el compresor es muy pequeño para suministrar el aire requerido
	2. Filtro de entrada obstruido	2. Limpie o reemplace el filtro
	3. Abra la válvula de drenaje del tanque.	3. Cierre la válvula de drenaje del tanque
	4. Hay fugas de aire en las tuberías (del compresor o del sistema de conexión)	4. Revise todas las conexiones con una solución de agua y jabón. Apriete, o retire y aplique sellador o cintas para roscas, luego vuelva a ensamblar.
	5. Aro del pistón desgastado	5. Reemplácelo
	6. Válvula dañada (en la bomba)	6. Cambie la válvula
	7. Fugas del tanque	7. Revise el tanque en busca de fugas con una solución de agua y jabón. Si detecta una fuga, se deberá reemplazar el tanque con una pieza de repuesto original.
	8. El presostato está dañado	8. Reemplace el presostato
Exceseso de humedad en el aire expulsado	1. Exceso de agua en el tanque	1. Drene el tanque
	2. Humedad alta	2. Mueva el compresor a una área menos húmeda; use un filtro de aire incorporado a la línea

Fuente: Manual de compresor Campbell Hausfeld, 2020

- **Banco de pruebas**

El banco de pruebas es un equipo diseñado para generar los ensayos hidráulicos de los controles hidráulicos y orbitroles, dichos ensayos tienen como respuesta presiones reflejadas en los manómetros, el banco de pruebas consta de un motor eléctrico, una bomba hidráulica, un tanque hidráulico, pistón hidráulico y diversas válvulas que permiten el desarrollo de los ensayos.

Figura II.18 Banco de pruebas hidráulicas

<u>Especificaciones técnicas</u>

La información brindada por la empresa y encontrada en la web se plasmaron en la siguiente tabla de especificaciones, es recomendable considerar estos parámetros al momento de realizar las actividades (ABB, 2021).

Tabla II.10 Especificaciones de componentes del banco de pruebas

TABLA DE ESPECIFICACIONES	
Dimensiones de banco	1.5x0.75x1.6 metros
Peso	200 kg
Modelo	M2QA112L4A
Serie	1FC60034
País origen	Suecia
Peso	45 kg
Potencia	7.5 HP
Voltaje	220 Voltios
Amperaje	20.5 A
Frecuencia	60 Hz
Factor de potencia	0.84
Marca bomba hidráulica	PARKER
Modelo	F11-005-LB-CV-R-209
Serie	3782009
País origen	Estados Unidos
Peso	4.7 kg
Desplazamiento	4.9 cm3/rev
Sentido de giro	Anti horario
Presión máxima	420 bares
Tipo de aceite	10W-30
Capacidad de aceite	10 galones
Presión de manómetros	600 – 5000 PSI
Presión de mangueras	3000 PSI

Fuente: Manuales de motor eléctrico, bomba hidráulica y mangueras, 2021

Instrucciones de seguridad para su uso y mantenimiento:

a) El motor eléctrico debe utilizarse únicamente en superficies horizontales y fijas, sus condiciones de trabajo pueden variar en cuanto a la temperatura según el manual puede ser desde los -20°C hasta los 40°C, así como también se debe de tener en cuenta que la altura máxima de trabajo del motor es de 1000 metros sobre el nivel del mar. Además de ello se debe de respetar las especificaciones de trabajo plasmadas en sus placas de identificación, debido a que estos indicadores cumplen una función vital en la prolongación de la vida útil del equipo (ABB, 2021).

b) De acuerdo a la norma EN/IEC 60034-1:2004, Zona A, la variación de alimentación de tensión y frecuencia no deben de superar el +/- 5% y el +/- 2% respectivamente.

c) Para el cuidado del motor, si este ha permanecido en reposo durante un largo periodo de tiempo, se debe de girar el eje cada 2 semanas accionando el motor, o en caso de no contar con una fuente de alimentación, girarlo con la mano 1 vez por semana, en caso contrario se podrían ver afectados los rodamientos debido a picaduras generadas por las propias vibraciones de equipos cercanos.

d) Lubricar el rodamiento 1 vez por mes mientras se hace girar el eje, esto va a depender del tipo de motor eléctrico que se instale, dado que existen rodamientos engrasados de por vida y rodamientos reengrasables, para este último tipo, el cual es el motor de estudio, se recomienda según el manual engrasar solo con la mitad de grasa especificada en la figura II.19, luego de ello accionar el equipo durante unos minutos a una velocidad máxima, pare el equipo y aplique el resto de la cantidad especificada.

Figura II.19 Cantidad de grasa para condiciones de trabajo

Tamaño de carcasa	Cantidad de grasa del rodamiento en lado Acople [g]	Cantidad de grasa del rodamiento en lado No Acople [g]	3600 r.p.m.	3000 r.p.m.	1800 r.p.m.	1500 r.p.m.	1000 r.p.m.	500-900 r.p.m.
Intervalos de lubricación por horas de funcionamiento								
132	7,2	7,2	9 000	11 000	16 000	18 000	22 000	25 000
160	13	13	7100	8900	14 300	16 300	20 500	21 600
180	15	15	6100	7800	13 100	15 100	19 400	20 500
200	20	15	4300	5900	11 000	13 000	17 300	18 400
225	23	20	3 600	5 100	10 100	12 000	16 400	17 500
250	30	23	2 400	3 700	8 500	10 400	14 700	15 800
280	35	35	1 900	3 200	–	–	–	–
280	40	40	–	–	7 800	9 600	13 900	15 000
315	35	35	1 900	3 200	–	–	–	–
315	55	40	–	–	5900	7600	11 800	12 900
355	35	35	1900	3200	–	–	–	–
355	70	40	–	–	4000	5600	9600	10 700
400	40	40	1500	2700	–	–	–	–
400	85	55	–	–	3200	4700	8600	9700
450	40	40	1500	2700	–	–	–	–
450	95	70	–	–	2500	3900	7700	8700

Fuente: Manual de motor eléctrico ABB, 2021

e) Al utilizar grasas o lubricantes no compatibles con el equipo, esto puede repercutir en su vida útil, por ello la sustancia lubricante debe de cumplir los siguientes requisitos: contar con espesante de complejo de litio y aceite base mineral o de PAO, una viscosidad de 100 a 160 Centistock (Cst) bajo condiciones de trabajo de 40°C, un grado de consistencia de 1.5 a 3 y un rango de temperatura de operación continua de 30 – 140 °C. Todas estas condiciones deben de cumplirse si la temperatura ambiente oscila entre -30 a 55° C y la temperatura del rodamiento debe de ser <110°C. A continuación, se presentan las grasas de alto rendimiento sugeridas por el fabricante. (ABB, 2021)

Figura II.20 Grasas y lubricantes de motor eléctrico recomendados por ABB

Mobil	Unirex N2 o N3 (base con complejo de litio)
Mobil	Mobilith SHC 100 (base con complejo de litio)
Shell	Gadus S5 V 100 2 (base con complejo de litio)
Klüber	Klüberplex BEM 41-132 (base especial de litio)
FAG	Arcanol TEMP110 (base con complejo de litio)
Lubcon	Turmogrease L 802 EP PLUS (base especial de litio)
Total	Multiplex S2 a (base con complejo de litio)
Rhenus	Rhenus LKZ 2 (base con complejo de litio)

Fuente: Manual de motor eléctrico ABB, 2021

f) La bomba hidráulica posee un rodamiento tipo cónico en su eje motriz, el cual está sometido a cargas axiales y radiales debido a su uso, la vida útil de este rodamiento depende básicamente de la presión del sistema, la velocidad de operación, la aplicación de cargas externas del eje, la viscosidad del fluido y el nivel de contaminación del sistema hidráulico. (Parker, 2021)

g) Las mangueras hidráulicas utilizadas para el trabajo, fueron diseñadas bajo la norma SAE 100R2-2SN, norma que menciona que la aplicación de las mangueras hidráulicas puede realizarse a sustancias ligeramente compresibles como el aceite hidráulico, glicol, combustibles, lubricantes, etc., esto para producir una transmisión de potencia hidráulica. Su temperatura de trabajo según el manual de especificaciones debe de ser entre -40° a 100°C.

En la siguiente tabla se puede apreciar sus características para cada dimensión requerida. (Huerta, 2021).

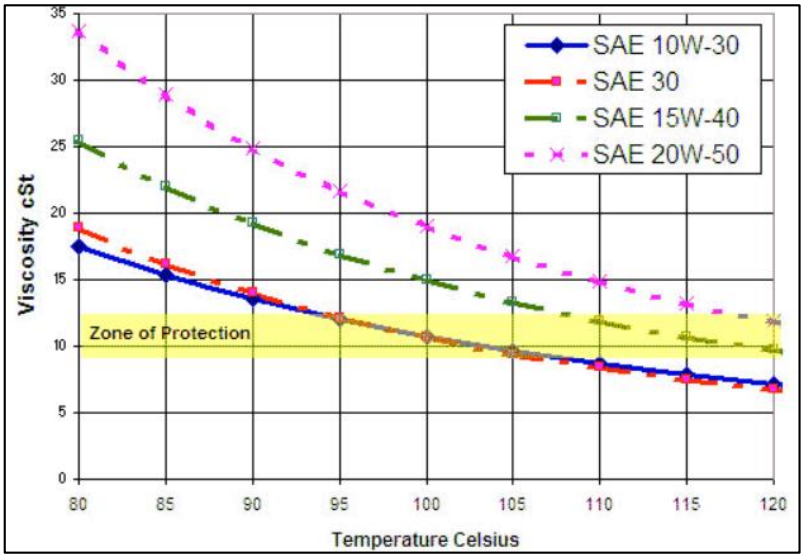
Figura II.21 Cuadro de selección de mangueras hidráulicas

Diámetro Interno		Diámetro Externo Manguera	Presión de Trabajo	Presión de Ruptura	Radio Mínimo de Curvatura	Peso	
Pulgadas	mm	mm	psi	psi	mm	Kg/m	
1/4"	6.4	15.7	5800	23200	100	0.372	
5/16"	8.0	17.3	5075	20300	115	0.430	
3/8"	9.5	19.7	4785	19140	130	0.560	
1/2"	12.7	23	3987.5	15950	180	0.640	
5/8"	16.0	26.2	3625	14500	200	0.732	
3/4"	19.0	30.1	3117.5	12470	240	0.930	
1"	25.4	38.9	2392.5	9570	300	1.360	
1.1/4"	31.8	49.5	1812.5	7250	420	1.850	
1.1/2"	38.1	55.9	1305	5220	500	2.300	
2"	50.8	68.6	1160	4640	630	2.650	

Fuente: Manual de especificaciones mangueras JDE, 2021

h) Debido al tipo de aceite hidráulico que utiliza el banco de pruebas, y siguiendo las recomendaciones del fabricante de la bomba hidráulica, las condiciones de temperatura de trabajo no deben estar fuera de rango desde -40°C a 100°C, dado que el aceite perdería propiedades exponiendo a componentes en constante fricción teniendo como respuesta negativa el desgaste. (SúperS, 2022).

Figura II.22 Diagrama de viscosidad vs temperatura SAE 10W-30



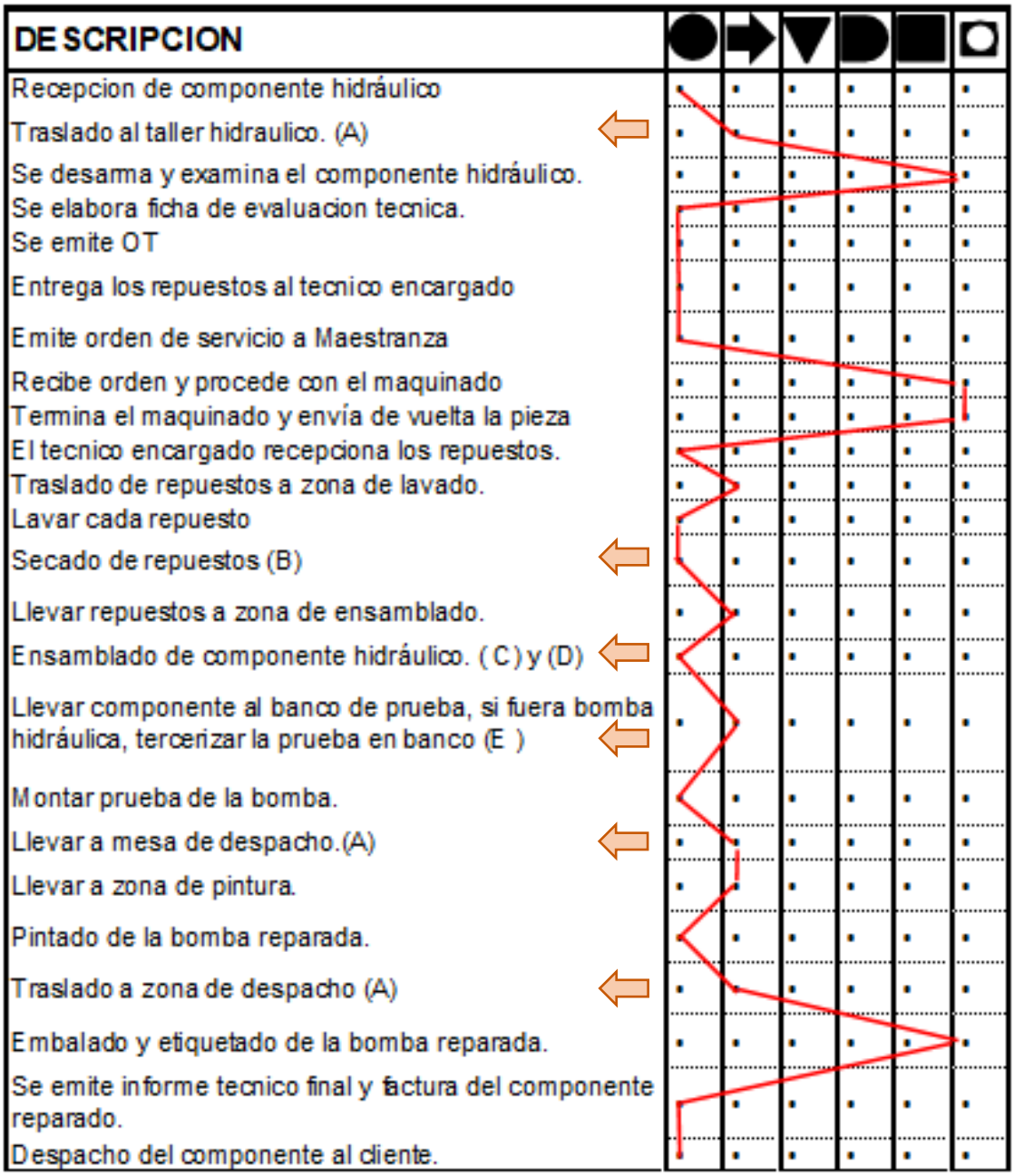
Fuente: Manual de especificaciones aceite hidráulico SúperS, 2022

2.3.3. Proceso de trabajo

En la figura II.12, se puede apreciar el proceso de trabajo dese que ingresa un componente hidráulico hasta su despacho hacia su respectivo cliente, se menciona el proceso debido a que se puede distinguir mediante letras mayúsculas y entre paréntesis la influencia o participación de los equipos de estudio de la presente tesis.

El proceso inicia en la recepción del componente hidráulico, trasladarlo con ayuda de la mesa hidráulica (A), hacia el taller para poder desarmarla y examinar los motivos de la falla, posteriormente se genera una ficha de evaluación técnica así como también una Orden de trabajo "OT" para el cliente donde se incluya la cotización de la reparación o mantenimiento, aceptado esto por el cliente, se entregan los repuestos hidráulicos al técnico encargado; si fuese necesario realizar trabajos de manufactura, se envían los componentes a maquinar a un taller de maestranza cercano. Culminado ello, se deben de lavar con disolvente los repuestos nuevos y lo que se corrigió en maestranza (alternativo), para evitar contaminación en el sistema hidráulico de los equipos a los cuales se montarán los componentes reparados, se debe de soplar con aire comprimido hasta que no quede rastro del disolvente o algún otro contaminante, para ello se hace uso del compresor (B) que se encuentra en el taller. Posteriormente, con los repuestos adquiridos se procede a ensamblarlos, es aquí donde se utiliza a la prensa hidráulica (C) o esmeril de banco (D), para instalar pistas de rodamientos o pulir componentes para un mejor asentado. Luego del ensamblaje dependiendo de que componente se está reparando, se puede llevar a realizar las pruebas de presiones en un banco de pruebas cercano o si fuera el caso de orbitroles y controles hidráulicos en el banco de pruebas propio de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. (E). Finalmente se emite un informe técnico de las pruebas realizadas, se prepara el componente y se despacha a su respectivo cliente.

Figura II.23 Diagrama de proceso Bullón Hidráulica S.A.C.



	Resumen
○	Operaciones
⇨	Transporte
□	Inspección
D	Demora
▽	Almacenamiento

2.4. Definición de términos básicos

- Mantenimiento: Es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con máximo rendimiento.
- Confiabilidad: Capacidad para realizar una función requerida bajo condiciones establecidas en un periodo determinado.
- Mantenibilidad: Es la habilidad para que un componente en condiciones de uso, pueda ser mantenido a un estado en que pueda hacer sus funciones requeridas, cuando el mantenimiento se realizó con procedimientos y recursos pre escritos.
- Disponibilidad: Es la probabilidad de que un equipo funcione de manera adecuada en un momento dado.
- Tiempos fuera de servicio por fallas: Conocido por las siglas MTTR, es el tiempo medio necesario para reparar las fallas de un equipo.
- Tiempos promedios entre fallas: Conocido por las siglas MTBF, es el tiempo promedio de operación de un equipo hasta que se genere alguna falla.
- Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos obtenidas por el equipo y los recursos necesarios para dicha producción.
- Falla: Cualquier cambio en un componente que cause incapacidad para realizar insatisfactoriamente su función intencional o misión.
- Tasa de fallas: Es la frecuencia con que se presentan los fallos en los componentes, expresado en fallos/hora.
- Vida útil: Es el periodo de operación que tiene cada equipo o maquinaria sin que ocurra algún tipo de falla.
- Criticidad: Es el nivel e impacto de un equipo o maquinaria en un proceso de producción

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis (general y específicas).

A. Hipótesis general

La elaboración de un plan mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.

B. Hipótesis específicas

- La recolección de información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.
- El análisis situacional actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulico ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.
- El control de programa de mantenimiento de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.
- La aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.

3.1.1. Operacionalización de variable

a) Definición Conceptual de variables

Variable Independiente

- Plan de Mantenimiento Preventivo

"El mantenimiento preventivo son acciones que se llevan a cabo antes de que se produzcan daños en los equipos e instalaciones, con el fin de evitarlos o disminuir sus efectos" (Sánchez et al, 2015).

Variable Dependiente

- Disponibilidad

Está definido de acuerdo a las indicaciones de carácter mundial en Ingeniería del Mantenimiento de que una máquina o sistema esté operativa para la producción en un periodo de tiempo determinado (Flores, 2021).

Tabla III.1 Operacionalización de variables

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Índices	Método	Técnica
V.Independiente: Plan de mantenimiento preventivo	El plan de mantenimiento preventivo se evalúa en consideración a la recolección de información, el análisis situacional actual, así como también un control de programa de mantenimiento, y la aplicación correcta del mismo, para ello se recolecta información de los equipos que brindaran información para valorar porcentualmente los equipos y jerarquizarlos en base a su criticidad, y así generar actividades de mantenimiento controladas mediante una frecuencia de fallas, teniendo como respuesta datos que se reflejarán en los indicadores de mantenimiento	Recolección de información	- Información de equipos	Fichas técnicas, encuesta	adimensional	Sistémico	Recolección de datos por técnica documental y empírica (observación y encuesta)
		Análisis situacional actual	- Valoración del estado actual	Ficha de evaluación técnica, encuesta	%		
			- Análisis de criticidad	Ficha de criticidad, encuesta	Escala de criticidad		
		Control de programa de mantenimiento	- Actividades de mantenimiento	Ficha de registro de mantenimiento, encuesta	Días, semanas, meses		
			- Frecuencia de fallas	Ficha de registro de fallas, encuesta	Horas, días		
		Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo	- Indicadores de mantenimiento	Fichas de inspección, encuesta	Horas		
V.Dependiente: Disponibilidad	Esta variable se va a medir mediante un cálculo entre la mantenibilidad y confiabilidad, datos que están relacionados con los tiempos promedios en reparar las fallas y en que suceda cada falla.	Mantenibilidad	- Tiempo promedio en reparar las fallas	Ficha de recolección de datos	$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de averías}}$		Recolección de datos por técnica documental
		Confiabilidad	- Tiempo promedio entre fallas	Ficha de recolección de datos	$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de averías}}$		

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico.

- La presente investigación es de tipo tecnológica o aplicada debido a que se aplicó conocimientos acerca del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos.

  Según Espinoza, la investigación aplicada tiene como propósito transformar los conocimientos existentes o modelos en objetos útiles a la sociedad, se puede llamar también proceso de innovación. Busca que las soluciones generen efectividad o productividad (2010, p. 106).
- Posee un enfoque cuantitativo dado que se utilizarán herramientas de recolección de datos como registro de fallas, registros de mantenimiento, fichas de evaluación de estado actual, y otras más que se evidenciarán en el desarrollo del proyecto.

  Según Sampieri, la investigación cuantitativa ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, otorga control sobre los fenómenos, así como un punto de vista basado en conteos y magnitudes. También, brinda una gran posibilidad de repetición y se centra en puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares (2014, p. 15).
- Es de diseño experimental – pre experimental debido a que se presentan estudios antes de la implementación y posteriormente luego de aplicarlos para verificar si este último es beneficioso para la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.

  Según Espinoza, son diseños que no pueden controlar los factores que influyen contra la validez interna y externa. Pero ilustran la forma en que las variables extrañas pueden influir en la validez interna. Muestra lo que se debe y no se debe hacer (2010, p. 97).
- El tipo de estudio de la presente investigación es longitudinal – prospectivo, pues se recolectaron datos en más de 2 ocasiones (agosto 2021 – mayo 2022) y se hizo el registro de datos desde agosto 2021 en adelante.

  Según Supo, la variable de estudio es medida en dos o más ocasiones; por ello, de realizar comparaciones (antes – después) son entre muestras relacionadas, y además que los datos necesarios para el estudio son

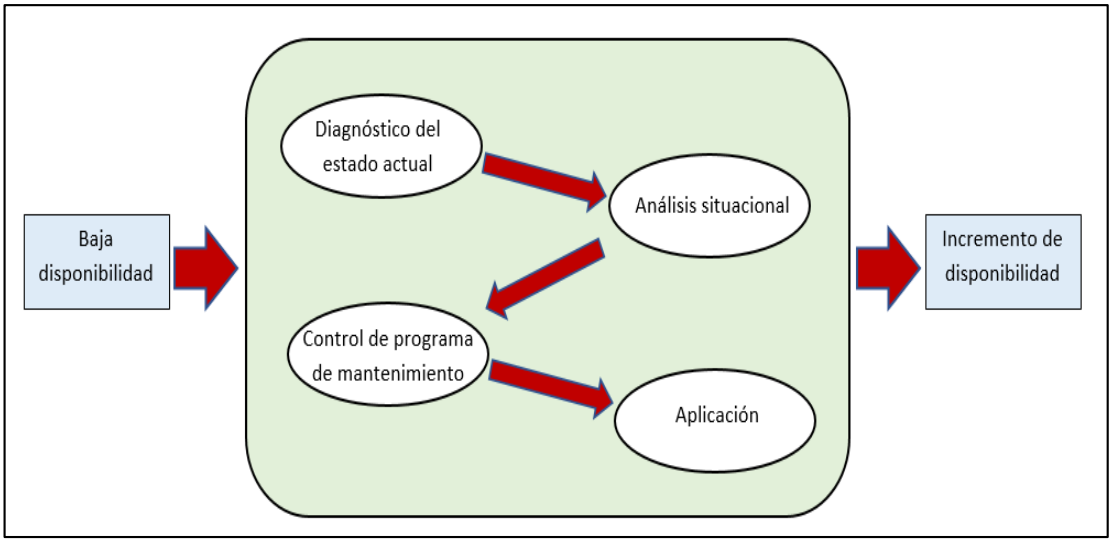
recogidos a propósito de la investigación (primarios). Por lo que, posee control de sesgo de medición. El investigador realiza las mediciones (2012, p. 1).

4.2. Método de investigación.

Según Espinoza, el enfoque sistémico consiste en estudiar la realidad en su totalidad, la interacción de sus componentes y las propiedades emergentes resultantes sin perder de vista su complejidad (2010, p. 41).

Para la presente tesis, el método de investigación es sistémico con una organización lineal, debido a que el proceso es secuencial distribuido en cuatro etapas: la primera etapa consistió en hacer el diagnóstico del estado actual, etapa donde se recolectó información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en base a fichas técnicas y otros textos brindados por la empresa, para luego generar otras fichas específicas y relevantes de cada equipo; la segunda etapa de análisis situacional, se evaluó el estado técnico actual del equipo para así tener como referencia que tipo de servicio de mantenimiento debería brindarse a cada equipo, así como también se realizó el análisis de criticidad y jerarquizar los equipos; en la tercera etapa, denominada control de programa de mantenimiento, se codificó los equipos, se designó actividades de mantenimiento preventivo, que se registraron en las fichas de registro de mantenimiento y además de ello gracias a las fichas de registros de falla, se pudo recopilar la data de la frecuencia de fallas, para que finalmente en la cuarta etapa por medio de la ficha de inspección y las fichas de recolección de datos, se pueda verificar la correcta aplicación de las actividades de mantenimiento preventivo, además de recopilar los datos que ayudaron a calcular los indicadores de mantenimiento dando como respuesta a ello la evaluación del crecimiento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos.

Figura IV.1 Método sistémico



4.3. Población y muestra.

4.3.1 Población

"La población o universo se puede definir como un conjunto de unidades o ítems que comparten algunas notas o peculiaridades que se desean estudiar" (Hernández, 2001).

En la investigación la población son los 5 equipos pertenecientes a la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., el esmeril de banco, la mesa hidráulica, prensa hidráulica, banco de pruebas y el compresor.

4.3.2 Muestra

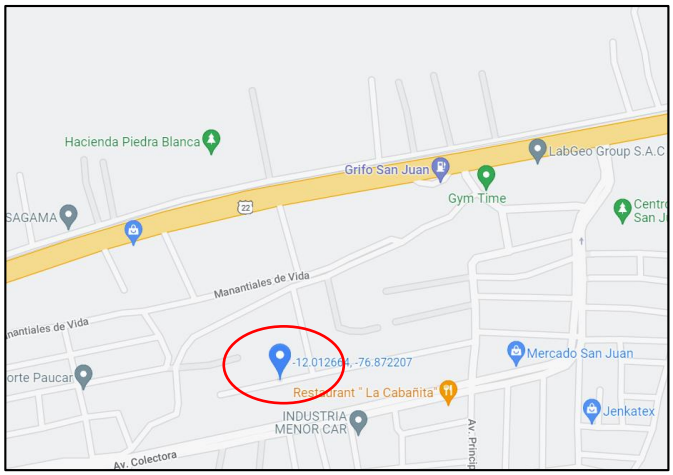
Hernández mencionó que "una muestra es una parte, más o menos grande, pero representativa de un conjunto o población, cuyas características deben reproducirse lo más próximo posible" (2001, p. 127).

En el caso del estudio realizado, la muestra es censal, es decir la muestra es la población, dado que se presenta un caso atípico de población y muestra debido a que, si seleccionamos el 100% de la población, este número es manejable.

4.4. Lugar de estudio.

El lugar donde se realizó el estudio fue en el taller oleo hidráulico de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., ubicado en la Asoc. Los Claveles Mz. E Lt. 14 – San Juan.

Figura IV.2 Ubicación de empresa Bullón Hidráulica S.A.C.



Fuente: Google Maps, 2022

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

a. Técnicas

Según Espinoza, las técnicas de recolección de datos organizan la investigación para obtener el nuevo conocimiento, existen dos técnicas generales de recolección de datos: técnica documental y técnica empírica.

Las técnicas utilizadas para la recolección de información en la presente investigación fueron la técnica documental y empírica (observación y encuesta), debido a que estas permitirán observar a los equipos y obtener datos próximos a como está funcionando el objeto de investigación, además de brindar datos cuantitativos e información requerida para el desarrollo de la tesis. Así como también se hizo uso de una encuesta dirigida hacia los técnicos del taller para valorar el impacto que genera la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de los equipos (2010, p. 110).

b. Instrumentos

Según Espinoza, el instrumento de recolección de datos debe representar a los indicadores de las variables que se pretende medir. Es decir, un instrumento apropiado debe tener los siguientes requisitos: validez y confiabilidad (2010, p. 133).

Los instrumentos utilizados fueron las fichas de recolección de datos, como fichas de registro de mantenimiento, fichas de evaluación técnica, fichas de estado actual, y la encuesta dirigida hacia los técnicos del taller, instrumentos que ayudarán a registrar datos cuantitativos reales, los cuales brindarán un análisis pre y post aplicación del proyecto, todos estos datos serán proporcionados por la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

El desarrollo de la investigación se dio en las siguientes etapas:

Tabla IV.1 Etapas de la investigación

ORDEN	ETAPA	SUB ETAPA
1°	Recolección de información	-Información de equipos -Elaboración de fichas técnicas
2°	Análisis situacional actual	-Valoración del estado actual -Análisis de criticidad
3°	Control de programa de mantenimiento	-Codificación de equipos -Actividades de mantenimiento -Frecuencia de fallas -Stock de repuestos
4°	Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo	-Registro de aplicación de mantenimiento preventivo -Indicadores de mantenimiento

a) 1° etapa: Recolección de información

- **Recopilación de información**

En esta etapa de la investigación se utilizó recursos bibliográficos brindados por la empresa para conocer de manera detallada los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos - Bullón Hidráulica S.A.C., así como también se hizo inspecciones visuales para complementar la información teórica previamente investigada, conocer el funcionamiento y los recursos con los que cuenta el área.

Figura IV.3 Manuales de equipos recopilados

Fuente: Manuales entregados por la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.

- **Elaboración de fichas técnicas**

Se elaborarán archivos técnicos, donde se registró información relevante de los equipos; en esta ficha técnica, debe mencionarse todos los datos importantes del equipo (nombres, código, marca, etc.), para poder identificarla. En la siguiente figura se aprecia la ficha técnica del esmeril de banco, las otras fichas restantes se adjuntarán en los anexos.

Figura IV.4 Ficha técnica de esmeril de banco

BULLON HIDRAULICA	FICHA TÉCNICA	Ficha: FTB - 01
		Código: BLH - TO - EB01
	ESMERIL DE BANCO	Manual de fabricante: SI
		Ubicación: Taller Oleo hidráulico

DATOS GENERALES	
MARCA	Bauker
MODELO	BG150
SERIE	3224014
AÑO FABRICACIÓN	2017
PAÍS ORIGEN	China
DIMENSIONES	30x20x20 cm
AÑO DE INSTALACIÓN	2018
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PESO	7.8 kg
POTENCIA	200 W
VOLTAJE	220 V
AMPERAJE	3.4 A
FRECUENCIA	50/60 Hz
VELOCIDAD DE MOTOR	2950/3450 RPM
SOPORTE AJUSTABLE	SI
DIAMETRO DE DISCO	6"
COLOR	Verde

IMAGEN DE REFERENCIA

DESCRIPCIÓN

Un esmeril de banco es una herramienta utilizada para cortar, esmerilar y pulir diferentes tipos de materiales. También se le conoce con los nombres de amoladora angular, esmeril angular, radial, galletera o rotaflex.

OBSERVACIONES

- Base y motor de hierro fundido
- Motor totalmente sellado a prueba de polvo y derrame de líquidos.
- Posee protector visual, mango ergonómico, base antideslizante.
- No requiere engrasar componentes internos.

Se recolectó información específica de cada equipo y se generaron fichas técnicas para cada uno, los resultados fueron los siguientes:

Tabla IV.2 Fichas técnicas de equipos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
FTB - 01	Ficha Técnica de Esmeril de banco #01
FTB – 02	Ficha Técnica de Banco de pruebas #01
FTB - 03	Ficha Técnica de Prensa Hidráulica #01
FTB – 04	Ficha Técnica de Compresor #01
FTB - 05	Ficha Técnica de Mesa hidráulica #01

b) 2° etapa: Análisis situacional actual

- **<u>Valoración del estado actual</u>**

Se generaron fichas de evaluación del estado actual para cada equipo, las fichas poseen un código de identificación FET, dentro de estas fichas se pudo encontrar datos generales, características técnicas, y la valoración del estado que se encuentra el equipo a comparación como cuando era nuevo. Solo se presentó una FET como ejemplo, las demás se encontrarán en los anexos.

Figura IV.5 Ficha de evaluación técnica de esmeril de banco

BULLON HIDRAULICA	FICHA EVALUACIÓN TÉCNICA	Código de Ficha: FET - 01
	EQUIPO	Esmeril de banco

DATOS GENERALES		IMAGEN DE REFERENCIA
CÓDIGO	BLH - TO - EB01	
UBICACIÓN	Taller Oleo hidráulico	
MARCA	Bauker	
MODELO	BG150	
MANUALES	NO	
PLANOS	NO	
REPUESTOS	NO	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
PESO	7.8 kg	FRECUENCIA	50/60 Hz
POTENCIA	200 W	VELOCIDAD DE MOTOR	2950/3450 RPM
VOLTAJE	220 V	DIAMETRO DE DISCO	6"
AMPERAJE	3.4 A	COLOR	Gris

EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de anclaje			X	
Estado de carcasa				X
Estado de discos			X	
Soporte de base				X
Estado de protectores de discos			X	
Estado de cables eléctricos				X
Estado de pernería de armado			X	
Estado de protector de botón de arranque			X	

Conclusión: REGULAR

Se elaboró formatos de fichas de evaluación para cada equipo, formatos que brindarán información actualizada del estado técnico del equipo.

Las fichas de evaluación técnica de cada equipo fueron las siguientes:

Tabla IV.3 Fichas de evaluación técnica

	FICHAS DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
CÓDIGO	EQUIPO	DESCRIPCIÓN
FET-01	Esmeril de banco #01	Ficha de evaluación técnica N°01
FET-02	Banco de pruebas #01	Ficha de evaluación técnica N°02
FET-03	Prensa hidráulica #01	Ficha de evaluación técnica N°03
FET-04	Compresor de aire #01	Ficha de evaluación técnica N°04
FET-05	Mesa elevadora hidráulica #01	Ficha de evaluación técnica N°05

Las fichas de evaluación técnica definen el estado actual en el cual se encuentra el equipo a analizar, así como también permite clasificar el tipo de servicio de mantenimiento al cual debe ser sometido, las fórmulas para dicho cálculo se vieron en el capítulo II, y el desarrollo de estas se expondrán en los anexos, la siguiente tabla muestra el resultado general de los cálculos:

Tabla IV.4 Resultados de evaluación técnica

	ESTADO	TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO
EB01: Esmeril de banco #01	REGULAR	Reparación Pequeña
BP01: Banco de pruebas #01	BUENO	Revisión
PH01: Prensa hidráulica #01	REGULAR	Reparación Pequeña
CA01: Compresor de aire #01	REGULAR	Reparación Pequeña
MH01: Mesa elevadora hidráulica #01	REGULAR	Reparación Pequeña

- **<u>Análisis de criticidad</u>**

Se realizó una evaluación de criticidad hacia los equipos, debido a ello se pudo categorizar en base a la importancia que poseen en el proceso productivo, tomando como referencia el puntaje obtenido de la tabla de criticidad propuesta, la jerarquía propuesta es la siguiente:

Tabla IV.5 Escalas de referencia

ESCALA DE REFERENCIA		
ITEM	CATEGORÍA	PUNTAJE
A	CRÍTICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

La tabla de criticidad propuesta para la evaluación de criticidad de los equipos, fue realizada en hojas de cálculo del programa Excel tomando como base los criterios para realizar un análisis crítico de equipos de la norma NORZOK Z-008, dado que esta norma describe el proceso de trabajo eficiente y racional que brinda como resultado un programa de mantenimiento optimizado basado en la evaluación de riesgos, y el resultado fue el siguiente:

Tabla IV.6 Ficha de Criticidad

Criticidad de los Equipos				
ÍTEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDE-RACION	OBSERVACIONES
1	**Efecto sobre el Servicio que proporciona:**			
		Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	**Valor Técnico - Económico:**			
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Más de S/. 2000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de S/. 1000
3	**La falla Afecta:**			
	a. Al Equipo en si	Si	1	Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b. Al Servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos?
		No	0	
	c. Al operador:	Riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador?
		Sin Riesgo	0	
	d. A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas otros equipos cercanos.
		No	0	
4	**Probabilidad de Falla (Confiabilidad)**			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar
		baja	0	correctamente cuando se le necesite?
5	**Flexibilidad del Equipo en el Sistema:**			
		Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	**Dependencia Logística:**			
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Loc./Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7	**Dependencia de la Mano de Obra:**			
		Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros.
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con personal propio.
8	**Facilidad de Reparación (Mantenibilidad):**			
		Baja	1	Mantenimiento difícil.
		Alta	0	Mantenimiento fácil.

Fuente: Tecsup – Mantenimiento centrado en la confiabilidad

En base a la ficha de criticidad donde se mencionan los criterios de evaluación y jerarquización para cada equipo, se elaboró la siguiente tabla con la valoración del estudio de criticidad.

Tabla IV.7 Resultados del análisis de criticidad

CRITICIDAD DE EQUIPOS - TALLER DE SERVICIOS															
ITEM	CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											TOTAL	ESCALA DE REFERENCIA
			1	2	3A	3B	3C	3D	4	5	6	7	8		
1	BLH-TO-EB01	Esmeril de banco #01	2	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	10	REGULAR
2	BLH-TO-BP01	Banco de pruebas #01	2	2	1	1	1	1	2	2	0	0	1	13	IMPORTANTE
3	BLH-TO-PH01	Prensa hidráulica #01	2	2	1	1	1	0	2	1	0	0	0	10	REGULAR
4	BLH-TO-CA01	Compresor de aire #01	2	2	1	1	1	1	1	1	0	2	1	13	IMPORTANTE
5	BLH-TO-MH01	Mesa elevadora hidráulica #01	2	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	9	REGULAR

	Escala de referencia	CANTIDAD
RESUMEN	CRITICO	0
	IMPORTANTE	2
	REGULAR	3
	OPCIONAL	0

Con la valoración de criterios para cada equipo del taller, se determinó mediante la escala de referencia que contamos con 2 equipos importantes (banco de pruebas y compresor de aire), así como también 3 equipos regulares (esmeril de banco, prensa hidráulica y mesa elevadora hidráulica). Por lo cual la presente investigación decidió realizar el diagnóstico a los 5 equipos debido a que es un número manejable y además de ello, no difieren mucho en su nivel de criticidad.

c) 3° etapa: Control de programa de mantenimiento

- **Codificación de equipos**

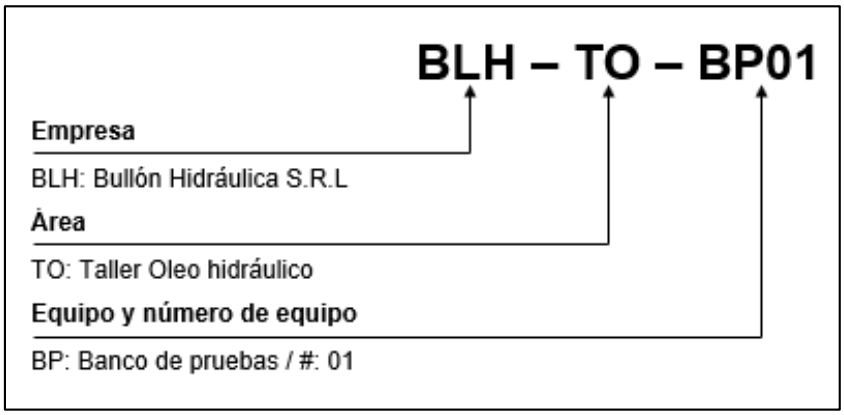
Moreno menciona que dentro de los sistemas de codificación se clasifican en tres modalidades: códigos numéricos, códigos alfabéticos y códigos alfanuméricos (2014, p. 24).

Esta sub etapa consistió en realizar un inventario de activos, que estuvo aplicado a un sistema de codificación significativo, el cual informa acerca de la ubicación e identificación dentro del área de trabajo.

La regla de codificación que se empleó está comprendida por 9 dígitos alfanuméricos, las 3 primeras letras (LLL), indicarán el nombre de la empresa propietaria del equipo, las 2 siguientes letras (LL), indican el área en donde está asignado el equipo, las siguientes 2 letras (LL), corresponden al nombre de cada equipo, y por último los 2 números finales (NN), son números consecutivos que inician desde el "01", y aumenta de manera creciente según la cantidad de equipos que tienen el mismo nombre.

En la siguiente figura, se puede apreciar un ejemplo de codificación del banco de pruebas que opera en el área del taller oleo hidráulico de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.:

Figura IV.6 Formato de codificación de equipos



De acuerdo a la codificación diseñada, se obtuvo el siguiente inventario de equipos:

Tabla IV.8 Inventario de equipos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
BLH – TO – EB01	EB01: Esmeril de banco #01
BLH – TO – BP01	BP01: Banco de pruebas #01
BLH – TO – PH01	PH01: Prensa hidráulica #01
BLH – TO – CA01	CA01: Compresor de aire #01
BLH – TO – MH01	MH01: Mesa elevadora hidráulica #01

- **Actividades de mantenimiento**

En este punto, se aplicó el plan de mantenimiento para cada equipo tomando como referencia las actividades a realizar, la frecuencia más adecuada en la que deban hacerse siendo diaria, semanal, mensual, semestral o anual.

Tabla IV.9 Plan de mantenimiento preventivo de esmeril de banco

ACTIVIDADES PREVENTIVAS	Frecuencia		
	Diario	Semanal	Mensual
Limpieza externa del equipo. (finalizando jornada laboral)	x		
Inspección visual de conexiones eléctricas.	x		
Inspección visual de pernería de sujeción.	x		
Inspección visual de carcasa.		x	
Verificar el desgaste de los discos abrasivos, así como también evaluar su condición actual.		x	
Inspección visual de grietas en protectores de los discos abrasivos.		x	
Limpieza interna del equipo con ayuda de aire comprimido.			x
Inspección de motor eléctrico.			x
Lubricación de rodamientos del eje.			x
Verificar el bobinado interno del equipo.			x
Inspección visual de grietas internas de la carcasa del equipo			x

Tabla IV.10 Plan de mantenimiento preventivo de banco de pruebas

ACTIVIDADES PREVENTIVAS	Frecuencia			
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Inspección visual de acople motor eléctrico y bomba hidráulica.	x			
Verificación del estado de las mangueras.	x			
Verificación del nivel del aceite hidráulico.	x			
Limpieza externa de estructura de banco de pruebas.	x			
Inspección visual de manómetros.		x		
Inspección visual de niples roscados.		x		
Verificación de apertura y cierre de válvulas.		x		
Inspección visual de conexiones eléctricas.		x		
Limpieza externa de grupo motor eléctrico – bomba hidráulica.		x		
Inspección visual de estructura de banco hidráulico.			x	
Limpieza interna de motor eléctrico.			x	
Inspección y lubricación de rodamientos (cambio si es requerido)			x	
Inspección de conexiones internas (aislamiento) y bobinado.			x	
Medición de corriente de consumo.			x	
Cambio de sellos de bomba hidráulica (previa evaluación)				x
Cambio de aceite hidráulico (previa evaluación)				x
Limpieza interna de tanque de aceite hidráulico.				x
Cambio de filtro de aceite hidráulico.				x

Tabla IV.11 Plan de mantenimiento preventivo de prensa hidráulica

ACTIVIDADES PREVENTIVAS	Frecuencia			
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Limpieza externa del equipo. (finalizando jornada laboral)	x			
Inspección sobre alguna fuga de aceite		x		
Revisión de pistones en búsqueda de ranuras o deformaciones considerables.		x		
Inspección del estado del manómetro.		x		
Inspección del estado de apertura y cierre de la válvula principal.		x		
Inspección del estado de la pernería del equipo		x		
Revisión general de la estructura del equipo.			x	
Inspección visual de platinas.			x	
Evaluación del estado de aceite y cambio si se es requerido.				x
Cambio de kit de sellos (previa evaluación)				x

Tabla IV.12 Plan de mantenimiento preventivo de compresor

ACTIVIDADES PREVENTIVAS	Frecuencia		
	Diario	Semanal	Mensual
Verificación del estado de las mangueras.	x		
Inspección visual de niples roscados.	x		
Inspección visual de conexiones eléctricas.	x		
Inspección del estado del manguito.	x		
Medición del nivel de aceite.		x	
Inspección del estado de las ruedas.		x	
Limpieza externa del equipo.		x	
Drenado del tanque.		x	
Revisión del filtro de aire.		x	
Revisión de la válvula de seguridad.			x
Cambio de aceite (previa inspección).			x

Tabla IV.13 Plan de mantenimiento preventivo mesa hidráulica

ACTIVIDADES PREVENTIVAS	Frecuencia		
	Diario	Semanal	Mensual
Limpieza externa del equipo. (finalizando jornada laboral)	x		
Inspección de manguito.	x		
Elevar y bajar la mesa para lubricar el bombín.	x		
Inspección de las ruedas de transporte.		x	
Verificación del freno de parqueo.		x	
Revisión de estructura y pernería.		x	
Revisión de válvula reguladora.		x	
Inspección de fugas y cambio de sellos o retenes si es necesario.		x	
Inspección y limpieza de riel de levante.		x	
Verificación de tensión en cable de descenso de carga			x
Lubricación con grasa de superficies en movimiento			x
Cambio de aceite si es requerido.			x

- **<u>Ficha de registro de mantenimiento</u>**

  Las actividades previamente mencionadas, se registrarán en la ficha de registro de mantenimiento, documento donde se resume las actividades que se ejecutaron o están próximas a realizarse, siguiendo el programa de mantenimiento preventivo establecido, esto para controlar los trabajos pre establecidos, verificar si son realizados a cada equipo y constatar la correcta adaptación del plan de mantenimiento preventivo.

Figura IV.7 Ficha de registro de mantenimiento

BULLON HIDRAULICA	FICHA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO		CÓDIGO FME - 01
	EQUIPO: ESMERIL DE BANCO	Código: BLH - TO - EB01	
		Ubicación: Taller Oleo hidráulico	
DATOS GENERALES			
MARCA	Bauker	PAÍS ORIGEN	China
MODELO	BG150	DIMENSIONES	30x20x20 cm
SERIE	3224014	AÑO DE INSTALACIÓN	2018
FECHA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		RESPONSABLE
1/12/2021	Limpieza externa del equipo		Ing. Mecánico
1/12/2021	Inspección visual de conexiones eléctricas		Ing. Mecánico
1/12/2021	Inspección visual de pernería de sujeción		Ing. Mecánico
1/12/2021	Inspección visual externa de carcasa		Ing. Mecánico
1/12/2021	Inspección visual de protectores de discos abrasivos		Ing. Mecánico
2/12/2021	Limpieza interna de equipo con aire comprimido		Ing. Mecánico
2/12/2021	Verificación de aislamiento de motor eléctrico.		Ing. Mecánico
2/12/2021	Inspección de grietas internas de carcasa.		Ing. Mecánico
2/12/2021	Revisión de diámetro de trabajo de discos abrasivos		Ing. Mecánico

- **<u>Frecuencia de fallas</u>**

La frecuencia de fallas que ocurren en los equipos, pueden dar un indicio de los futuros paros o inconvenientes que se pueden presentar, para llevar un mejor control de ello, se generó una ficha de registro de fallas, este documento se creó con la finalidad de registrar las fallas y averías que pueden presentar los equipos dentro de su proceso productivo. La finalidad del documento es manejar un control de los mantenimientos que se harán a los equipos con el fin de detectar fallas sistemáticas.

Al tener este documento operativo, brinda información acerca de la frecuencia en que ocurren las fallas en cada equipo, y analizando dicha frecuencia ayuda a determinar el momento oportuno para realizar las labores de mantenimiento.

Figura IV.8 Ficha de registro de fallas

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS			
	Responsable:	Ubicación:		
Equipo:	Código:		Fecha:	
CAUSA DE LA PARADA	PARADA		ARRANQUE	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA

A continuación, se aprecian las evidencias más relevantes de las fallas encontradas en los equipos, las cuales también fueron registradas en la ficha de registro de fallas:

Tabla IV.14 Fallas relevantes en esmeril de banco

INSTALACIÓN DE DISCO Y ESCOBILLA NUEVA	LIMPIEZA DE PARTÍCULAS ABRASIVAS	AJUSTE CON ARANDELAS DE PRESIÓN

Tabla IV.15 Fallas relevantes en compresora

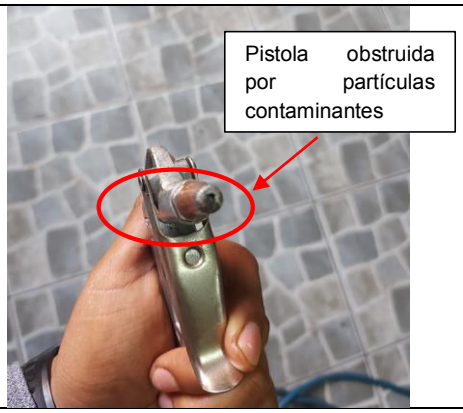
FUGA DE AGUA POR TAPÓN DE DRENADO	FUGA DE AGUA POR TAPÓN DE DRENADO
	

Tabla IV.16 Fallas relevantes en prensa hidráulica

FUGAS DE ACEITE EN ÉMBOLO MAYOR	CAMBIO DE ACEITE	POCA RETENCIÓN DE VÁLVULA DE ALIVIO Y CIERRE

Tabla IV.17 Fallas relevantes en mesa hidráulica

POCA TENSIÓN EN LÍNEA DE FRENO DE DESCENSO	FUGA DE ACEITE POR EXCESO DE CARGA

Tabla IV.18 Fallas relevantes en banco de pruebas

FUGA DE ACEITE BOMBA HIDRÁULICA (MAL ARMADO)	CONEXIONES SULFATADAS (REBOBINADO DE MOTOR)

- **Stock de repuestos**

La empresa Bullón Hidráulica S.A.C., no cuenta con un stock de repuestos, así como también un registro de consumo de los mismos, debido a que se adquieren cada vez que se requiera en el mantenimiento.

Por el momento se sugiere empezar con un stock o cantidad pequeña de repuestos para que, ante cualquier evento, se cuente con el componente requerido y los equipos se encuentren operativos.

A continuación, se muestra la lista que refleja la cantidad y el precio estimado que costó adquirir cada repuesto y accesorio de acuerdo al requerimiento de los equipos:

Tabla IV.19 Stock y precios de repuestos de equipos

Repuestos para Esmeril de banco	Stock	Precio
Discos abrasivos	2	s/. 110
Escobillas	2	s/. 56
Pernería de estructura	5	s/. 3
Cable eléctrico	1	s/. 15
Repuestos para Compresora	Stock	Precio
Ruedas de transporte	2	s/. 20
Niples de mangueras	2	s/. 10
Pulverizador	1	s/. 38
Aceite 15W-40 (1/8 gln)	2	s/. 12
Manguera de compresora (5 metros)	1	s/. 45
Repuestos para Prensa Hidráulica	Stock	Precio
Kit de sellos y retenes	1	s/. 100
Aceite 68 (½ L)	1	s/. 24
Repuestos para Banco de pruebas	Stock	Precio
Kit de sellos para bomba hidráulica	1	s./ 300
Mangueras	2	s/. 400
Filtro de aceite	2	s/. 150
Niples	2	s/. 40
Manómetro	2	s/. 70
Kit de sellos y retenes para pistón hidráulico	1	s/. 350

Aceite hidráulico 68 (15 gln)	3	s/. 170
Limpia contacto WD-40	1	s/. 17
Repuestos para mesa elevadora Hidráulica	**Stock**	**Precio**
Kit de sellos y retenes	1	s/. 200
Ruedas de transporte	2	s/. 40
Aceite 68 (1 L)	1	s/. 24

d) 4° etapa: Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo

- **<u>Ficha de inspecciones de equipos</u>**

Planteadas las actividades de mantenimiento para cada equipo, lo siguiente fue ordenarlo mediante un cronograma para cada equipo a través de una ficha de inspecciones, ficha donde se aprecia las rutinas de mantenimiento y la frecuencia con la que se realiza, se presenta un modelo de una ficha de inspección para el esmeril de banco, las demás se ubicaron en los anexos de la presente tesis. La ficha de inspección tiene como objetivo detectar si las actividades de mantenimiento se están aplicando respetando su frecuencia establecida, el encargado de llevar dicho control es el supervisor de taller.

Figura IV.9 Ficha de inspección de esmeril de banco

BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C		NOMBRE DE EQUIPO: ESMERIL DE BANCO #01																					
		CÓDIGO DE EQUIPO	BLH - TO - EB01								UBICACIÓN				Taller servicios oleo hidráulicos								
N°	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	Inspección visual de carcasa	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Verificar el desgaste de los discos abrasivos - evaluación de condición actual	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3	Inspecicón visual de grietas en protectores de los discos	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4	Limpieza interna del equipo con aire comprimido	M				✓				✓				✓				✓				✓	
5	Inspección de motor eléctrico	M				✓				✓				✓				✓				✓	
6	Lubricación de rodamientos del eje	M				✓				✓				✓				✓				✓	
7	Verificar el bobinado interno del equipo	M				✓				✓				✓				✓				✓	
8	Inspección visual de grietas internas	M				✓				✓				✓				✓				✓	

FECHA DE MANTENIIENTO:	FRECUENCIA	SIMBOLOGÍA
NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLE: SANTIAGO QUISPE VELEZ SUPERVISOR TALLER	- S = SEMANAL - M = MENSUAL - TM = TRIMESTRAL - SM = SEMESTRAL	◯ A Inspeccionar ✓ Conforme ✕ Presenta fallas
OBSERVACIONES - Limpieza de equipo diaria. - Inspección visual de conexión eléctrica. - Inspección de prenería de sujeción. → 21/02 (pernos y arandelas)		

- **Indicadores de mantenimiento**

En la evaluación de los indicadores de mantenimiento como la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, se utilizó la data registrada en las fichas de recolección de datos para cada equipo, estas fichas se encuentran en los anexos; el análisis se hizo en los últimos 5 meses del año 2021, debido a que se compararon con los primeros 5 meses del año 2022. En ambos periodos se posee un total de 1008 horas laborables, dato que facilita el cálculo debido a que no se tuvo que agregar horas de trabajo para cumplir con la meta.

La disponibilidad está en función de la confiabilidad y mantenibilidad, por ello se realizó el análisis de esos indicadores por separado, para luego operarlos de manera conjunta y obtener la disponibilidad promedio.

Evaluación de indicadores pre aplicación

Para esta evaluación se consideró la información dentro del periodo agosto – diciembre del año 2021.

✓ **Cálculo de confiabilidad (MTBF)**

Para el cálculo de tiempo medio entre fallos, se consideró un tiempo por semana de trabajo de 48 horas, descontando los feriados o días no laborables dentro del mes, utilizando la ecuación (2.4) explicada en el capítulo II de la tesis:

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ disponible - Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías} \ldots\ldots (4.1)$$

Tabla IV.20 Calculo de tiempo medio entre fallas pre

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS				
		Tiempo total disponible	Tiempo total de paradas	Número de averías	Tiempo medio entre fallos	Promedio
Pre aplicación	Ago-21	176	24	6	25	26
	Set-21	185	23	7	23	
	Oct-21	171	25	7	21	
	Nov-21	174	22	5	30	
	Dic-21	184	24	5	32	

✓ **Cálculo de Mantenibilidad (MTTR)**

De igual manera para el tiempo medio de reparación, el tiempo de trabajo por semana es de 48 horas, y por mes varían de acuerdo a la distribución de días – calendario. Tomando como base la ecuación (2.5) de la presente tesis:

$$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías} \ldots\ldots (4.2)$$

Tabla IV.21 Cálculo de tiempo medio de reparación pre

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN			
		Tiempo total de paradas	Número de averías	Tiempo medio de reparación	Promedio
Pre aplicación	Ago-21	24	6	4	4
	Set-21	23	7	3	
	Oct-21	25	7	4	
	Nov-21	22	5	4	
	Dic-21	24	5	5	

Con los datos de mantenibilidad y confiabilidad promedio establecidos en un lapso de 5 meses, se calculó la disponibilidad que presentaron los equipos con la siguiente ecuación que tuvo como base la ecuación (2.6) de la tesis:

$$Disponibilidad\ (\%) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} x100\% \ldots\ldots (4.3)$$

Tabla IV.22 Cálculo disponibilidad pre aplicación de plan de mantenimiento

Escenario	Mes	DISPONIBILIDAD PROMEDIO			
		Tiempo medio entre fallos	Tiempo medio de reparación	Disponibilidad	Promedio
Pre aplicación	Agosto-21	25	4	86%	87%
	Setiembre-21	23	3	88%	
	Octubre-21	21	4	84%	
	Noviembre-21	30	4	88%	
	Diciembre-21	32	5	86%	

Evaluación de indicadores post aplicación

Para esta evaluación se consideró la información dentro del periodo enero – mayo del año 2021.

✓ **Cálculo de confiabilidad (MTBF)**

Para el cálculo de tiempo medio entre fallos, se consideró un tiempo por semana de trabajo de 48 horas, descontando los feriados o días no laborables dentro del mes. Utilizando la ecuación (4.1), se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla IV.23 Calculo de tiempo medio entre fallas post

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS				
		Tiempo total disponible	Tiempo total de paradas	Número de averías	Tiempo medio entre fallos	Promedio
Post aplicación	Enero-22	197	7	4	48	82
	Febrero-22	188	4	3	61	
	Marzo-22	213	3	2	105	
	Abril-22	186	2	2	92	
	Mayo-22	206	2	2	102	

✓ **Cálculo de Mantenibilidad (MTTR)**

De igual manera para el tiempo medio de reparación, el tiempo de trabajo por semana es de 48 horas, y por mes varían de acuerdo a la distribución de días – calendario. Utilizando la ecuación (4.2) se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla IV.24 Cálculo de tiempo medio de reparación post

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN			
		Tiempo total de paradas	Número de averías	Tiempo medio de reparación	Promedio
Post aplicación	Enero-22	7	4	2	1
	Febrero-22	4	3	1	
	Marzo-22	3	2	2	
	Abril-22	2	2	1	
	Mayo-22	2	2	1	

Con los datos de mantenibilidad y confiabilidad promedio establecidos en un lapso de 5 meses post aplicación del plan de mantenimiento preventivo, se calculó la disponibilidad de los equipos utilizando la ecuación (4.3), donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla IV.25 Cálculo disponibilidad post aplicación de plan de mantenimiento

Escenario	Mes	DISPONIBILIDAD PROMEDIO			
		Tiempo medio entre fallos	Tiempo medio de reparación	Disponibilidad	Promedio
Post aplicación	Enero-22	48	2	96%	98%
	Febrero-22	61	1	98%	
	Marzo-22	105	2	98%	
	Abril-22	92	1	99%	
	Mayo-22	102	1	99%	

4.7. Aspectos éticos en Investigación

Debido a la naturaleza de investigación del presente proyecto, evaluó y registró los datos de tiempos de paradas, tiempos operativos y el consenso de averías que presenta la unidad de estudio de manera pre y post aplicación del mantenimiento preventivo, por lo tanto se hizo un seguimiento de las fichas de recolección de datos, por ende la información presentada mantiene total veracidad al momento de trasladar dichos datos a hojas de cálculo, cuidando la imagen y prestigio de las personas e instituciones involucradas.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

RESULTADOS PARA LA VARIBLE INDEPENDIENTE Y SUS DIMENSIONES

Se realizó el análisis de resultados descriptivos para las dimensiones de la variable independiente, para ello se hizo uso de una encuesta como medio de recolección de información post aplicación del plan de mantenimiento preventivo, esta encuesta fue dirigida hacia los técnicos ya que ellos fueron participes dentro de todo el periodo de diseño e implementación del plan de mantenimiento.

Las dimensiones de la variable independiente son las siguientes:

Tabla V.1 Variable independiente y dimensiones

Variable Independiente	Dimensiones
Plan de mantenimiento preventivo	Recolección de información
	Análisis situacional actual
	Control del programa de mantenimiento
	Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo

La encuesta generada hacia los técnicos se adjuntó en los anexos y los resultados que se obtuvieron se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla V.2 Resultados de encuesta

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16
T1	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4
T2	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
T3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
T4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
T5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
T6	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5
T7	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4

La encuesta consta de 16 preguntas, relacionadas directamente a las dimensiones de la variable independiente, y fue dirigida a los 7 técnicos que laboran en el taller de servicios oleo hidráulicos con el fin de evaluar la confiabilidad de las preguntas y contrastar las hipótesis específicas propuestas en base a dichas interrogantes de la encuesta.

Tabla V.3 Estadística descriptiva de encuesta

RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE ENCUESTA		
DIMENSIONES	**PREGUNTAS**	**Coeficiente de "α" de Cronbach**
Recolección de información	¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?	0.819
	¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?	0.819
	¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?	0.819
Análisis situacional actual	¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?	0.785
	¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?	0.819
	¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?	0.837
	¿Considera que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?	0.831
	¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?	0.837
Control de programa de mantenimiento	¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?	0.837
	¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?	0.837
	¿Con que frecuencia se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?	0.785
	¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?	0.837
	¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?	0.812
Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo	¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?	0.815
	¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?	0.837
	¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?	0.831

Como se aprecia en la tabla, cada pregunta guarda correlación una con otra, así como también al realizar la prueba de alfa de Cronbach o confiabilidad, cada pregunta supera un coeficiente mayor a 0.7, lo cual indica que estaría dentro de un estado aceptable y las preguntas guardan relación entre ellas mismas, validando así el cuestionario y contrastando las hipótesis planteadas.

RESULTADOS PARA LA VARIBLE DEPENDIENTE Y SUS DIMENSIONES

Se realizó el análisis de resultados descriptivos para las dimensiones de la variable dependiente, a través de los datos obtenidos y registrados en las fichas de recolección de datos en 2 distintas etapas, pre y post aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla V.4 Dimensiones de la disponibilidad

Variable Dependiente	Dimensiones
Disponibilidad	Confiabilidad (MTBF)
	Mantenibilidad (MTTR)

Los resultados se aprecian de la siguiente manera:

a) Confiabilidad (MTBF): Dimensión 1 de la V.Dependiente

Para la presente investigación, se consideró a la confiabilidad como el tiempo medio entre cada falla o también conocido por las siglas MTBF, este tiempo es el resultado de la siguiente fórmula:

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ disponible - Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías} \ldots\ldots (5.1)$$

Tabla V.5 Resultados de la confiabilidad (MTBF)

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)				
		Tiempo total disponible	Tiempo total de paradas	Número de averías	Tiempo medio entre fallos	Promedio
Pre aplicación	Agosto-21	176	24	6	25	26
	Setiembre-21	185	23	7	23	
	Octubre-21	171	25	7	21	
	Noviembre-21	174	22	5	30	
	Diciembre-21	184	24	5	32	
Post aplicación	Enero-22	197	7	4	48	82
	Febrero-22	188	4	3	61	
	Marzo-22	213	3	2	105	
	Abril-22	186	2	2	92	
	Mayo-22	206	2	2	102	

En la tabla V.5, se puede apreciar que luego de aplicar el plan de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., el tiempo medio entre fallos promedio de los equipos antes de la implementación es de 26 horas y luego de la aplicación tuvo un incremento hasta 82 horas, estos promedios son los tiempos promedios en que transcurre hasta que suceda una posible avería o falla del equipo.

Figura V.1 Comparativa pre – post test confiabilidad

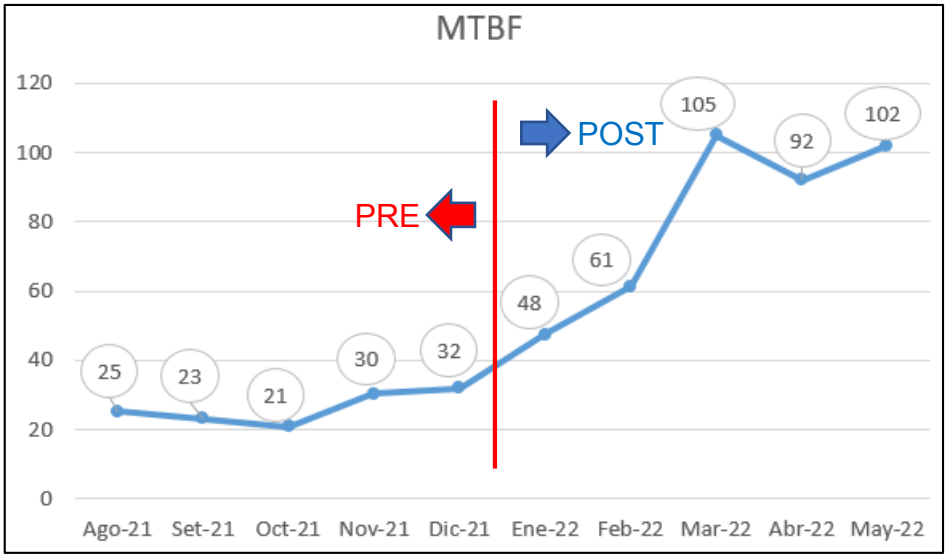


Tabla V.6 Estadístico descriptivo de MTBF con SPSS

Estadísticos			
		MTBF pretest	MTBF postest
N	Válido	5	5
	Perdidos	0	0
Media		26.20	81.60
Moda		25.00	92.00
Desviación estándar		4.658	25.618
Rango		11	57
Mínimo		21	48
Máximo		32	105

En la tabla V.6, se aprecian los resultados obtenidos del análisis estadístico descriptivo del tiempo promedio entre fallas (MTBF), su definición de cada uno de ellos es la siguiente:

- **Media**: Es el promedio del tiempo medio entre fallos para cada etapa del estudio, en este caso es pre aplicación o pre test con un 26.20 y un post test con un 81.60, ambos para un periodo de 5 meses como se aprecia en la figura V.1.
- **Moda**: Es el valor con mayor frecuencia durante los periodos del pre y post test, en este caso son 25 y 92 respectivamente.
- **Desviación estándar**: Es la dispersión del tiempo medio entre fallos, para este caso en el pre test es de 4.658 y en el post test es de 25.618
- **Rango**: Es el valor de la longitud respecto al alcance entre los valores mínimos a máximos de los tiempos medio entre fallos para el pre y post test, ambos con un valor de 11 y 57 respectivamente.
- **Mínimo y máximo**: Son los valores menores y mayores para cada etapa del análisis, en el pre test, el mínimo y máximo fueron 21 y 32 respectivamente, así como en el post test fueron 48 y105.

b) <u>Mantenibilidad (MTTR): Dimensión 2 de la V.Dependiente</u>

Para la presente investigación, se consideró a la mantenibilidad como el tiempo medio de reparación o también conocido por las siglas MTTR, su ecuación es:

$$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías} \ldots\ldots (5.2)$$

Tabla V.7 Resultados de la mantenibilidad (MTTR)

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)			
		Tiempo total de paradas	Número de averías	Tiempo medio de reparación	Promedio
Pre aplicación	Agosto-21	24	6	4	4
	Setiembre-21	23	7	3	
	Octubre-21	25	7	4	
	Noviembre-21	22	5	4	
	Diciembre-21	24	5	5	
Post aplicación	Enero-22	7	4	2	1
	Febrero-22	4	3	1	
	Marzo-22	3	2	2	
	Abril-22	2	2	1	
	Mayo-22	2	2	1	

En la tabla V.7, se puede apreciar que luego de aplicar el plan de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., el tiempo medio de reparación promedio de los equipos antes de la implementación es de 4 horas y luego de la aplicación tuvo una reducción de 1 hora, estos promedios son los tiempos promedios en que los equipos puedan ser reparados, teniendo como respuesta una mayor mantenibilidad.

Figura V.2 Comparativa pre – post test mantenibilidad

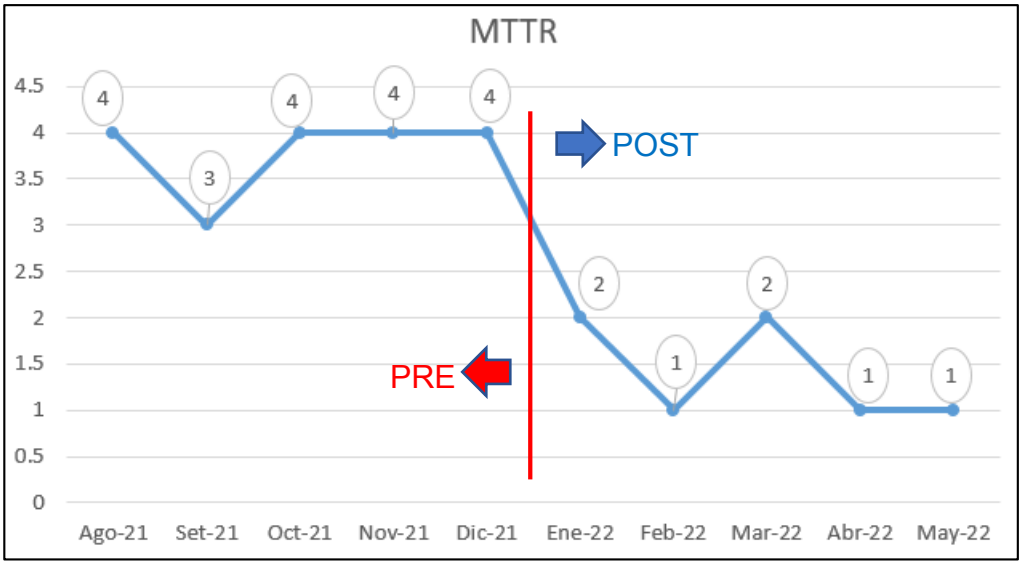


Tabla V.8 Estadístico descriptivo de MTTR con SPSS

Estadísticos		MTTR pretest	MTTR postest
N	Válido	5	5
	Perdidos	0	0
Media		4,00	1,40
Moda		4,00	1,00
Desviación estándar		0,707	0,548
Rango		2	1
Mínimo		3	1
Máximo		5	2

En la tabla V.8, se aprecian los resultados obtenidos del análisis estadístico descriptivo del tiempo medio de reparación (MTTR), su definición de cada uno de ellos es la siguiente:

- **Media**: Es el promedio del tiempo medio de reparación para cada etapa del estudio, en este caso es pre aplicación o pre test con un 4.0 y un post test con un 1.4, ambos para un periodo de 5 meses como se aprecia en la figura V.2.
- **Moda**: Es el valor con mayor frecuencia durante los periodos del pre y post test, en este caso son 4 y 1 respectivamente.
- **Desviación estándar**: Es la dispersión del tiempo medio entre fallos, para este caso en el pre test es de 0.707 y en el post test es de 0.548

- **Rango**: Es el valor de la longitud respecto al alcance entre los valores mínimos a máximos de los tiempos medio entre fallos para el pre y post test, ambos con un valor de 2 y 1 respectivamente.
- **Mínimo y máximo**: Son los valores menores y mayores para cada etapa del análisis, en el pre test, el mínimo y máximo fueron 3 y 5 respectivamente, así como en el post test fueron 1 y 2.

c) Disponibilidad: Variable Dependiente

Para la presente investigación, se consideró a la disponibilidad como la relación entre las 2 dimensiones previamente mencionadas, confiabilidad (MTBF) y mantenibilidad (MTTR), y se denotó a través de la siguiente ecuación:

$$Disponibilidad\ (\%) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} x100\% \ldots\ldots (5.3)$$

Tabla V.9 Resultados de la disponibilidad

Escenario	Mes	DISPONIBILIDAD PROMEDIO			
		Tiempo medio entre fallos	Tiempo medio de reparación	Disponibilidad	Promedio
Pre aplicación	Agosto-21	25	4	86%	87%
	Setiembre-21	23	3	88%	
	Octubre-21	21	4	84%	
	Noviembre-21	30	4	88%	
	Diciembre-21	32	5	86%	
Post aplicación	Enero-22	48	2	96%	98%
	Febrero-22	61	1	98%	
	Marzo-22	105	2	98%	
	Abril-22	92	1	99%	
	Mayo-22	102	1	99%	

En la tabla V.6, se puede apreciar que luego de aplicar el plan de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C., la disponibilidad promedio de los equipos antes de la implementación es del 87% y luego de la aplicación ascendió hasta un 98%, dando como interpretación un incremento en la disponibilidad de los equipos en un 11% generando así una mayor probabilidad de que un equipo funcione de manera adecuada en un momento dado.

Figura V.3 Comparativa pre – post test disponibilidad

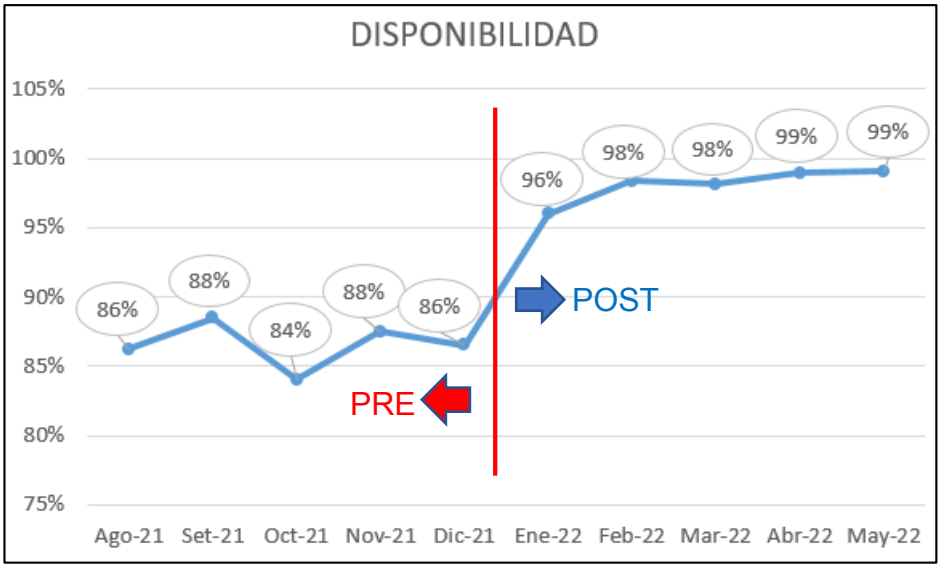


Tabla V.10 Estadístico descriptivo de disponibilidad con SPSS

Estadísticos			
		Disponibilidad pretest	Disponibilidad postest
N	Válido	5	5
	Perdidos	0	0
Media		86,40	98,00
Moda		86,00	98,00
Desviación estándar		1,673	1,225
Rango		4	3
Mínimo		84	96
Máximo		88	99

En la tabla V.10, se aprecian los resultados obtenidos del análisis estadístico descriptivo de la disponibilidad promedio, su definición de cada uno de ellos es la siguiente:

- **Media**: Es el promedio de la disponibilidad para cada etapa del estudio, en este caso es pre aplicación o pre test con un 86.4 y un post test con un 98.0, ambos para un periodo de 5 meses como se aprecia en la figura V.3.
- **Moda**: Es el valor con mayor frecuencia durante los periodos del pre y post test, en este caso son 86 y 98 respectivamente.
- **Desviación estándar**: Es la dispersión del tiempo medio entre fallos, para este caso en el pre test es de 1.673 y en el post test es de 1.225

- **Rango**: Es el valor de la longitud respecto al alcance entre los valores mínimos a máximos de los tiempos medio entre fallos para el pre y post test, ambos con un valor de 4 y 3 respectivamente.
- **Mínimo y máximo**: Son los valores menores y mayores para cada etapa del análisis, en el pre test, el mínimo y máximo fueron 84 y 88 respectivamente, así como en el post test fueron 96 y 99.

5.2. Resultados Inferenciales

RESULTADOS PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE

Se realizó la prueba de normalidad a la variable independiente denominada Disponibilidad, debido que posee datos que ayudarán a validar la hipótesis general la cual es:

HG= La elaboración de un plan mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.

Criterios para evaluar la normalidad:

- Ho = Los datos provienen de una distribución normal.
- H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Decisión:

- Si Sig > 0.05, se acepta Ho.
- Si Sig < 0.05, se acepta H1

Dado que la encuesta se hizo a los 7 técnicos, durante el pre y post aplicación del plan de mantenimiento preventivo, fue favorable utilizar la prueba de Shapiro – Wilk.

Figura V.4 Prueba de normalidad de disponibilidad pre – post aplicación

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA_DISPONIBILIDAD	,229	5	,200*	,867	5	,254

Se observa que la significancia de la diferencia de la disponibilidad promedio valoradas durante la pre y post aplicación es de 0.254, siendo mayor que 0.05, en conclusión, se acepta el Ho y se rechaza el H1, la cual indica que los datos

provienen de una distribución normal y se tuvo que aplicar una estadística paramétrica con medias relacionadas, conocida como T-Student.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

➢ **Hipótesis General**

- Ho= La elaboración de un plan mantenimiento preventivo no incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.
- H1= La elaboración de un plan mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.

Decisión:

✓ Si Sig<0.05, se rechaza la hipótesis nula Ho, se acepta hipótesis alterna H1

✓ Si Sig>0.05, se acepta la hipótesis nula Ho, se rechaza la hipótesis alterna H1

Figura VI.1 Prueba T-Student para muestras relacionadas disponibilidad pre – post aplicación

		Diferencias emparejadas							
					95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Diponibilidad pre - Disponibilidad post	-11,600	1,817	,812	-13,856	-9,344	-14,279	4	,000

Se observa que la significancia obtenida en la prueba T-Student para muestras relacionadas es de 0.000 < 0.05; entonces según las decisiones presentadas, se rechazaría la hipótesis nula Ho y se acepta la hipótesis alterna H1.

Por lo tanto, El plan mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.

- **Hipótesis Específicas**

Las hipótesis específicas planteadas para la presente tesis fueron:

- La recolección de información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulico ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.
- El análisis situacional actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulico ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.
- El control de programa de mantenimiento de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.
- La aplicación del plan de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.

Como se mencionó en los resultados descriptivos, las hipótesis específicas se validaron gracias a una encuesta dirigida hacia los técnicos, dicha encuesta fue validada por expertos en la rama, tal cual como se aprecian desde el anexo 33 hasta el anexo 40; y se contrastaron mediante la prueba de Alfa de Cronbach, obteniendo el resultado siguiente:

Tabla VI.1 Estadístico de fiabilidad de encuesta

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,833	16

George y Mallery presentan las escalas de alfa de Cronbach (2003, p.231).

- ✓ α > 0.9 es excelente
- ✓ α > 0.8 es bueno
- ✓ α > 0.7 es aceptable
- ✓ α > 0.6 es cuestionable
- ✓ α > 0.5 es pobre
- ✓ α < 0.5 es inaceptable

Entonces el coeficiente de alfa de Cronbach, es BUENO, por lo tanto, se validaría la consistencia interna dentro de la encuesta y por ende las hipótesis específicas

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

- La presente investigación demostró que la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo permitió incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en un 11%, es decir desde un 87% a un 98%, resultados que también se aprecian en la tesis de Suarez con título "Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos en la empresa Petramás S.A.C. – Ate 2018", investigación que forma parte de los antecedentes y que concluye que la elaboración del plan de mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad de sus equipos en un 6.31%, es decir desde un 87.1% hasta un 93.43%.
- Al recolectar la información, se pudo obtener mayor disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, dado que esta información es de vital importancia al momento de diseñar el plan de mantenimiento preventivo para cada equipo, estos resultados coincidieron con Gutierres y Tena en su tesis titulada "Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME – UNAC 2018", tesis que forma parte de los antecedentes de la presente investigación y que concluye que al obtener el historial y recopilar información técnica relevante de los equipos del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME – UNAC, se puede obtener mayor disponibilidad.
- Realizar un análisis situacional actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, permitió incrementar su disponibilidad, puesto que la jerarquización y estado actual de equipos brinda una referencia del tipo de servicio de mantenimiento a dar, así como su frecuencia de aplicación, estos resultados coincidieron con Gutiérres y Tena en su tesis titulada "Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME – UNAC 2018", tesis que forma parte de los antecedentes de la presente investigación y que concluye que al evaluar las condiciones actuales, es decir determinar su operatividad y analizar la criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME – UNAC, se puede obtener mayor disponibilidad.

- Así mismo, controlar el programa de mantenimiento establecido para los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, incrementó su disponibilidad, resultados que coincidieron con Ramos en su tesis titulada "Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de la empresa Atlante Metal Drill S.A.C.", tesis que se menciona en los antecedentes de la presente investigación, concluyendo que al mantener un control del programa de mantenimiento preventivo mediante una planificación previa, este mejoró las condiciones de funcionamiento además de llevar un control de las actividades de mantenimiento realizadas, factor muy importante que se refleja en el incremento de la disponibilidad de los equipos en más de un 10%.
- Finalmente, al aplicar correctamente el plan de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, se incrementó su disponibilidad, dado que se realizaron las actividades pre establecidas de manera adecuada cumpliendo la programación de mantenimiento y registrándolas mediante las fichas de inspección para la verificación de la correcta aplicación, dichos resultados coincidieron con Ramos en su tesis titulada "Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de la empresa Atlante Metal Drill S.A.C.", tesis la cual forma parte de los antecedentes de la presente investigación, concluyendo que al aplicar de manera eficaz las actividades dentro del programa de mantenimiento preventivo, este incrementó la operatividad de los equipos y se pudo detectar las posibles fallas potenciales que puedan ocasionar paradas en la producción, factor muy importante que se refleja en el incremento de la disponibilidad de los equipos en más de un 10%.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Yo Santiago Hugo Quispe Velez, con DNI N°70908548, declaro que la presente tesis, con título “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. –Lima”, fue elaborada por mi persona. Así mismo, la tesis se sustenta en principios éticos, dado que respeta la propiedad del autor. Por ende, en la presente investigación, no se hizo uso de información que no se encuentre citada con su respectiva fuente.

VII. CONCLUSIONES

- Una de las conclusiones a la que se llegó a través de los resultados vistos en la investigación, es que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementó la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.- Lima en un 11%, dicho estudio se realizó en 2 etapas, donde se aprecia que la disponibilidad media de ambas etapas fueron 86.4% y 98% respectivamente.
- Por otro lado, al recolectar la información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, ayudó sustancialmente en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para conseguir el incremento de la disponibilidad de los equipos, debido a que se recolecto información vital para generar las actividades de mantenimiento.
- Así mismo, analizar la situación actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, brindó criterios para elaborar un plan de mantenimiento preventivo que incrementó la disponibilidad de los mismos, puesto que la jerarquización y estado actual de equipos brinda una referencia del tipo de servicio de mantenimiento a dar, así como su frecuencia de aplicación según el programa establecido.
- Se concluye que el control del programa de mantenimiento de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, incrementa su disponibilidad, dado que, al monitorear las actividades de mantenimiento pre establecidas, se pudo hacer prevalecer una cultura de mantenimiento hacia los técnicos y por ende generar mejores resultados en cuanto a la disponibilidad de los equipos.
- Finalmente, la aplicación correcta del plan de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, permite su incremento de disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C, dado que se realizaron las actividades pre establecidas de manera adecuada cumpliendo la programación de mantenimiento y registrándolas mediante las fichas de inspección para la verificación de la correcta aplicación, estas últimas 4 conclusiones se dieron a partir de una encuesta realizada a los técnicos que laboran en el taller, dado que ellos estuvieron presentes desde inicio a fin del desarrollo de la tesis.

VIII. RECOMENDACIONES

- El diseño de un plan de mantenimiento preventivo trae consigo diversos beneficios hacia los objetos de estudio, en este caso fue el incremento de la disponibilidad de los equipos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C, por ello se recomienda para posteriores estudios realizados a micro empresas, que se elabore e implemente un plan de mantenimiento preventivo acorde a su realidad.
- La recolección de información a inicios estuvo limitada a la información brindada por la empresa, debido a ello se optó por buscar información a través de diversos medios, dado ello se recomienda que se utilicen fuentes confiables de información o en el mejor de los casos mantener un orden al adquirir nuevos equipos almacenando así sus manuales y fichas técnicas.
- Para el análisis situacional actual, se recomienda realizar un análisis objetivo del estado actual de los equipos, teniendo presente las condiciones en que este llego al taller, además de ello, se sugiere revisar información técnica fiable de los equipos para ello.
- El control del programa de mantenimiento debe de contar con una revisión de manera periódica del plan de mantenimiento preventivo diseñado con el fin de obtener mejoras continuas, mejoras en las rutinas y frecuencias de mantenimiento, además de culturizar al personal técnico con la finalidad de que se registren todas las actividades planificadas y obtener así mejores resultados al evaluar el plan de mantenimiento.
- Para la aplicación correcta del plan de mantenimiento preventivo, se recomienda realizar capacitaciones a todo el personal de taller de manera esporádica y por grupos acerca de instrucciones o actividades básicas de mantenimiento preventivo, inspecciones y correcta manipulación de equipos, esto para que no halla dependencia de una sola persona encargada del mantenimiento, así como también se recomienda tomar todas las precauciones debidas para evitar accidentes o incidentes.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABB. *Manual de seguridad motores de baja tensión para atmósferas potencialmente explosivas.* Perú: ABB. 2020. 172 pp.
- AULA 21 Centro de formación técnica para la industria. *Qué es la Gestión del Mantenimiento Industrial* [en línea]. Cataluña: AULA 21, 2022 [fecha de consulta: 24 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.cursosaula21.com/que-es-la-gestion-del-mantenimiento-industrial/
- AVALOS CHUQUILIN, Daysi. 2018. *Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa BASA.* Trabajo académico [Ingeniero Mecánico]. Lima: Universidad Nacional del Callao. 107pp.
- AYERBE. *Manual de instrucciones mesa hidráulica AY-500-MH.* Perú: Ayerbe Industrial de Motores S.A. 2016. 4 pp.
- BAUKER. *Manual de instrucciones de esmeril de banco de 6".* Perú: Tiendas del mejoramiento del hogar S.A. 2019. 27 pp.
- BETANCOURT BASALLO, Gabriel David y TREBILCOCK CASTILLO, Miguel Felipe. 2018. *Desarrollo e implementación del plan de mantenimiento para los equipos de la empresa Prodehogar LTDA.* Proyecto integral de grado de titulación [Ingeniero Mecánico]. Colombia: Universidad de América. 117pp.
- BRAVO FEICÁN, Juan Diego y CEDILLO CLAVIJO, John Jairo. 2021. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo mecánico y electrónico para la empresa cervecería artesanal La Paz en la ciudad de Cuenca - Ecuador.* Trabajo de titulación [Ingeniero Mecatrónico]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. 107pp.
- CAMPBELL HAUSFELD. *Manual de instrucciones y lista de piezas* [en línea]. Perú: Campbell Hausfeld, 2017 [fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021]. Disponible en: http: OneDrive/Escritorio/TAREA%20FELIX/Manual%20ISO%20690%20 1 .

- CARMONA, P. 2015. *Operaciones auxiliares de mantenimiento de sistemas microinformáticos* [en línea]. 5ª ed. Madrid: Editorial E-learning S.L. [fecha de consulta: 19 de noviembre de 2021]. ISBN: 978-8-41-649209-1. Disponible en: https://es.scribd.com/read/424103228/MF1208-1-Operaciones-auxiliares-de-mantenimiento-de-sistemas-microinformaticos.
- ESPINOZA, C. 2010. *Metodología de la Investigación tecnológica Pensando en sistemas* [en línea]. Perú: Huancayo [fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. ISBN: 978-612-00-0222-3. Disponible en: https://ciroespinoza.files.wordpress.com/2012/01/metodologc3ada-de-investigacic3b3n-tecnolc3b3gica.pdf
- FERNANDEZ HEREDIA, Blanca Lizeth y NEYRA NIETO, Maria Zaratine. 2021. *Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa ROAD SOLUTIONS E.I.R.L - 2020.* Tesis [Ingeniero Industrial]. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. 103pp.
- FERTON. *Manual de Instrucciones prensa hidráulica 30 toneladas.* Perú: Wiltec Windanger Technik GmbH S.A. 2017.
- FLORES VELASCO, Fiorella. 2021. *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos en la empresa Choco Museo Cusco - 2020.* Tesis [Ingeniero Industrial]. Cusco: Universidad Andina del Cusco. 148pp.
- GARCÍA, S. 2010. *La Contratación del Mantenimiento Industrial* [en línea]. Madrid: Ediciones Díaz de Santos [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. ISBN: 978-849-969-0186. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=LwLk1NwRXyoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- GEORGE, D y MALLERY, P. *SPSS/PC+ Step by step. A simple guide and reference Wadsworth Publishing, Belmont* [en línea]. 4ª ed. Toronto: Allyn & Bacon, 2002 [fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. ISBN 978-0205375523. Disponible en: https://www.amazon.com/-/es/Darren-George/dp/0205375529
- GUAITARILLA SOTO, Jose David. 2019. *Plan De Mantenimiento Preventivo para la máquinaria Industrial de la Empresa Fluoroplásticos S.A.S*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente. 101pp.

- GUTIÉRRES HERVIAS, Esteban Antonio y TENA JAACINTO, Enio Elias. 2019. *Plan De Mantenimiento Para Mejorar La Disponibilidad De Los Equipos Y Máquinas Del Laboratorio De Mecánica De Fluidos Y Máquinas Térmicas De La Fime-Unac 2018*. Tesis [Maestro en Gerencia de Mantenimiento]. Callao: Universidad Nacional del Callao. 128pp.
- HERNÁNDEZ, B. *Técnicas estadísticas de investigación social*. Madrid: Ediciones-Díaz-de-santos, 2001. [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021]. ISBN: 8479785055. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=vpfVgmaR5qUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false.
- IMAN GILES, Michaell Antonio y REQUE VELÁSQUEZ, Jhon Orlando. 2020. *Gestión de mantenimiento para incrementar la eficiencia global de los equipos de la empresa Tablenorte S.A.C. La Victoria – Sede principal.* Tesis [Ingeniero Industrial]. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. 127pp.
- LOYA ÑATO, Darío Rolando. 2020. *Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para el área de abastecimiento corte térmico de la empresa SEDEMI.* Trabajo de titulación [Ingeniero Industrial]. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica. 134pp.
- MAGO RAMOS, María Gabriela y ROCHA PACHÓN, Sebastián. 2021. *Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados S.A.S* [en línea]. Septiembre 16(2), 98-111 [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. ISSN: 1909-7050. Disponible en: https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.
- MARTÍNEZ ZAPATA, José Adolfo. 2017. *Estudio de la gestión de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos en la mina de caliza de la planta Otavalo.* Trabajo de titulación [Ingeniero Industrial]. Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica. 99pp.
- MORALES RETAMAL, Sergio Enrique. 2017. *Generación Y Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Preventivo En Base a Criticidad, Según Criterios De Estadísticas De Falla En Empresa Química Clariant*. Memoria de Titulación [Ingeniero Civil Mecánico mención en Producción]. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. 254pp.

- MOSCOSO JACOME, Ronal. 2017. *Programa de control del mantenimiento proactivo y correctivo en equipos mecánicos del transporte de hidrocarburos.* Tesis [Doctor en Ingeniería Industrial]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 126pp.
- NTS Centro Noruego de Tecnología. Análisis de criticidad para fines de mantenimiento. NORZOK Z008:2001. Oslo: NTS, 2001.
- ORREGO BARRERA, Juan Carlos. 2022. "A pesar de que el mantenimiento es parte fundamental de cualquier actividad económica e industrial este tipo de profesión en muchas ocasiones puede llegar a ser muy repetitivo". Revista *Mantenimiento en Latinoamérica la revista para la gestión confiable de activos* [en línea]. Marzo, 14(1), 10-11 [fecha de consulta: 07 de julio del 2022]. Disponible en: https://es.calameo.com/read/000710417fbd8a4734c03?page=1
- PARKER. *Catalogue hydraulic motor/pump series F11/12 fixed displacement* [en línea]. Suecia: Parker Hannifin Corporation, 2009 [fecha de consulta: 07 de diciembre del 2021]. Disponible en: http:// /OneDrive/Escritorio/FICHAS%20TESIS/MANUALES%20EQUIPOS/MANUAL%20BOMBA%20HIDR%C3%81ULICA.
- PEÑALVA AYNAYA, Ricardo Javier. 2021. *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar los tiempos de trabajo en la empresa KMC Cromo Oleo Hidráulica S.A.C.* Tesis [Ingeniero Industrial]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias e Informática. 135pp.
- PERALTA SALVATIERRA, Guido. 2019. *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML constructores S.A.C., San Juan de Lurigancho, 2019.* Tesis [Maestro en Gerencia de Mantenimiento]. Lima: Universidad Nacional del Callao. 161pp.
- PERÚ. 2021. Sector mantenimiento mueve alrededor de s/. 250 millones anuales en Perú [en línea]. ANDINA: Agencia peruana de noticias. Lima, 23 de febrero de 2021. (En sección: Locales) [fecha de consulta: 10 de julio del 2022]. Disponible en: https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx.

- RAMOS SPARROW, Julio Oswaldo. 2017. *Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 112pp.
- RAMOS MARTINEZ, Adelmo Alejandro. 2018. *Gestión de mantenimiento basado en la eficiencia global de equipo, para alcanzar niveles de clase mundial en una terminal marítima de contenedores*. Tesis [Maestro en Gerencia de Mantenimiento]. Callao: Universidad Nacional del Callao. 152pp.
- RONCAL MEDINA, Jhoseph Antony. 2017. M*antenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S.A.C. 2017*. Tesis [Ingeniero Industrial]. Lima: Universidad César Vallejo. 163pp.
- SAMPIERI, R. 2014. *Metodología de la Investigación* [en línea]. 6° ed. México: Interamericana Editores S.A de C.V. [fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf
- SÁNCHEZ, Francisco T [et al.]. 2015. *Mantenimiento Mecánico de Máquinas* [en línea] 2ª ed. Castello de plana: Publications de la Universitat Jaume I. pp 140-141 [fecha de consulta: 19 de noviembre de 2021]. ISBN: 84-8021-586-0. Disponible en: https://kupdf.net/download/mantenimiento-mecanico-de-maquinas_58d1607fdc0d60151ac34686_pdf.
- SIMEÓN ZAMBRANO, Edgar. 2014. *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la vida nominal de los equipos: vehículos livianos y máquinas - herramientas. Empresa Coopsol Minería y Petróleo S.A.* Tesis [Ingeniero Mecánico]. Lima: Universidad Nacional del Callao. 130pp.
- SUAREZ ARENAS, Ericsson. 2018. *Mantenimiento Preventivo para mejorar la Disponibilidad de equipos en la empresa Petramás SAC – Ate 2018.* Tesis [Ingeniero Industrial]. Lima: Universidad César Vallejo. 136pp.

- SUPO, J. 2014. *Seminarios de la Investigación Cientpifica: Metodología de la Investigación para las ciencias de la Salud* [en línea]. 2° ed. CreateSpace Independent Publishing Platform [fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. ISBN: 978-1503349858. Disponible en: http://red.unal.edu.co/cursos/ciencias/1000012/un3/pdf/seminv-sinopsis.pdf
- TECSUP. 2020. *Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)* [en línea]. Lima: TECSUP, 2019 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en: https://tecsup.instructure.com/courses/11910/files/2280284?module_item_id=503914
- YANCHA CÁCERES, Fabián Alejandro. 2017. *Estudio del mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos de Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato.* Trabajo de titulación [Ingeniero Industrial]. Ambato - Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamérica. 74pp.

ANEXOS

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo elaboramos un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C.? **PROBLEMAS ESPECÍFICOS** • ¿Cómo la recolección de información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo que permite el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima? • ¿Cómo el análisis situacional actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos, ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo que permite el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima? • ¿Cómo el control de programa de mantenimiento incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima? • ¿Cómo la aplicación correcta de las actividades de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima?	**OBJETIVO GENERAL** Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita incrementar la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** • Recolectar la información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos que ayude en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima. • Analizar la situación actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos que ayude en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima. • Controlar el programa de mantenimiento de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima. • Aplicar las actividades correctas en el mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos para incrementar su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. – Lima.	**HIPÓTESIS GENERAL** La elaboración de un plan mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos de la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. **HIPÓTESIS ESPECIFICAS** • La recolección de información de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. • El análisis situacional actual de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos ayuda en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el incremento de su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. • El control de programa de mantenimiento de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. • La aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos incrementa su disponibilidad en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima.	**Variable Independiente** Plan de mantenimiento preventivo	Recolección de información	• Información de equipos	**Tipo de investigación** Investigación Tecnológica **Nivel de investigación** Investigación pre experimental **Diseño de la investigación** Investigación tipo experimental **Población** Equipos del taller de servicios oleo hidráulicos: esmeril de banco, prensa hidráulica, compresora, mesa hidráulica y banco de pruebas. **Muestra:** Tipo censal, la muestra es la población (5 equipos del taller) **Técnica de recolección de datos** - Análisis de documentos - Observación y encuesta **Instrumentos** Fichas de recolección de datos y encuesta dirigida hacia los técnicos **Estadística** Pre experimental
				Análisis situacional actual	• Valoración del estado actual. • Análisis de criticidad	
				Control de programa de mantenimiento	• Actividades de mantenimiento • Frecuencia de fallas	
				Aplicación correcta de actividades de mantenimiento preventivo	• Indicadores de mantenimiento	
			Variable dependiente Disponibilidad	Mantenibilidad	• Tiempo promedio en reparar las fallas (MTTR)	
				Confiabilidad	• Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	

Anexo 1 Ficha técnica Banco de pruebas

BULLON HIDRAULICA	FICHA TÉCNICA	Ficha: FTB - 02
		Código: BLH - TO - BP01
	BANCO DE PRUEBAS	Manual de fabricante: SI
		Ubicación: Taller Oleo hidráulico

DATOS GENERALES	
MARCA	PESO
BULLÓN HIDRÁULICA	aprox <200kg
DIMENSIONES	AÑO DE INSTALACIÓN
1.5x0.75x1.6 m	2018

IMAGEN DE REFERENCIA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO		IMAGEN DE REFERENCIA
MARCA	ABB MOTORS	
MODELO	M2QA112L4A	
SERIE	1FC60034	
PESO	45 kg	
POTENCIA	7.5 HP	
VOLTAJE	220 V	
AMPERAJE	20.5 A	
FRECUENCIA	60 Hz	
FACTOR DE POTENCIA	0.84	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BOMBA HIDRÁULICA		IMAGEN DE REFERENCIA
MARCA	PARKER	
MODELO	F11-005-LB-CV-R-209	
SERIE	3782009	
PESO	4.7 kg	
DESPLAZAMIENTO	4.9 cm3/rev	
SENTIDO DE GIRO	CCW	
PRESIÓN MÁX	420 bar	

OBSERVACIONES

- Niples roscados con conexiones tipo JIC 1/8", 1/4", 3/8", 1/2"
- El tipo de aceite hidráulico de trabajo es 10W - 30
- Capacidad de llenado de tanque hidráulico es 10 galones
- Posee 3 manómetros para toma de presiones desde 600 - 5000 psi.
- Mangueras hidráulicas presión máxima de 3000 psi.
- Motor eléctrico con conexión trifásica.

Anexo 2 Ficha técnica Prensa hidráulica

BULLON HIDRAULICA	FICHA TÉCNICA	Ficha: FTB - 03
		Código: BLH - TO - PH01
	PRENSA HIDRÁULICA	Manual de fabricante: SI
		Ubicación: Taller Oleo hidráulico

DATOS GENERALES	
MARCA	FERTON
MODELO	MQP - 130
SERIE	1008315
AÑO FABRICACIÓN	2017
PAÍS ORIGEN	China
DIMENSIONES	150x80x50 cm
AÑO DE INSTALACIÓN	2019
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PESO	136 kg
CAPACIDAD	30 Ton
DESPLAZAMIENTO ÉMBOLO	60 - 1040 mm
DIÁMETRO ÉMBOLO MAYOR	3 pulgadas
TIPO DE ACEITE	SAE 10W-40
CAPACIDAD DE ACEITE	1500 mL
POSICIONES DE TRABAJO DE MESA	6
RANGO MANÓMETRO	0 - 45 Ton. Métricas
	0 - 50 Ton. US

IMAGEN DE REFERENCIA

DESCRIPCIÓN

Prensa hidráulica para taller, ideal para la extracción e instalación industrial de engranajes, juntas universales, poleas, doblado, enderezamiento, y otros trabajos diversos.

OBSERVACIONES

- Posee una mesa de trabajo que es graduable.
- Construcción abierta que permite trabajar con piezas de trabajo largas
- 6 posiciones y tornillería ajustable con distancias de 18 cm

Anexo 3 Ficha técnica Compresor de aire

BULLON HIDRAULICA	FICHA TÉCNICA	Ficha: FTB - 04
		Código: BLH - TO - CA01
	COMPRESOR DE AIRE	Manual de fabricante: SI
		Ubicación: Taller Oleo hidráulico

DATOS GENERALES	
MARCA	Campbell Hausfeld
MODELO	IC081009DI
SERIE	170416
AÑO FABRICACIÓN	2017
PAÍS ORIGEN	China
DIMENSIONES	60x60x30
AÑO DE INSTALACIÓN	2018
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PESO	55 kg
CAPACIDAD	8 galones
POTENCIA	2 HP
VOLTAJE	220 V
CAUDAL	4.0SCFM@40 PSI
PSI MAX	125 PSI
TIPO DE ACEITE	5W-30
CAPACIDAD DE ACEITE	175 mL

IMAGEN DE REFERENCIA

DESCRIPCIÓN

El compresor es una máquina térmica diseñada para aumentar la presión de fluidos compresibles como gases y vapores, esto se realiza mediante un intercambio de energía entre la máquina y el fluido.

OBSERVACIONES

- Calibres de cable para longitudes requeridas 14 (7.5m), 12 (15m), 10 (30m).
- No utilizar aceite automotriz 10w-30 para su lubricación.
- Capacidad de aceite de la bomba del compresor 175 mL.
- El compresor posee un nivel de aceite ubicado en la parte superior.

Anexo 4 Ficha técnica mesa elevadora hidráulica

BULLON HIDRAULICA	FICHA TÉCNICA	Ficha: FTB - 05
		Código: BLH - TO - MH01
	MESA ELEVADORA HIDRAULICA	Manual de fabricante: No
		Ubicación: Taller Oleo hidráulico

DATOS GENERALES	
MARCA	AYERBE
MODELO	AY-150-MH
SERIE	583900
AÑO FABRICACIÓN	2016
PAÍS ORIGEN	España
AÑO DE INSTALACIÓN	2019
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PESO	46 kg
CAPACIDAD	150 kg
ZONA DE TRABAJO	Planas horizontales
DIMENSIONES DE MESA	700 x 450 mm
TIPO DE ACEITE	SAE 10W-40
CAPACIDAD DE ACEITE	500 mL
ALTURA MÁXIMA	720 mm
IMPULSOS PARA ALTURA MÁXIMA	28

IMAGEN DE REFERENCIA

DESCRIPCIÓN

La mesa elevadora hidráulica tiene como función principal elevar la altura de trabajo del operario, así como también descender de manera ergonómica componentes pesados.

OBSERVACIONES

- No sobrecargue la mesa por encima de lo especificado.
- No transporte cargas con la mesa elevada.
- Utilizar la mesa hidráulica solo en superficies planas y limpias.
- Evitar subirse a la mesa de manera obligatoria.

Anexo 5 Ficha de evaluación técnica banco de pruebas

BULLON HIDRAULICA	FICHA EVALUACIÓN TÉCNICA	Código de Ficha: FET - 02
	EQUIPO	Banco de Pruebas

IMAGEN DE REFERENCIA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CÓDIGO	BLH - TO - BP01	MODELO BOMBA	F11-005-LB-CV-R-209
UBICACIÓN	Taller Oleo Hidráulico	DESPLAZAMIENTO	4.9 cm3/rev
MODELO MOTOR ELEC.	M2QA112L4A	TIPO DE ACEITE	10W-30
VOLTAJE	220V	CAPACIDAD	10 galones
POTENCIA	7.5 HP	PRESIÓN MANÓM.	600 - 5000 psi
FRECUENCIA	60 Hz	PRESIÓN MANGUE.	3000 psi

EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO

	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de ruedas de transporte			X	
Estado de estructura				X
Estado de válvulas			X	
Estado de niples roscados			X	
Estado de mangueras hidráulicas				X
Estado de pistón hidráulico			X	
Estado de manómetros				X
Estado de aceite hidráulico		X		
Estado de medidor de nivel de aceite				X
Estado de conexiones de bomba hidráulica				X
Estado de eficiencia de bomba hidráulica				X
Estado de bornes de motor eléctrico			X	
Estado de ventilador de motor eléctrico				X
Estado de bobinado de motor eléctrico				X
Estado de aislamiento de bobinas				X
Estado de consumo de corriente				X
Estado de carcasa de ventilador			X	

Anexo 6 Ficha de evaluación técnica prensa hidráulica

BULLON HIDRAULICA	FICHA EVALUACIÓN TÉCNICA	Código de Ficha: FET - 03
	EQUIPO	Prensa Hidráulica

DATOS GENERALES		IMAGEN DE REFERENCIA
CÓDIGO	BLH - TO - PH01	
UBICACIÓN	Taller Oleo hidráulico	
MARCA	Ferton	
MODELO	MQP130	
MANUALES	SI	
PLANOS	NO	
REPUESTOS	NO	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
PESO CAPACIDAD	136 kg 30 Ton	TIPO DE ACEITE CAPACIDAD ACEITE	SAE 10W-40 1500 mL
DESPLAZAMIENTO ÉMBOLO	60 - 1040 mm	POSICIONES DE TRABAJO	6
DIÁMETRO ÉMBOLO	3 pulgadas	COLOR	Rojo

EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de soportes				X
Estado de estructura				X
Estado de manómetro				X
Condición del aceite			X	
Estado de válvula principal			X	
Estado de mesa de trabajo			X	
Estado de las platinas			X	
Estado de manguera hidráulica				X
Estado de émbolo mayor			X	
Estado de émbolo menor			X	
Estado de bomba hidráulica				X

Conclusión: REGULAR

Anexo 7 Ficha de evaluación técnica compresor de aire

BULLON HIDRAULICA	FICHA EVALUACIÓN TÉCNICA	Código de Ficha: FET - 04
	EQUIPO	Compresor de aire

DATOS GENERALES		IMAGEN DE REFERENCIA
CÓDIGO	BLH - TO - CA01	
UBICACIÓN	Taller Oleo hidráulico	
MARCA	Campbell Hausfeld	
MODELO	IC081009DI	
MANUALES	SI	
PLANOS	NO	
REPUESTOS	NO	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
PESO	55 kg	CAUDAL	4.0SCFM@40 PSI
CAPACIDAD	8 Galones	PSI MAX	125 psi
POTENCIA	2 HP	VOLTAJE	220 V
CAPACIDAD ACEITE	175 mL	TIPO DE ACEITE	5W-30

EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de soportes			X	
Estado de ruedas				X
Estado de manómetros			X	
Condición del aceite		X		
Estado de válvula reguladora				X
Estado de niples de conexión				X
Estado de manguito de transporte				X
Estado de manguera			X	
Estado de pistola de aire			X	
Estado de tapón de drenado			X	
Estado de disipador de ruido				X
Estado de presostato AUOT/OFF				X

Conclusion: REGULAR

Anexo 8 Ficha de evaluación técnica mesa hidráulica

BULLON HIDRAULICA	FICHA EVALUACIÓN TÉCNICA	Código de Ficha: FET - 05
	EQUIPO	Mesa Elevadora Hidráulica

DATOS GENERALES		IMAGEN DE REFERENCIA
CÓDIGO	BLH - TO - MH01	
UBICACIÓN	Taller Oleo hidráulico	
MARCA	AYERBE	
MODELO	AY-150-MH	
MANUALES	NO	
PLANOS	NO	
REPUESTOS	NO	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
PESO	46 kg	ALTURA MÁXIMA	720 mm
CAPACIDAD	150 kg	TIPO DE ACEITE	SAE 10W -40
IMPULSOS PARA ALTURA MÁXIMA	28	CAPACIDAD ACEITE	500 mL
		DIMENSIONES	700x450 mm

EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO				
	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de ruedas de transporte				X
Estado de manguito				X
Estado de estructura		X		
Estado de palanca de bombeo			X	
Estado de ruedas de elevación			X	
Estado de válvula reguladora				X
Estado de pistón hidráulico superior				X
Estado de pistón hidráulico inferior				X
Estado de frenos de rueda de transporte			X	
Conclusión: REGULAR				

Anexo 9 Cálculo de evaluación técnica esmeril de banco

VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE ESMERIL DE BANCO

	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de anclaje			X	
Estado de carcasa				X
Estado de discos			X	
Soporte de base				X
Estado de protectores de discos			X	
Estado de cables eléctricos				X
Estado de pernería de armado			X	
Estado de protector de botón de arranque			X	

Clasificaremos a los elementos con igual valoración, teniendo en cuenta el siguiente cuadro:

Zi	Calificación de los elementos con igual valoración			
e	Número de elementos con igual valoración			
	Coeficiente que indica el estado actual del elemento			
c	c=1	c=0.8	c=0.6	c=0.4
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

Bueno	Regular
$Zi = 3x1$	$Zi = 5x0.8$
$Zi = 3$	$Zi = 4$

Sumatoria de productos:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Zi$$

$$Z = 3 + 4 = 7$$

Calculo de eficiencia respecto a su condición inicial:

$$\eta = \frac{Z}{n} x100\%$$

$$\eta = \frac{7}{8} x100\% = 87.5\%$$

Verificamos según condiciones establecidas:

CONDICIONES		
Bueno	[90 – 100 %]	Revisión
Regular	[75 – 89 %]	Reparación Pequeña
Malo	[50 – 74 %]	Reparación regular
Muy malo	[< 50 %]	Reparación general

Conclusión:

Su estado actual es REGULAR y requiere servicios de REPARACIÓN PEQUEÑA.

Anexo 10 Cálculo de evaluación técnica banco de pruebas

VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE BANCO DE PRUEBAS

	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de ruedas de transporte			X	
Estado de estructura				X
Estado de válvulas			X	
Estado de niples roscados			X	
Estado de mangueras hidráulicas				X
Estado de pistón hidráulico			X	
Estado de manómetros				X
Estado de aceite hidráulico		X		
Estado de medidor de nivel de aceite				X
Estado de conexiones de bomba hidráulica				X
Estado de eficiencia de bomba hidráulica				X
Estado de bornes de motor eléctrico			X	
Estado de ventilador de motor eléctrico				X
Estado de bobinado de motor eléctrico				X
Estado de aislamiento de bobinas				X
Estado de consumo de corriente				X
Estado de carcasa de ventilador			X	

Clasificaremos a los elementos con igual valoración, teniendo en cuenta el siguiente cuadro:

Zi	Calificación de los elementos con igual valoración			
e	Número de elementos con igual valoración			
	Coeficiente que indica el estado actual del elemento			
c	c=1	c=0.8	c=0.6	c=0.4
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

Bueno	Regular	Malo
$Zi = 10x1$	$Zi = 6x0.8$	$Zi = 1x0.6$
$Zi = 10$	$Zi = 4.8$	$Zi = 0.6$

Sumatoria de productos:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Zi$$

$$Z = 10 + 4.8 + 0.6 = 15.4$$

Cálculo de eficiencia respecto a su condición inicial:

$$\eta = \frac{Z}{n} x100\%$$

$$\eta = \frac{15.4}{17} x100\% = 90.6\%$$

Verificamos según condiciones establecidas:

CONDICIONES		
Bueno	[90 – 100%]	Revisión
Regular	[75 – 89%]	Reparación pequeña
Malo	[50 – 74%]	Reparación regular
Muy malo	[<50%]	Reparación general

Conclusión:

Su estado actual es BUENO y requiere servicios de REVISIÓN

Anexo 11 Cálculo de evaluación técnica prensa hidráulica

VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE PRENSA HIDRÁULICA

	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de soportes				x
Estado de estructura				x
Estado de manómetro				x
Condición del aceite			x	
Estado de válvula principal			x	
Estado de mesa de trabajo			x	
Estado de las platinas			x	
Estado de manguera hidráulica				x
Estado de émbolo mayor			x	
Estado de émbolo menor			x	
Estado de bomba hidráulica				x

Clasificaremos a los elementos con igual valoración, teniendo en cuenta el siguiente cuadro:

Zi	Calificación de los elementos con igual valoración			
e	Número de elementos con igual valoración			
	Coeficiente que indica el estado actual del elemento			
c	c=1	c=0.8	c=0.6	c=0.4
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

Bueno	Regular
$Zi = 5x1$	$Zi = 6x0.8$
$Zi = 5$	$Zi = 4.8$

Sumatoria de productos:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Zi$$

$$Z = 5 + 4.8 = 9.8$$

Calculo de eficiencia respecto a su condición inicial:

$$\eta = \frac{Z}{n} x100\%$$

$$\eta = \frac{9.8}{11} x100\% = 89\%$$

Verificamos según condiciones establecidas:

CONDICIONES		
Bueno	[90 – 100 %]	Revisión
Regular	[75 – 89 %]	Reparación Pequeña
Malo	[50 – 74 %]	Reparación regular
Muy malo	[< 50 %]	Reparación general

Conclusión:

Su estado actual es REGULAR y requiere servicios de REPARACIÓN PEQUEÑA.

Anexo 12 Cálculo de evaluación técnica compresora

VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE COMPRESORA

	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de soportes			X	
Estado de ruedas				X
Estado de manómetros			X	
Condición del aceite		X		
Estado de válvula reguladora				X
Estado de niples de conexión				X
Estado de manguito de transporte				X
Estado de manguera			X	
Estado de pistola de aire			X	
Estado de tapón de drenado			X	
Estado de disipador de ruido				X
Estado de presostato AUOT/OFF				X

Clasificaremos a los elementos con igual valoración, teniendo en cuenta el siguiente cuadro:

Zi	Calificación de los elementos con igual valoración			
e	Número de elementos con igual valoración			
	Coeficiente que indica el estado actual del elemento			
c	c=1	c=0.8	c=0.6	c=0.4
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

Bueno	Regular	Malo
$Zi = 6x1$	$Zi = 5x0.8$	$Zi = 1x0.6$
$Zi = 6$	$Zi = 4$	$Zi = 0.6$

Sumatoria de productos:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Zi$$

$$Z = 6 + 4 + 0.6 = 10.6$$

Calculo de eficiencia respecto a su condición inicial:

$$\eta = \frac{Z}{n} x100\%$$

$$\eta = \frac{10.6}{12} x100\% = 88.3\%$$

Verificamos según condiciones establecidas:

CONDICIONES		
Bueno	[90 – 100 %]	Revisión
Regular	[75 – 89 %]	Reparación Pequeña
Malo	[50 – 74 %]	Reparación regular
Muy malo	[< 50 %]	Reparación general

Conclusión:

Su estado actual es REGULAR y requiere servicios de REPARACIÓN PEQUEÑA.

Anexo 13 Cálculo de evaluación técnica mesa hidráulica

VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE MESA HIDRÁULICA

	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno
Estado de ruedas de transporte				X
Estado de manguito				X
Estado de estructura		X		
Estado de palanca de bombeo			X	
Estado de ruedas de elevación			X	
Estado de válvula reguladora				X
Estado de pistón hidráulico superior				X
Estado de pistón hidráulico inferior				X
Estado de frenos de rueda de transporte			X	

Clasificaremos a los elementos con igual valoración, teniendo en cuenta el siguiente cuadro:

Zi	Calificación de los elementos con igual valoración			
e	Número de elementos con igual valoración			
	Coeficiente que indica el estado actual del elemento			
c	c=1	c=0.8	c=0.6	c=0.4
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

Bueno	Regular	Malo
$Zi = 5x1$	$Zi = 3x0.8$	$Zi = 1x0.6$
$Zi = 5$	$Zi = 2.4$	$Zi = 0.6$

Sumatoria de productos:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Zi$$

$$Z = 5 + 2.4 + 0.6 = 8$$

Cálculo de eficiencia respecto a su condición inicial:

$$\eta = \frac{Z}{n} x100\%$$

$$\eta = \frac{8}{9} x100\% = 88.9\%$$

Verificamos según condiciones establecidas:

CONDICIONES		
Bueno	[90 – 100%]	Revisión
Regular	[75 – 89%]	Reparación pequeña
Malo	[50 – 74%]	Reparación regular
Muy malo	[<50%]	Reparación general

Conclusión:

Su estado actual es REGULAR y requiere servicios de REPARACIÓN PEQUEÑA

Anexo 14 Ficha de inspección de banco de pruebas #01

BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C		NOMBRE DE EQUIPO: BANCO DE PRUEBAS #01																				
		CÓDIGO DE EQUIPO	BLH - TO - BP01								UBICACIÓN				Taller servicios oleo hidráulicos							
N°	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Inspección visual de manómetros	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Inspección visual de niples roscados	S	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Verificación de apertura y cierre de válvulas	S	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Inspección visual de conexiones eléctricas	S				✓				✓				✓				✓				✓
5	Limpieza externa de grupo motor eléctrico - bomba hidráulica	S				✓				✓				✓				✓				✓
6	Inspección de estructura de banco hidráulico	M				✓				✓				✓				✓				✓
7	Limpieza interna de motor eléctrico	M				✓				✓				✓				✓				✓
8	Inspección de conexiones internas y bobinado del motor eléctrico	M				✓				✓				✓				✓				✓
9	Cambio de sellos de bomba hidráulica (previa evaluación)	SM														✓						
10	Cambio de aceite hidráulico (previa evaluación)	SM														✓						
11	Limpieza interna de tanque de aceite hidráulico (previa evaluación)	SM														✓						
12	Cambio de filtro de aceite hidráulico	SM														✓						

FECHA DE MANTENIIENTO:	FRECUENCIA	SIMBOLOGÍA
NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLE: SANTIAGO QUISPE VELEZ SUPERVISOR TALLER	- S = SEMANAL - M = MENSUAL - TM = TRIMESTRAL - SM = SEMESTRAL	○ A Inspeccionar ✓ Conforme ✗ Presenta fallas
OBSERVACIONES - Limpieza externa del equipo diaria. - Verificación del estado de las mangueras diario. - Inspección diaria de nivel de aceite hidráulico. - Revisar estado externo de acople motor - bomba.		

Anexo 15 Ficha de inspección de prensa hidráulica #01

BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C		NOMBRE DE EQUIPO: PRENSA HIDRÁULICA #01																					
		CÓDIGO DE EQUIPO	BLH - TO - PH01								UBICACIÓN				Taller servicios oleo hidráulicos								
Nº	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	Inspección sobre alguna fuga de aceite	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Revisión de pistones en búsqueda de ranuras o deformaciones considerables	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	
3	Inspección de manómetro	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4	Inspección del estado de apertura y cierre de válvula principal	S	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5	Inspección de pernería estructural	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
6	Revisión general de la estructura del equipo	M				✓				✓				✓				✓				✓	
7	Inspección de platinas	M				✓				✓				✓				✓				✓	
8	Evaluación de estado de aceite y cambio si es requerido	SM					✓																
9	Cambio de kit de sellos (previa evaluación)	SM					✓																

FECHA DE MANTENIIENTO:	FRECUENCIA	SIMBOLOGÍA
NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLE: SANTIAGO QUISPE VELEZ SUPERVISOR TALLER	- S = SEMANAL - M = MENSUAL - TM = TRIMESTRAL - SM = SEMESTRAL	○ A Inspeccionar ✓ Conforme ✗ Presenta fallas
OBSERVACIONES - Limpieza de equipo diaria		

Anexo 16 Ficha de inspección de compresor de aire #01

BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C		NOMBRE DE EQUIPO: COMPRESOR DE AIRE #01																				
		CÓDIGO DE EQUIPO	BLH - TO - CA01							UBICACIÓN				Taller servicios oleo hidráulicos								
N°	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Inspección del estado de las ruedas	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Medición del nivel de aceite	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Limpieza externa del equipo	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Drenado de agua del tanque	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Inspección del filtro de aire	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Revisión de la válvula de seguridad	M				✓				✓				✓				✓				✓
7	Cambio de aceite (previa inspección)	M				✓				✓				✓				✓				✓

FECHA DE MANTENIIENTO: Periodo Enero - Mayo 2022

NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLE: SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

OBSERVACIONES

- Limpieza de equipo diaria.
- Verificación del estado de la manguera diaria.
- Inspección de conexiones eléctricas.
- Inspección del estado del manguito.

FRECUENCIA

- S = SEMANAL
- M = MENSUAL
- TM = TRIMESTRAL
- SM = SEMESTRAL

SIMBOLOGÍA

- ○ A Inspeccionar
- ✓ Conforme
- ✗ Presenta fallas

Anexo 17 Ficha de inspección de mesa hidráulica #01

BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C		NOMBRE DE EQUIPO: MESA HIDRÁULICA #01																					
		CÓDIGO DE EQUIPO	BLH - TO - MH01				UBICACIÓN				Taller servicios oleo hidráulicos												
N°	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Inspección de las ruedas de transporte	S	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Verificación del freno de parqueo	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Revisión de estructura y pernería	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Revisión de válvula reguladora	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Inspección de fugas y cambio de sellos o retenes si es necesario	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Inspección y limpieza de riel de levante	S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Verificación de tensión en cable de descenso de carga	M				✓				✓		X		✓				✓				✓
8	Lubricación con grasa de superficies en movimiento	M				✓				✓				✓				✓				✓
9	Cambio de aceite (previa inspección)	M				✓				✓				✓				✓				✓

FECHA DE MANTENIIENTO: Periodo Enero → Mayo 2022

NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLE:

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

OBSERVACIONES

- Limpieza de equipo diaria.
- Inspección de estado de manguito
- Elevar y bajar la mesa para lubricar el bombín.

FRECUENCIA

- S = SEMANAL
- M = MENSUAL
- TM = TRIMESTRAL
- SM = SEMESTRAL

SIMBOLOGÍA

- ○ A Inspeccionar
- ✓ Conforme
- X Presenta fallas

Anexo 18 Ficha de recolección de datos para confiabilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS. BULLÓN HIDRAULICA S.A.C. – LIMA"									
DIMENSIÓN			INDICADOR				TÉCNICA		
CONFIABILIDAD			$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ disponible - Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías}$				DOCUMENTARIA		
MES/AÑO	TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	TIEMPO TOTAL DE PARADAS	NÚMERO DE AVERÍAS	MTBF	MES/AÑO	TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	TIEMPO TOTAL DE PARADAS	NÚMERO DE AVERÍAS	MTBF
Ene-21					Ene-22				
Feb-21					Feb-22				
Mar-21					Mar-22				
Abr-21					Abr-22				
May-21					May-22				
Jun-21					Jun-22				
Jul-21					Jul-22				
Ago-21					Ago-22				
Set-21					Set-22				
Oct-21					Oct-22				
Nov-21					Nov-22				
Dic-21					Dic-22				

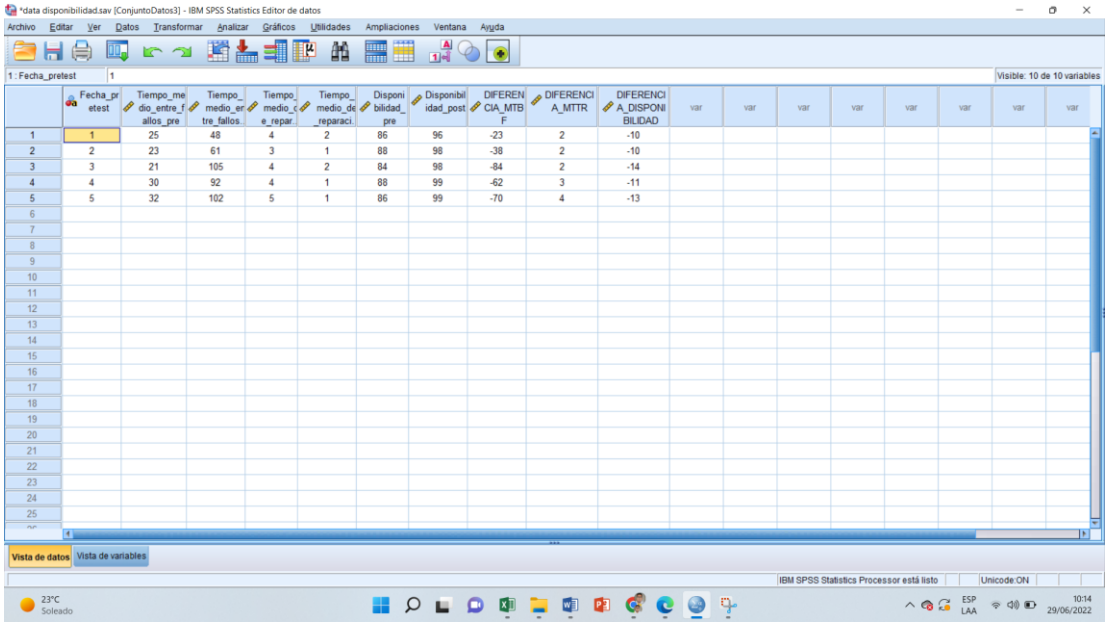
Anexo 19 Ficha de recolección de datos para mantenibilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS. BULLÓN HIDRAULICA S.A.C. – LIMA"							
DIMENSIÓN			INDICADOR			TÉCNICA	
MANTENIBILIDAD			$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ averías}$			DOCUMENTARIA	
MES/AÑO	TIEMPO TOTAL DE PARADAS	NÚMERO DE AVERÍAS	MTTR	MES/AÑO	TIEMPO TOTAL DE PARADAS	NÚMERO DE AVERÍAS	MTTR
Ene-21				Ene-22			
Feb-21				Feb-22			
Mar-21				Mar-22			
Abr-21				Abr-22			
May-21				May-22			
Jun-21				Jun-22			
Jul-21				Jul-22			
Ago-21				Ago-22			
Set-21				Set-22			
Oct-21				Oct-22			
Nov-21				Nov-22			
Dic-21				Dic-22			

Anexo 20 Ficha de recolección de datos para disponibilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS. BULLÓN HIDRAULICA S.A.C. – LIMA"							
DIMENSIÓN			INDICADOR			TÉCNICA	
DISPONIBILIDAD			$Disponibilidad\ (\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} x100\%$			DOCUMENTARIA	
MES/AÑO	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	MES/AÑO	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
Ene-21				Ene-22			
Feb-21				Feb-22			
Mar-21				Mar-22			
Abr-21				Abr-22			
May-21				May-22			
Jun-21				Jun-22			
Jul-21				Jul-22			
Ago-21				Ago-22			
Set-21				Set-22			
Oct-21				Oct-22			
Nov-21				Nov-22			
Dic-21				Dic-22			

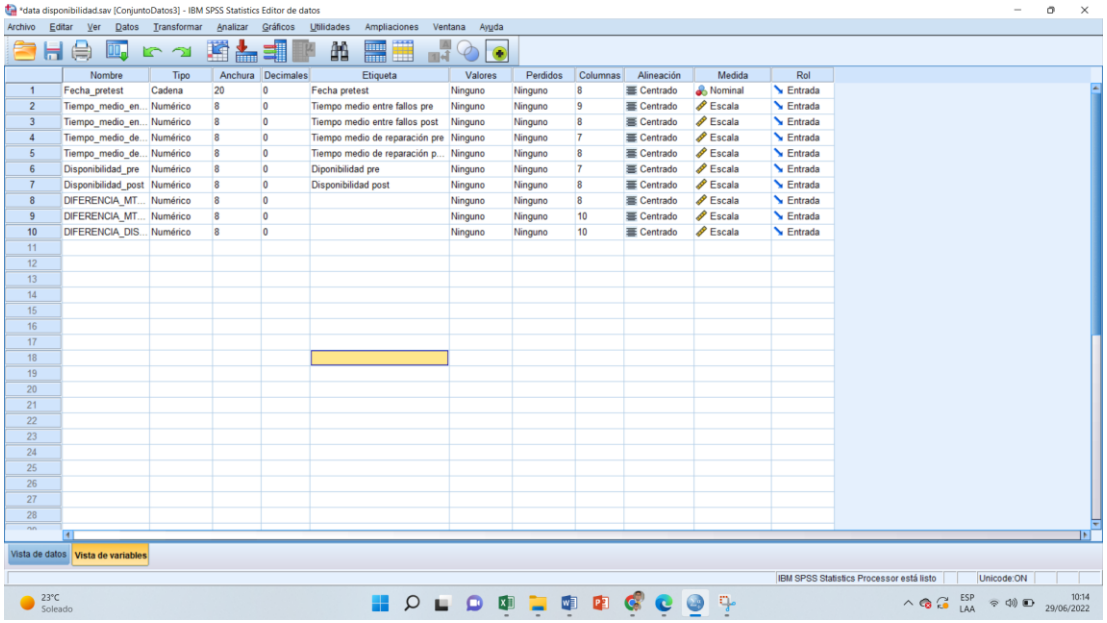
Anexo 21 Vista de datos para cálculo de hipótesis general



	Fecha_pretest	Tiempo_medio_entre_fallos_pre	Tiempo_medio_entre_fallos	Tiempo_medio_de_repar.	Tiempo_medio_de_reparaci	Disponibilidad_pre	Disponibilidad_post	DIFERENCIA_MTBF	DIFERENCIA_MTTR	DIFERENCIA_DISPONIBILIDAD
1	1	25	48	4	2	86	96	-23	2	-10
2	2	23	61	3	1	88	98	-38	2	-10
3	3	21	105	4	2	84	98	-84	2	-14
4	4	30	92	4	1	88	99	-62	3	-11
5	5	32	102	5	1	86	99	-70	4	-13

Fuente: Elaboración propia con SPSS

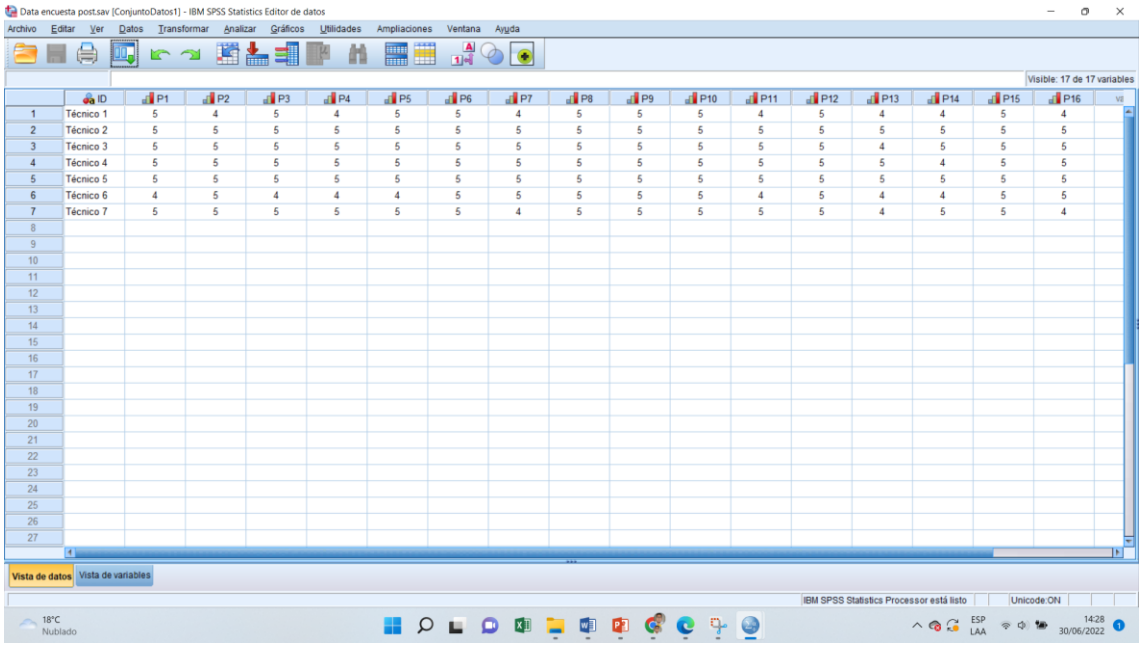
Anexo 22 Vista de variable para cálculo de hipótesis general



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Fecha_pretest	Cadena	20	0	Fecha pretest	Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Nominal	Entrada
2	Tiempo_medio_en...	Numérico	8	0	Tiempo medio entre fallos pre	Ninguno	Ninguno	9	Centrado	Escala	Entrada
3	Tiempo_medio_en...	Numérico	8	0	Tiempo medio entre fallos post	Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Escala	Entrada
4	Tiempo_medio_de...	Numérico	8	0	Tiempo medio de reparación pre	Ninguno	Ninguno	7	Centrado	Escala	Entrada
5	Tiempo_medio_de...	Numérico	8	0	Tiempo medio de reparación p...	Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Escala	Entrada
6	Disponibilidad_pre	Numérico	8	0	Diponibilidad pre	Ninguno	Ninguno	7	Centrado	Escala	Entrada
7	Disponibilidad_post	Numérico	8	0	Disponibilidad post	Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Escala	Entrada
8	DIFERENCIA_MT...	Numérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Escala	Entrada
9	DIFERENCIA_MT...	Numérico	8	0		Ninguno	Ninguno	10	Centrado	Escala	Entrada
10	DIFERENCIA_DIS...	Numérico	8	0		Ninguno	Ninguno	10	Centrado	Escala	Entrada

Fuente: Elaboración propia con SPSS

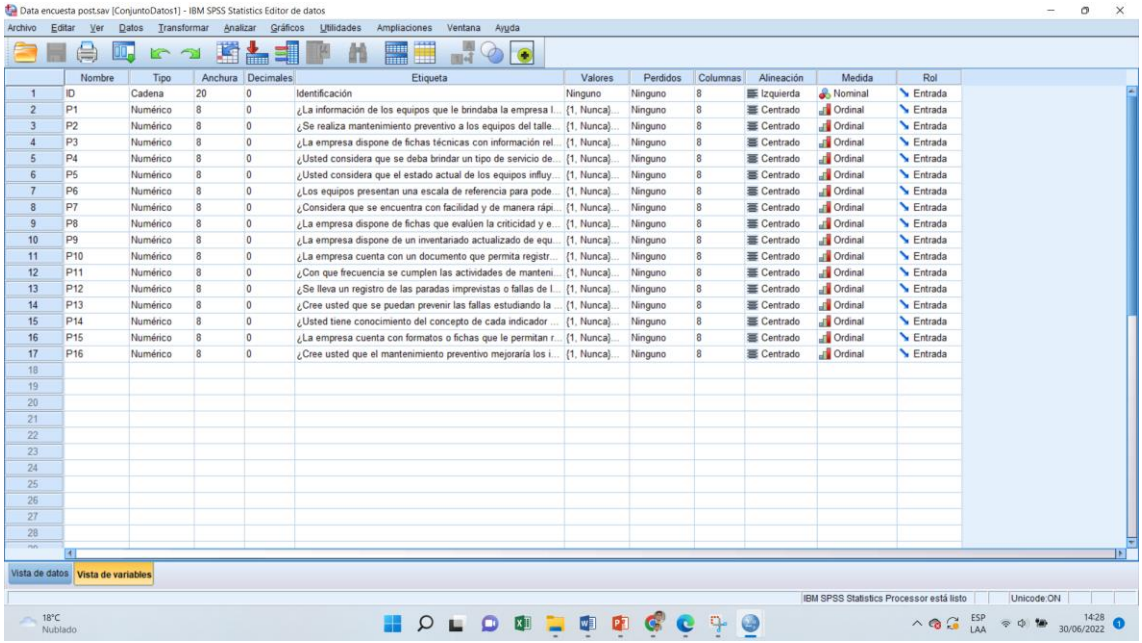
Anexo 23 Vista de datos para cálculo de hipótesis específicas



	ID	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
1	Técnico 1	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4
2	Técnico 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	Técnico 3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
4	Técnico 4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
5	Técnico 5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	Técnico 6	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5
7	Técnico 7	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4

Fuente: Elaboración propia con SPSS

Anexo 24 Vista de variables para cálculo de hipótesis específicas



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Cadena	20	0	Identificación	Ninguno	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
2	P1	Numérico	8	0	¿La información de los equipos que le brindaba la empresa l...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
3	P2	Numérico	8	0	¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del talle...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
4	P3	Numérico	8	0	¿La empresa dispone de fichas técnicas con información rel...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
5	P4	Numérico	8	0	¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
6	P5	Numérico	8	0	¿Usted considera que el estado actual de los equipos influy...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
7	P6	Numérico	8	0	¿Los equipos presentan una escala de referencia para pode...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
8	P7	Numérico	8	0	¿Considera que se encuentra con facilidad y de manera rápi...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
9	P8	Numérico	8	0	¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y e...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
10	P9	Numérico	8	0	¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equ...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
11	P10	Numérico	8	0	¿La empresa cuenta con un documento que permita registr...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
12	P11	Numérico	8	0	¿Con que frecuencia se cumplen las actividades de manteni...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
13	P12	Numérico	8	0	¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de l...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
14	P13	Numérico	8	0	¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la ...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
15	P14	Numérico	8	0	¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador ...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
16	P15	Numérico	8	0	¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan r...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
17	P16	Numérico	8	0	¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los i...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada

Fuente: Elaboración propia con SPSS

Anexo 25 Encuesta realizada a los técnicos

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACION				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCION	VALORACION				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?					
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?					
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?					
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?					
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?					
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?					

Firma Gerencia Firma Supervisor Firma Técnico

Anexo 26 Resultado encuesta técnico #01

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					X
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?					X
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					X
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?					X
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?					X
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?				X	
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?					X

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
71963717
Joel Arrue

Anexo 27 Resultado encuesta técnico #02

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					X
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?					X
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					X
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?					X
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?					X
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?				X	
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?					X

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
62289142
Arthur Maruyama

Anexo 28 Resultado encuesta técnico #03

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					X
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?					X
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					X
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?					X
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?				X	
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?					X
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?					X

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
73498718
Axel Chavez C.

Anexo 29 Resultado encuesta técnico #04

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					X
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?					X
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					X
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?					X
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?					X
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?					X
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?					X

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20409620821

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
74498991
JUAN MOROCHO

Anexo 30 Resultado encuesta técnico #05

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					X
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?				X	
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?				X	
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					X
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?				X	
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?				X	
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?				X	
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?				X	
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?				X	

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20406620821

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
72283079
Cristian Cáceres

Anexo 31 Resultado encuesta técnico #06

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?				X	
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?				X	
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?				X	
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?				X	
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?				X	
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?				X	
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?				X	
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?					X

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

SANTIAGO BUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
72472986
Rogelio Garcia

Anexo 32 Resultado encuesta técnico #07

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUESTIONARIO PARA MEDIR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE SERVICIOS OLEO HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA BULLÓN HIDRÁULICA S.A.C.- LIMA

INSTRUCCIONES:

Estimado técnico el presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita el incremento de la disponibilidad de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos en la empresa Bullón Hidráulica S.A.C. - Lima. Mucho agradeceré contestar con la mayor veracidad y objetividad posible, marcando con una (X), la respuesta que considere conveniente.
La valoración de cada ítem es la siguiente:

PUNTUACIÓN				
1	2	3	4	5
Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (AV)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
Recolección de información	Recopilación de información de equipos	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La información de los equipos que le brindaba la empresa le es insuficiente para el cuidado de los mismos?					X
	· ¿Se realiza mantenimiento preventivo a los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa dispone de fichas técnicas con información relevante para la identificación de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Análisis situacional	Valoración del estado actual	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted considera que se deba brindar un tipo de servicio de mantenimiento en base al estado actual del equipo?					X
	· ¿Usted considera que el estado actual de los equipos influye en su rendimiento operativo?					X
	Análisis de criticidad	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Los equipos presentan una escala de referencia para poder jerarquizar sus actividades de mantenimiento?					X
	· ¿Considera usted que se encuentra con facilidad y de manera rápida los repuestos requeridos para brindar mantenimiento preventivo?				X	
	· ¿La empresa dispone de fichas que evalúen la criticidad y estado técnico de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
Control de programa de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿La empresa dispone de un inventariado actualizado de equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿La empresa cuenta con un documento que permita registrar las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas para fechas posteriores?					X
	· ¿Frecuentemente se cumplen las actividades de mantenimiento planificadas para los equipos?					X
	Frecuencia de fallas	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Se lleva un registro de las paradas imprevistas o fallas de los equipos del taller de servicios oleo hidráulicos?					X
	· ¿Cree usted que se puedan prevenir las fallas estudiando la frecuencia con la que ocurren en los equipos?				X	
Aplicación	Indicadores de mantenimiento	N	CN	AV	CS	S
	· ¿Usted tiene conocimiento del concepto de cada indicador de mantenimiento y como estos influyen en el cuidado de los equipos?					X
	· ¿La empresa cuenta con formatos o fichas que le permitan registrar los datos requeridos para una evaluación de disponibilidad?					X
	· ¿Cree usted que el mantenimiento preventivo mejoraría los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad de los equipos?				X	

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

SANTIAGO HUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Técnico
70887536
Fabian Bustamante

Anexo 33 Carta de presentación hacia juez N°1

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a): WILFREDO JONATHAN CARPIO ZARATE

Presente

Es muy grato dirigirme a su persona, para saludarlo(a) muy cordialmente y manifestarle, que conocedor de su trayectoria académica y profesional, he considerado conveniente elegirlo a Usted como JUEZ EXPERTO para la revisión del contenido del instrumento que será usado en los trabajos de investigación de pre y pos grado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao

El instrumento tiene como objetivo uniformizar los criterios de evaluación de los proyectos de tesis a nivel de pre y pos grado, siendo necesario su aprobación por los jueces expertos, por lo que solicito evaluar el mencionado instrumento de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos. Se adjunta los siguientes documentos:

- Carta de presentación
- Definición conceptual y operacional de las variables
- Matriz de operacionalización de variables
- Formato de INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTO
- Instrumento/s

Agradeciendo su colaboración, me despido de Usted

Santa Anita, 09 de 07 del 2022

Atentamente.

BACH. SANTIAGO QUISPE VELEZ
DNI: 70908548

WILFREDO JONATHAN
CARPIO ZARATE
Ingeniero Electricista
CIP Nº 180652

Anexo 34 Datos generales y denominación de instrumentos N°1

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERAL:

1.1. **Apellidos y Nombres (Juez):**
Carpio Zarate Wilfredo Jonathan

1.2. **Grado Académico:**
Titulado

1.3. **Profesión:**
Ingeniero Electricista

1.4. **Institución donde trabaja:**
PROENERGY SAC.

1.5. **Cargo que desempeña:**
Jefe area de Ingeniería

1.6. **Denominación del Instrumento:**
* Fichas de Recolección de Datos
* Encuesta dirigida a los técnicos

1.7. **Apellidos y Nombres del autor del Instrumento:**
Quispe Velez Santiago Hugo

WILFREDO JONATHAN
CARPIO ZARATE
Ingeniero Electricista
CIP Nº 180652

Anexo 35 Validación de juicio de experto N°1

II. VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Criterio de evaluación	Descripción sobre las preguntas	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
		1	2	3	4	5
Claridad	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología y de la experiencia del tesista.					X
Consistencia	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la directiva de la Universidad Nacional del Callao.					X
Coherencia	Existe relación lógica entre el contenido de los criterios de evaluación del instrumento.				X	
Pertinencia	Son correctas y adecuadas para evaluar la tesis.				X	
Suficiencia	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.					X
SUMATORIA PARCIAL					12	15
SUMATORIA TOTAL						27

WILFREDO JONATHAN
CARRIO ZARATE
Ingeniero Electricista
CIP N° 180352

Anexo 36 Resultados de juicio de experto N°1

III. RESULTADOS

3.1. Valoración Total: 27

3.2. Opinión:

Me parece bien formulados acorde al tema de investigación

Favorable: X No Favorable: _____

3.3. Observaciones:

El instrumento presentado es apropiado para la evaluación de los proyectos de tesis de pregrado y posgrado. Se sugiere que, levantadas las observaciones, pase a la unidad académica correspondiente para su aprobación y aplicación.

Santa Anita, 09 de 07 de 2022

WILFREDO JONATHAN
CARPIO ZARATE
Ingeniero Electricista
CIP N° 180652

Firma del Juez

DNI: 44380469

Anexo 37 Carta de presentación hacia juez N°2

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a): Bryan Olivares Alvarez

Presente

Es muy grato dirigirme a su persona, para saludarlo(a) muy cordialmente y manifestarle, que conocedor de su trayectoria académica y profesional, he considerado conveniente elegirlo a Usted como JUEZ EXPERTO para la revisión del contenido del instrumento que será usado en los trabajos de investigación de pre y pos grado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao

El instrumento tiene como objetivo uniformizar los criterios de evaluación de los proyectos de tesis a nivel de pre y pos grado, siendo necesario su aprobación por los jueces expertos, por lo que solicito evaluar el mencionado instrumento de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos. Se adjunta los siguientes documentos:

- Carta de presentación
- Definición conceptual y operacional de las variables
- Matriz de operacionalización de variables
- Formato de INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTO
- Instrumento/s

Agradeciendo su colaboración, me despido de Usted

Bellavista 09 de 07 del 2022

Atentamente.

Bach. Santiago Hugo Quispe Velez
DNI : 70908549

BRYAN OLIVARES ALVAREZ
Ingeniero Mecánico
CIP N° 283728

Anexo 38 Datos generales y denominación de instrumentos N°2

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERAL:

1.1. **Apellidos y Nombres (Juez):**
OLIVARES ALVAREZ BRYAN

1.2. **Grado Académico:**
TITULADO

1.3. **Profesión:**
INGENIERO MECANICO

1.4. **Institución donde trabaja:**
PERUVIAN NATURE S&S SAC

1.5. **Cargo que desempeña:**
PLANNER DE MANTENIMIENTO

1.6. **Denominación del Instrumento:**
* FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
* ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TÉCNICOS

1.7. **Apellidos y Nombres del autor del Instrumento:**
QUISPE VELEZ SANTIAGO HUGO

BRYAN OLIVARES ALVAREZ
Ingeniero Mecánico
CIP N° 283726

Anexo 39 Validación de juicio de experto N°2

II. VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Criterio de evaluación	Descripción sobre las preguntas	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
		1	2	3	4	5
Claridad	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología y de la experiencia del tesista.				X	
Consistencia	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la directiva de la Universidad Nacional del Callao.				X	
Coherencia	Existe relación lógica entre el contenido de los criterios de evaluación del instrumento.				X	
Pertinencia	Son correctas y adecuadas para evaluar la tesis.					X
Suficiencia	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.				X	
SUMATORIA PARCIAL					20	5
SUMATORIA TOTAL		25				

BRYAN OLIVARES ALVAREZ
Ingeniero Mecánico
CIP Nº 283726

Anexo 40 Resultados de juicio de experto N°2

III. RESULTADOS

3.1. Valoración Total: 25

3.2. Opinión:

ME PARECE UNA CORRECTA VISIÓN DE LA PROBLEMATICA Y UNA BUENA FORMA DE ESTUDIO

Favorable: X No Favorable: _____

3.3. Observaciones:

El instrumento presentado es apropiado para la evaluación de los proyectos de tesis de pregrado y posgrado. Se sugiere que, levantadas las observaciones, pase a la unidad académica correspondiente para su aprobación y aplicación.

BELLAVISTA ,09 de 07 de 20.22.

BRYAN OLIVARES ALVAREZ
Ingeniero Mecánico
CIP N° 263726

Firma del Juez

DNI: 72260965

Anexo 41 Carta de Autorización de uso de datos de la empresa

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS DE LA EMPRESA

Yo ...Williams Jesus Bullon Rojas...,

identificado con DNI ...43966444..., en mi calidad de ...Gerente General...

del área de ...Taller de Servicios oleohidráulico... de

la empresa/institución ...Bullon Hidraulica SAC... con

R.U.C N° ...20609620821...

OTORGO LA AUTORIZACIÓN

Al señor...Santiago Hugo Quispe Velez...

identificado con DNI N°...70908548..., alumno del curso ciclo de taller de tesis de la unidad de pregrado de la facultad de ingeniería Mecánica y de Energía que utilice la siguiente información de la empresa:

- Tiempos de operación del taller.
- Tiempos de reparación de equipos y entre fallas.
- Información del estado de los equipos.

con la finalidad de que pueda desarrollar su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico.

Con respecto **al uso del nombre de la empresa**, en mi calidad de representante legal, manifiesto que:

( ) Se debe mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(✓) Se puede mencionar el nombre de la empresa en la tesis.

Adjuntar a esta carta la siguiente información del representante legal (firmante):

- Vigencia de Poder o Ficha RUC o consulta RUC *(para el caso de empresas privadas)*.
- ROF o MOF o Resolución de designación, *(para el caso de empresas públicas)*
- Copia del DNI del Representante Legal (*para validar su firma en el formato*).

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
Firma del Representante Legal
DNI: 43966444 RUC: 20609620821

El Tesista declara que los datos emitidos en esta carta y en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el bachiller 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 Bachiller

DNI: 70908548

Anexo 42 Registro de fallas esmeril de banco agosto 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servicios Olco hidraulicos
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH-TO-EB01	Mes/Año	AGOSTO 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Cambio discos abrasivos		24/08/21	10:00 am	24/08/21	1:00 pm
Limpieza particulas abrasivas		24/08/21	11:00 am	24/08/21	11:30 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 43 Registro de fallas prensa hidráulica agosto 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Servicios Olea Hidraulicos
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	AGOSTO 2021

CAUSA DE LA PARADA	PARADA		ARRANQUE	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga aceite embolo mayor	06/08/21	11:15am	07/08/21	11:00am
* no habia repuesto				
* Se tuvo q' ir a Arriola				
a averiguar precios y comprar				

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRÁULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: [illegible]
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 44 Registro de fallas compresora agosto 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servic. Geo Hidráulic
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	AGOSTO 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Ruptura de Ruedas por tiempo		11/08/21	02:00 pm	12/08/21	09:00 pm
Desgaste de Soportes de jebe		11/08/21	02:00 pm	12/08/21	09:00 pm
Inferiores (soporte compresor)					

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20606620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 45 Registro de fallas mesa hidráulica agosto 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Servic. Olea Hidraulic
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH 01	Mes/Año	AGOSTO 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLON S.A.C.
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 46 Registro de fallas banco de pruebas agosto 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Serv Oleo Hidráu.
Equipo	Banco de pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	AGOSTO 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga aceite línea alta presión		12/08/21	10:00 a.m	12/08/21	11:00 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20406520821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 47 Registro de fallas esmeril de banco septiembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Moruyama		Área	Taller Servicios Oleo hidraulic.
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH-TO-EB01	Mes/Año	SEPTIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpieza de partículas abrasivas		16/09/21	11:00 am	16/09/21	11:30 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC 20606620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 48 Registro de fallas prensa hidráulica septiembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulicos
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	SEPTIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga aceite émbolo menor		09-09-2021	10:10 AM	10-09-2021	11:25 AM
↳ Se tuvo q' comprar en arroa					
Correccion instalacion embolo mayor		09/09/21	10:00 am	09/09/21	12:30 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20[illegible]21
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 49 Registro de fallas compresora septiembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Caceres		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-To-CA01	Mes/Año	SETIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Aire comprimido presenta mucha		16/09/21	10:00 AM	16/09/21	11:00 AM
humedad al momento de soplar					
Conexión electrica desgarrada		24/09/21	08:00 am	24/09/21	09:30 am
Contaminación con particulas		28/09/21	08:00 AM	28/09/21	10:00 AM
de polvo por trabajos externos					

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: [illegible]21

Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 50 Registro de fallas mesa hidráulica septiembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servicios Oleo Hidraulic
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH 01	Mes/Año	SEPTIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRÁULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620921

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 51 Registro de fallas banco de pruebas septiembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio Garcia		Área	Taller Servic. Oleo Hidráulico
Equipo	Banco de pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	SEPTIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Conectores electricos sulfatedas		16-09-21	10:00 AM	16-09-21	01:00 PM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20409620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 52 Registro de fallas esmeril de banco octubre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	T. Servicios Geo Hidra.
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH -TO-EB01	Mes/Año	OCTUBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpiera partículas abrasivas		29/10/21	12:30 AM	29/10/21	1:00 PM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20409620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 53 Registro de fallas prensa hidráulica octubre 2021

	REGISTRO DE FALLAS				
BULLON HIDRAULICA	Responsable	Joel Arcus		Área	Taller Servicios Oleo Hidraulicos
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	OCTUBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
R.U.C. 20[illegible]21
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 54 Registro de fallas compresora octubre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Monugoma		Área	Taller Servicios Oleo Hidraulic
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	OCTUBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga agua por tapón de drenaje		05/10/21	09:15 am	05/10/21	10:00 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 55 Registro de fallas mesa hidráulica octubre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Azel Chavez C.		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulicos
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	OCTUBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Ruedas de transporte obstruidas por suciedad → se limpiaron 4		02-10-21	09:00 am	02-10-21	09:30 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 56 Registro de fallas banco de pruebas octubre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Caceres		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulicos
Equipo	Banco de pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	OCTUBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga aceite en pistón hidraulico		06/10/21	08:00 am	08/10/21	05:00 pm
↳ Se aprovecha para cambio de					
aceite hidraulico y filtro.					
Inspeccion de bomba					
Limpieza de sistema por indicio					
de contaminación					

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20[illegible]21
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 57 Registro de fallas esmeril de banco noviembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Axel Chavez Ca		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulic
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH - TO - EB01	Mes/Año	NOVIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Mantenimiento general		29-11-2021	03:00 am	30-11-2021	06:00 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 58 Registro de fallas prensa hidráulica noviembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Axel Chavez C.		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulicos
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	NOVIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Valvula alivio y cierre mal instalada -corrección		16/11/21	03:20 pm	16/11/21	05:10 pm
Cambio de aceite		25/11/21	04:00pm	25/11/21	06:00 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20600620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 59 Registro de fallas compresora noviembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servicios Oleo Hidraulic.
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	NOVIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Obstrucción de pistola de aire		26/11/21	03:20 pm	26/11/21	04:20 pm
debido a contaminación (pintura)					

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620821
Firma Gerencia

SANTIAGO BUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 60 Registro de fallas mesa hidráulica noviembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulicos
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	NOVIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Pérdida de tensión en la línea de freno de descenso.		18-11-21	04:00 AM	18-11-21	05:00 PM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20[illegible]21
Firma Gerente

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 61 Registro de fallas banco de pruebas noviembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Monzyama		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic.
Equipo	Banco de pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	NOVIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 62 Registro de fallas esmeril de banco diciembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servic. Oleo hidráulic.
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH-TO-EB01	Mes/Año	DICIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Ajuste de pernería estructural		03-12-21	12:00 am	03-12-21	12:30 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20606620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 63 Registro de fallas prensa hidráulica diciembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servic Oleo Hidraul.
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	DICIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20606620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 64 Registro de fallas compresora diciembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Caceres		Área	Taller Gerno Oleo Hidraulico
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	DICEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Cambio de aceite (muy viscoso)		13/12/21	08:30 am	13/12/21	09:30 am
Fisura de linea de aire, tiempo de trabajo y malas prácticas		21/12/21	10:00 AM	21/12/21	12:00 PM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609628621

Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 65 Registro de fallas mesa hidráulica diciembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Manrique		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulico
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	DICIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga de aceite debido a		28-12-21	09:30 am	30-12-21	10:00 am
- Sobrecargas, cambio de juego sellos					
→ No tuvimos repuestos					

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608820821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 66 Registro de fallas banco de pruebas diciembre 2021

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Axel Chavez C.		Área	Taller Servici Oleo Hidrauli
Equipo	Banco de pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	DICIEMBRE 2021
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga de aceite en bomba (por un sellos mordido)		17/12/2021	09:00 AM	17/12/2021	11:00 AM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620421
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 67 Registro de fallas esmeril de banco enero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulico
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH-TO-EB01	Mes/Año	ENERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 68 Registro de fallas prensa hidráulica enero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Joel Anaue		Área	Taller Servic. Oleo Hidrau
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	ENERO 2022

CAUSA DE LA PARADA	PARADA		ARRANQUE	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 69 Registro de fallas compresora enero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Axel Chavez C.		Área	Taller Servicio Oleo Hidráulico
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	ENERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 70 Registro de fallas mesa hidráulica enero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulicos
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	ENERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Ruedas obstruidas por suciedad		19/01/22	09:00 AM	19/01/22	09:30 AM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
D.N.I.: [illegible]70821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 71 Registro de fallas banco de pruebas enero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Serv. Oleo Hidrául.
Equipo	Banco de Pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	ENERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fuga de aceite en líneas alta presión		13/01/22	10:00 AM	13/01/22	12:00 pm
Se fue a comprar arandelas → Ajuste válvulas con arandela de presión		14-01-22	09:00 am	14-01-22	11:00 am
Cambio sellos corrosa. por fugas		14-01-22	11:00 am	14-01-22	01:00 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608520821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 72 Registro de fallas esmeril de banco febrero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Joel Arce		Área	Taller Serv. Oleo Hidraulic.
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH-TO-EB01	Mes/Año	FEBRERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Montaje de oreja de los de presión para estructura (sostén)		21/02/22	09:00 AM	21/02/22	10:00 AM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 73 Registro de fallas prensa hidráulica febrero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Maruyama		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	FEBRERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Válvula alivio y cierre poca retención		10-02-22	08:00 am	10-02-22	10:10 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20409620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 74 Registro de fallas compresora febrero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Moriyama		Área	Taller Servic Oleo Hidrau.
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	FEBRERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpieza externa fuera del problema de mantenimiento debido a prestamo		21-02-22	08:00 AM	21-02-22	09:00 AM

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
R.U.C. 20608620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 75 Registro de fallas mesa hidráulica febrero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Joel Aave		Área	Taller Servicios Oleo Hidraulic
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	FEBRERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 76 Registro de fallas banco de pruebas febrero 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic
Equipo	Banco de pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	FEBRERO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 77 Registro de fallas esmeril de banco marzo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Service. Oleo Hidraulic
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH – TO – EB01	Mes/Año	MARZO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609628521
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 78 Registro de fallas prensa hidráulica marzo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	MARZO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Perdida de presión fuga aceite caja émbolo inferior (menor)		22/03/22	10:00 A.M	22/03/22	12:00 A.M

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20509620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 79 Registro de fallas compresora marzo 2022

	REGISTRO DE FALLAS				
BULLON HIDRAULICA	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Service. Oleo Hidraulic.
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	MARZO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 80 Registro de fallas mesa hidráulica marzo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Axel Chavez Ch		Área	Taller Servic Oleo Hidraulic
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO MH 01	Mes/Año	MARZO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Ajuste de tensión en cable de levante.		09/03/22	10:00 am	09/03/22	11:00 am

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620621

Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 81 Registro de fallas banco de pruebas marzo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Maruyama		Área	Taller Servic. Oleo Hidrau.
Equipo	Banco de Pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	MARZO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
R.U.C. 20605620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 82 Registro de fallas esmeril de banco abril 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Sorac Oleo Hidraulic.
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH-TO-EB01	Mes/Año	ABRIL 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821

Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 83 Registro de fallas prensa hidráulica abril 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Maruyama		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic.
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	ABRIL 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609820821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 84 Registro de fallas compresora abril 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Rogelio García		Área	Taller Servicios Oleos Hidraulicos
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA 01	Mes/Año	ABRIL 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20606620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 85 Registro de fallas mesa hidráulica abril 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Joel Arrue		Área	Taller Servic. Oleo Hidraulic
Equipo	Mesa elevadora hidráulica	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	ABRIL 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpieza no programada por derrame de aceite		20/04/22	03:00pm	20/04/22	04:00pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 86 Registro de fallas banco de pruebas abril 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Juan Morocho		Área	Taller Serv. Oleo Hidrául.
Equipo	Banco de Pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	ABRIL 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Ajuste mangueras con teflon liquido		16-04-22	12:00 pm	16-04-22	01:00 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC. 20609620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 87 Registro de fallas esmeril de banco mayo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Arthur Manuyama		Área	Taller Servi Oleo Hidraul.
Equipo	Esmeril de banco	Código	BLH - TO - EB01	Mes/Año	MAYO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20606820821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 88 Registro de fallas prensa hidráulica mayo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Servic Oleo Hidraulic
Equipo	Prensa hidraulica	Código	BLH-TO-PH01	Mes/Año	MAYO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Rectificación émbolo mayor		04/05/22	04:00 pm	04/05/22	05:00 pm
↳ Lija 40					

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20600620621
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 89 Registro de fallas compresora mayo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Axel Chavez C.		Área	Taller Servicios Oleo Hidráulic
Equipo	Compresor de aire	Código	BLH-TO-CA01	Mes/Año	MAYO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA
Fractura de pistola debido a aplastamiento (accidente)		19-05-22	05:00 pm	19-05-22	06:00 pm

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20608620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 90 Registro de fallas mesa hidráulica mayo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cáceres		Área	Taller Servicios Oleo Hidraulicos
Equipo	Mesa elevadora hidráulida	Código	BLH-TO-MH01	Mes/Año	MAYO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20606620821

Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER

Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 91 Registro de fallas banco de pruebas mayo 2022

BULLON HIDRAULICA	REGISTRO DE FALLAS				
	Responsable	Cristian Cárdenas		Área	Taller Servic Oleo Hidraulic
Equipo	Banco de Pruebas	Código	BLH-TO-BP01	Mes/Año	MAYO 2022
CAUSA DE LA PARADA		PARADA		ARRANQUE	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA

WILLIAM BULLÓN ROJAS
GERENTE GENERAL
HIDRAULICA BULLÓN S.A.C.
RUC: 20609620821
Firma Gerencia

SANTIAGO QUISPE VELEZ
SUPERVISOR TALLER
Firma Supervisor

Firma Técnico

Anexo 92 Análisis de costos antes del plan de mantenimiento

COSTOS OPERATIVOS ANTES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

- **Costos por mano de obra**

Técnico	Costo por hora de mano de obra	Tiempo de trabajo (horas)	Costo total (soles)
T1	s/.15	1008	s/. 15120
T2	s/. 9	1008	s/. 9072
T3	s/. 9	1008	s/. 9072
T4	s/. 9	1008	s/. 9072
T5	s/. 6	1008	s/. 6048
T6	s/. 5	1008	s/. 5040
T7	s/. 5	1008	s/. 5040
Total			s/. 58464

- **Costos por consumibles**

Consumibles en taller	Costo total (soles)
Aceite hidráulico 10W-30	s/. 180
Trapos industriales	s/. 1280
Otros	s/. 150
Total	s/. 1610

- **Costo trabajo terceros**

Equipo	Costo por hora	Tiempo de trabajo (horas)	Costo total (soles)
Esmeril de banco	s/.20	10	s/. 200
Banco de pruebas	s/. 50	30	s/. 1500
Prensa hidráulica	s/. 50	16	s/. 800
Compresora	s/. 22	10	s/.220
Mesa hidráulica	s/. 50	17	s/. 850
Total			s/. 3570

- **Costo por energía eléctrica**

$$Energia(KW.h) = \left(Potencia(kw) * \frac{hora}{dia}\right) * dias * Costo\ en\ kw$$

Equipo	Potencia consumida (Kw)	Horas día	Días operativo	Costo Kw.h	Costo total (soles)
Esmeril de banco	0.2	8	124	s/. 0.232	s/. 46.10
Banco de pruebas	5.6	8	123	s/. 0.232	s/. 1278.40
Compresora	1.5	8	122	s/. 0.232	s/.339.60
Total			s/. 1664.10		

Anexo 93 Análisis de costos después del plan de mantenimiento

COSTOS OPERATIVOS DESPUÉS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

- **Costos por mano de obra**

Técnico	Costo por hora de mano de obra	Tiempo de trabajo (horas)	Costo total (soles)
T1	s/.15	1008	s/. 15120
T2	s/. 9	1008	s/. 9072
T3	s/. 9	1008	s/. 9072
T4	s/. 9	1008	s/. 9072
T5	s/. 6	1008	s/. 6048
T6	s/. 5	1008	s/. 5040
T7	s/. 5	1008	s/. 5040
Total			s/. 58464

- **Costos por consumibles**

Consumibles en taller	Costo total (soles)
Aceite hidráulico 10W-30	s/. 90
Trapos industriales	s/. 630
Otros	s/. 30
Total	s/. 750

- **Costo por energía eléctrica**

$$Energia(KW.h) = \left(Potencia(kw) * \frac{hora}{dia}\right) * dias * Costo\ en\ kw$$

Equipo	Potencia consumida (Kw)	Horas al día	Días operativo	Costo Kw.h	Costo total (soles)
Esmeril de banco	0.2	8	126	s/. 0.232	s/. 46.80
Banco de pruebas	5.6	8	125	s/. 0.232	s/. 1299.20
Compresora	1.5	8	126	s/. 0.232	s/. 350.80
Total			s/. 1696.80		

Anexo 94 Comparativa de resultados de costos del mantenimiento

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LOS COSTOS DEL MANTENIMIENTO

Costos	Costos antes del plan de mantenimiento	Costos después del plan de mantenimiento
Costos por mano de obra	s/. 58464	s/. 58464
Costo por consumibles en taller	s/. 1610	s/. 750
Costo por trabajo a terceros	s/. 3570	s/. 0
Costos por energía eléctrica	s/. 1664.10	s/. 1696.80
TOTAL	s/. 65308.10	s/. 60910.80
Se generó una diferencia de costos a favor de la empresa de **s/. 4397.30**		