



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SIMULACIÓN DE UN SISTEMA HIDRÁULICO EN EL TALLER HIDRÁULICO DE CILINDROS BRUÑIDOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA FERREYROS S.A-CAJAMARCA.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bachiller. Víctor Jesús Espiritu Gómez

Asesor:

Mg. Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Cajamarca – Perú
2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

La asesora y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Víctor Jesús Espiritu Gómez**, denominada:

SIMULACIÓN DE UN SISTEMA HIDRÁULICO EN EL TALLER HIDRÁULICO DE CILINDROS BRUÑIDOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA FERREYROS S.A.-CAJAMARCA.

Mg. Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega
ASESOR

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Christian Quezada Machado
JURADO

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero
JURADO

DEDICATORIA

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado en mi formación académica, creyendo en todo momento y no dudaron en mis habilidades.

A mis profesores quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza, finalmente un eterno agradecimiento.

A esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como profesionales con sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la Universidad Privada del Norte por haberme aceptado ser parte de ella y abrirme las puertas de su seno científico para poder estudiar la carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis la Mg. Ing. Karla Rossemay Sisniegas Noriega por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Mi agradecimiento también va dirigido al Gerente de la Empresa "Ferreyros S.A" el Ing. Manuel Palomino por aceptarme realizar mi Tesis en su prestigiosa empresa.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a nuestras ganas de seguir adelante en nuestra carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS -----	ii
DEDICATORIA -----	iii
AGRADECIMIENTO -----	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS -----	vi
ÍNDICE DE TABLAS -----	x
ÍNDICE DE FIGURAS -----	xii
ÍNDICE DE ANEXOS -----	xiv
RESUMEN -----	xv
ABSTRACT -----	xvi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN -----	18
1.1. Realidad problemática -----	18
1.2. Formulación del problema-----	20
1.3. Justificación-----	20
1.4. Limitaciones -----	21
1.5. Objetivos-----	21
1.5.1. Objetivo general-----	21
1.5.2. Objetivos específicos. -----	21
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO -----	22
2.1. Antecedentes-----	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales. -----	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales. -----	24
2.2. Bases teóricas -----	25
2.2.1. Sistema Automático. -----	25
2.2.1.1. Elementos de un Sistema Automático. -----	25
2.2.1.2. Tipos de Sistema de Control. -----	26
2.2.2. Análisis de proceso. -----	27
2.2.2.1. Diagrama de Operaciones de Proceso (D.O.P). -----	30
2.2.2.2. Diagrama de Análisis de Proceso (D.A.P). -----	32
2.2.3. Ciclo de Operaciones y Procesos.-----	34
2.2.4. Automatización -----	36

2.2.4.1.	Clases de Automatización. -----	36
2.2.5.	Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto) -----	37
2.2.6.	Calidad -----	38
2.2.7.	Productividad -----	39
2.2.7.1.	Importancia. -----	39
2.2.7.2.	Tipos. -----	40
2.2.7.3.	Factores que afectan la productividad. -----	40
2.2.8.	Eficiencia Física. -----	42
2.2.9.	Eficiencia Económica. -----	42
2.2.10.	Sistema Hidráulico. -----	42
2.2.11.	Cilindros Hidráulicos -----	44
2.2.11.1.	Cilindro Estándar Simple Efecto. -----	44
2.2.11.2.	Cilindro Estándar de Doble Efecto. -----	46
2.2.12.	Ensayos por Líquidos Penetrantes. -----	48
2.2.13.	Indicadores Logísticos. -----	49
2.2.13.1.	Indicadores Clave de Desempeño (KPI) -----	49
2.2.13.2.	Indicadores Clave de Desempeño. -----	49
2.2.13.3.	Objetivos de los Indicadores. -----	50
2.2.13.4.	Abastecimiento. -----	50
2.2.14.	Layout. -----	52
2.2.14.1.	Concepto. -----	52
2.2.14.2.	Formas de Layout. -----	53
2.2.14.2.1	Layout con Transformación. -----	53
2.2.14.2.2	Layout sin Transformación. -----	53
2.2.15.	Diagrama de Procesos Hombre-Máquina. -----	55
2.2.15.1.	Objetivos. -----	55
2.2.15.2.	Ciclo del Operario. -----	56
2.2.15.3.	Ciclo de Máquina. -----	56
2.2.15.4.	Tiempo de Espera. -----	56
2.2.15.5.	Tiempo de Trabajo de la Máquina. -----	56
2.2.15.6.	Tiempo Muerto. -----	57
2.2.15.7.	Tiempo de Ocio. -----	57
2.2.15.8.	Acoplamiento. -----	57
2.2.15.9.	Elaboración. -----	57
2.2.15.10.	Distribución -----	59
2.2.15.11.	Resultados de un Diagrama Hombre-Máquina -----	60
2.2.15.12.	Igualdades -----	60
2.3.	Términos Básicos -----	61

2.3.1.	Bruñido. -----	61
2.3.2.	Capacidad de Arranque. -----	61
2.3.3.	Costo de Oportunidad de Capital (COK). -----	61
2.3.4.	Tasa Interna de Retorno (TIR). -----	61
2.3.5.	Valor Actual Neto (VAN). -----	61
2.4.	Hipótesis -----	62
2.4.1.	Planteamiento de Hipótesis. -----	62
2.4.2.	Variables. -----	62
CAPÍTULO 3.	METODOLOGÍA -----	63
3.1.	Operacionalización de variables. -----	63
3.2.	Diseño de investigación -----	65
3.3.	Unidad de estudio -----	65
3.4.	Población -----	65
3.5.	Muestra. -----	65
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos -----	65
3.6.1.	Análisis de documentos. -----	66
3.6.2.	Guía de observación de campo. -----	67
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos -----	68
3.7.1.	Técnicas de Estadística Descriptiva. -----	68
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS -----	69
4.1.	Diagnóstico situacional de la empresa. -----	69
4.1.1.	Aspectos Generales. -----	69
4.1.2.	Reseña Histórica -----	69
4.1.3.	Misión. -----	70
4.1.4.	Visión. -----	70
4.1.5.	Valores. -----	70
4.1.6.	Organigrama de Ferreyros S.A-Cajamarca. -----	71
4.1.7.	Personal. -----	72
4.1.8.	Productos y Servicios. -----	73
4.1.8.1.	Productos. -----	73
4.1.9.	Proveedores y clientes. -----	79
4.1.10.	Máquinas, Equipos y Herramientas -----	80
4.1.11.	FODA. -----	81
4.1.12.	Layout Actual -----	82
4.2.	Diagnóstico situacional del área de estudio. -----	83

4.2.1.	Descripción del área. -----	83
4.2.2.	Diagnóstico Situacional del proceso actual.-----	83
4.2.2.1.	Priorización de Problemas.-----	83
4.2.2.2.	Diagnóstico Situacional del Proceso de Bruñido del taller hidráulico. -----	85
4.2.2.2.1	Análisis del proceso de Bruñido -----	85
4.2.2.2.2	Análisis de los problemas de proceso de bruñido -----	87
4.2.3.	Medición de Indicadores -----	92
4.3.	Resultados del diagnóstico.-----	94
4.4.	Diseño de la Propuesta de Mejora. -----	102
4.4.1.	Propuesta de la mejora.-----	102
4.5.	Diseño del Sistema Hidráulico. -----	103
4.5.1.	Operaciones.-----	103
4.5.2.	Sistema Hidráulico.-----	105
4.6.	Desarrollo del diseño del Sistema Hidráulico.-----	108
4.6.1.	Software FluidSIM-H. -----	108
4.6.1.1.	Componentes. -----	108
4.6.1.2.	Funcionamiento. -----	116
4.6.1.3.	Estado del Sistema Hidráulico.-----	124
4.7.	Resultados de los indicadores después del desarrollo del diseño. -----	125
4.8.	Resultados del análisis económico financiero.-----	132
4.8.1.	Inversión Inicial. -----	132
4.8.1.1.	Inversión de activos tangibles. -----	132
4.8.1.2.	Otros Gastos.-----	134
4.8.1.3.	Gastos Personales. -----	135
4.8.1.4.	Gastos de Capacitación.-----	136
4.8.1.5.	Costos Proyectados.-----	137
4.8.2.	Evaluación de Costo-Beneficio: VAN, TIR, IR. -----	140
CAPÍTULO 5.	DISCUSIÓN -----	147
CONCLUSIONES	-----	149
RECOMENDACIONES	-----	150
REFERENCIAS	-----	151
ANEXOS	-----	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1: Símbolos de gráfico de proceso.	28
Tabla n° 2: Resumen de diagrama de análisis de operaciones.....	34
Tabla n° 3: Operalización de la variable Independiente.	63
Tabla n° 4. Operalización de la variable dependiente.	64
Tabla n° 5: Métodos, fuente y técnicas de recolección de datos.	65
Tabla n° 6: Detalle de las técnicas para la recolección de información.....	66
Tabla n° 7: Personal de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca en el Taller de Hidráulica y Carrilería.	72
Tabla n° 8: Maquinaria y Equipos CAT en Alquiler.	76
Tabla n° 9: Matriz FODA.	81
Tabla n° 10: Listado de problemas en el taller hidráulico.	83
Tabla n° 11: Priorización de problemas en el taller hidráulico.	84
Tabla n° 12: Listado de problemas priorizados en el taller hidráulico.....	84
Tabla n° 13: Personal del proceso de bruñido.	87
Tabla n° 14: Leyenda de Análisis de Operaciones.	89
Tabla n° 15: Análisis de las consecuencias de los problemas en el proceso de bruñido en la empresa Ferreyros S.A.-Cajamarca.....	91
Tabla n° 16: Probabilidad de grietas mensuales en los cilindros hidráulicos-2016.	92
Tabla n° 17. Diámetro bruñido de cilindros hidráulicos.....	94
Tabla n° 18. N° de veces de bruñido por min.	96
Tabla n° 19: Diagrama Hombre-Máquina.	99
Tabla n° 20: Resumen de los resultados del diagnóstico inicial de la empresa Ferreyros S.A- Cajamarca.....	100
Tabla n° 21. Operaciones de un cilindro hidráulico.	127
Tabla n° 22: Diagrama Hombre-Máquina.	129
Tabla n° 23: Resumen de los resultados del diagnóstico inicial de la empresa Ferreyros S.A- Cajamarca.....	130
Tabla n° 24. Inversión de Activos Tangibles.	132
Tabla n° 25. Otros gastos.....	134
Tabla n° 26. Gastos Personal.	135
Tabla n° 27. Gastos de Capacitación.....	136
Tabla n° 28. Costos proyectados a 5 años.	137
Tabla n° 29. Análisis de indicadores después de la simulación.	140
Tabla n° 30: Ingresos Proyectados después del desarrollo.....	140
Tabla n° 31. Datos para el desarrollo del COK.	141
Tabla n° 32. Flujo de caja proyectado.....	142
Tabla n° 33: Indicadores Económicos.....	142

Tabla n° 34: Análisis de los indicadores en escenario pesimista.	143
Tabla n° 35: Ingresos proyectados en el escenario pesimista.....	143
Tabla n° 36: Flujo de Caja Neto Proyectado en el escenario pesimista.	143
Tabla n° 37: Indicadores Económicos en el escenario Pesimista.	144
Tabla n° 38: Análisis de Indicadores en el escenario Optimista.	145
Tabla n° 39: Ingresos Proyectados en Escenario Optimista.....	145
Tabla n° 40: Flujo de Caja Neto Proyectado en el escenario Pesimista.	145
Tabla n° 41: Indicadores Económicos Escenario Optimista.	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1: Sistema de Lazo abierto.....	26
Figura n° 2: Sistema de Lazo Cerrado.....	26
Figura n° 3: Ejemplo de numeración de actividades.....	31
Figura n° 4: Ejemplo de diagrama de Análisis de Operaciones.....	33
Figura n° 5: Ciclo de Operaciones.	35
Figura n° 6: Diagrama Ishikawa.	38
Figura n° 7: Características de cilindros estándar simple efecto.....	44
Figura n° 8: Medidas y Tarifa de cilindro estándar simple efecto.....	45
Figura n° 9: Características de Cilindro Estándar Doble Efecto.....	46
Figura n° 10: Medidas y Tarifa de cilindro Estándar Doble Efecto.....	47
Figura n° 11: Medidas y Tarifa de Cilindro estándar doble efecto.....	48
Figura n° 12: Ensayo por Líquidos Penetrantes.....	49
Figura n° 13: Layout de una empresa.....	52
Figura n° 14: Estructura Rectangular de un layout.....	54
Figura n° 15: Estructura angular de un layout.....	55
Figura n° 16: Ciclo Operativo.....	56
Figura n° 17: Ciclo de Máquina.....	56
Figura n° 18: Diagrama Hombre-Máquina.....	57
Figura n° 19: Diagrama Hombre-Máquina.....	58
Figura n° 20: Distribución de un Diagrama Hombre-Máquina.....	59
Figura n° 21: Resultados de un Diagrama Hombre-Máquina.....	60
Figura n° 22: Organigrama de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.....	71
Figura n° 23: Equipos nuevos de máquinas de Ferreyros Cat S.A.....	73
Figura n° 24: Energía y Motores de Ferreyros Cat S.A.....	74
Figura n° 25: Chancadores y Zarandas de Ferreyros S.A.....	74
Figura n° 26: Equipos Agrícolas de Ferreyros S.A.....	75
Figura n° 27: Productos de mantenimiento de Ferreyros Cat S.A.....	77
Figura n° 28: Acopladores CAT de la empresa Ferreyros CAT S.A.....	78
Figura n° 29: Layout taller hidráulico Ferreyros S.A.....	82
Figura n° 30: Curso grama Analítico del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.....	86
Figura n° 31: Diagrama de Análisis de Operaciones de bruñido de cilindros hidráulicos de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.....	89
Figura n° 32: Diagrama Ishikawa.....	90
Figura n° 33: Probabilidad de grietas en los cilindros hidráulicos mensuales-2016.....	93
Figura n° 34. Diseño de la propuesta de mejora referido a la simulación de un sistema hidráulico.....	102
Figura n° 35. Proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.....	104

Figura n° 36: Software FluidSim Hidráulica	105
Figura n° 37: Software FluidSIM-H en la configuración de un cilindro.	106
Figura n° 38: Software FluidSIM-H en la configuración en la distancia en recorrer del cilindro. ...	107
Figura n° 39: Configuración de la válvula 3/n vías con retorno muelle, generado en el Software FluidSIM-H.....	108
Figura n° 40: Configuración de la válvula 3/n, generado en el software FluidSIM-H.	109
Figura n° 41: Válvula 3/n vías mecánico, generado en el software FluidSIM-H.....	109
Figura n° 42: Válvula 3/n vías Hidráulico/Mecánico, generado en el software FluidSIM-H.....	110
Figura n° 43: Válvula 3/n vías Mecánico con retorno de muelle, generado en el software FluidSIM-H.	110
Figura n° 44: Válvula 3/n vías Hidráulico/Eléctrico, generado en el software FluidSIM-H.	111
Figura n° 45: Válvula selectora, generado en el software FluidSIM-H.	111
Figura n° 46: Válvula Anti-Retorno, generado el software FluidSIM-H.....	112
Figura n° 47: Configuración de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H.	113
Figura n° 48: Parámetros de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H.....	114
Figura n° 49: Etiquetas de accionamiento de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H.	115
Figura n° 50: Diseño del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos en FluidSIM Hidraulic.....	116
Figura n° 51: Inicio de simulación del circuito hidráulico, generado en el software FluidSIM-H. ..	117
Figura n° 52: Accionar de la válvula 3/n vías, generado en el software FluidSIM-H.....	118
Figura n° 53: Alimentación del circuito hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.	118
Figura n° 54: Accionar la válvula 3/n vías, generado en el software FluidSIM-H.....	119
Figura n° 55: Alimentación de energía hidráulica a la varilla de bruñido, generado en el Software FluidSIM-H.....	120
Figura n° 56: Desplazamiento de la varilla de bruñido, generado en el Software FluidSIM-H.....	121
Figura n° 57: Retorno por muelle de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H..	122
Figura n° 58: Apagado del circuito hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.....	123
Figura n° 59: Diagrama de estado del sistema hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.	124
Figura n° 60. Longitud del cilindro hidráulico.	125
Figura n° 61. Parámetros del vástago.....	125
Figura n° 62. Punto inicial del vástago.....	126
Figura n° 63. Punto final del vástago.	126
Figura n° 64. Desplazamiento del vástago.	127
Figura n° 65: Diagrama de Flujo Económico.	142
Figura n° 66: Flujo de Caja Neto Proyectado en el escenario Pesimista.	144
Figura n° 67: Flujo de Caja Neto en el escenario Optimista.	146

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo n° 1: Máquina bruñidora de Cilindros Hidráulicos.....	156
Anexo n° 2: Garantía de Ferreyros CAT S.A	156
Anexo n° 3: Balance General Proyectado 2016.....	157
Anexo n° 4: Guía de Resolución de Problemas de Rectificación.	161

RESUMEN

La investigación se realizó en la empresa Ferreyros S.A-sucursal Cajamarca dedicada a la comercialización y reparación de repuestos de maquinaria pesada; la cual, no presenta un sistema de bruñido hidráulico automatizado, por lo que, los problemas encontrados se debieron a la mala manipulación de la máquina bruñidora y también, al no contar con un límite o parámetro que permita establecer el nivel aceptable a bruñir; lo que, conllevó a incrementar el reproceso de bruñido de cada cilindro hidráulico, pérdida de sus propiedades físicas, costos incensarios y mala calidad. Por ende, se realizó la simulación de un sistema hidráulico a la máquina bruñidora dando lugar a la reducción de costos y generando mayor calidad en el proceso de bruñir un cilindro.

Para poder aumentar la productividad en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos, el investigador ha tomado referencia de bases teóricas y ha decidido proponer las siguientes herramientas y metodologías. En el software FluidSIM-H, se determinó y estableció las medidas y parámetros que se debe tener en cuenta durante la operación de bruñido, también se identificó la cantidad de veces que se debe bruñir con el vástago de la máquina y el tiempo aceptable del proceso. En la productividad, se elaboró diagramas de análisis de operaciones y curso gramas que permitirán conocer e identificar las secuencias dentro del proceso de bruñido, además, se realizó el diagrama hombre máquina con el objetivo de determinar el tiempo productivo e improductivos del operario y de la máquina, además, se identificó y analizó la productividad mediante el uso adecuado de fórmulas de ingeniería.

Finalmente se realizó la simulación del sistema hidráulico propuesto, el cual permitió reducir la variabilidad de fallos en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos, además, incrementar la productividad, viéndose reflejado en los indicadores desarrolladores y análisis económico, los que permite la viabilidad de la investigación. No obstante, se recomienda a la empresa implementar el sistema hidráulico en la maquina bruñidora y también dar un adecuado seguimiento del proceso que conlleva bruñir un cilindro hidráulico con el fin de garantizar su producción y reducir los costos.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the company Ferreyros S.A-Cajamarca branch dedicated to the commercialization and repair of spare parts of heavy machinery; which, does not have an automated hydraulic burnishing system, so, the problems encountered were due to poor handling of the burnishing machine and also, not having a limit or parameter to establish the acceptable level to burnish; which, led to increase the reprocessing of burnishing of each hydraulic cylinder, loss of its physical properties, census costs and poor quality. Therefore, the simulation of a hydraulic system to the burnishing machine was carried out, resulting in the reduction of costs and generating greater quality in the process of honing a cylinder.

In order to increase productivity in the process of burnishing of hydraulic cylinders, the researcher has taken reference of theoretical bases and has decided to propose the following tools and methodologies. In the FluidSIM-H software, the measurements and parameters that must be taken into account during the burnishing operation were determined and established. The number of times that the machine shank must be burnished and the acceptable time of the process was also identified. . In the productivity, it was elaborated diagrams of analysis of operations and course grams that will allow to know and identify the sequences within the burnishing process, in addition, the man machine diagram was made with the objective of determining the productive and unproductive time of the operator and the In addition, productivity was identified and analyzed through the appropriate use of engineering formulas.

Finally, the simulation of the proposed hydraulic system was carried out, which allowed to reduce the variability of failures in the process of burnishing of hydraulic cylinders, in addition, to increase the productivity, being reflected in the developer indicators and economic analysis, which allows the viability of the investigation. However, it is recommended that the company implement the hydraulic system in the burnishing machine and also give an adequate follow-up of the process that involves burnishing a hydraulic cylinder in order to guarantee its production and reduce costs.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La calidad en una organización es un factor clave porque permite que sus colaboradores, clientes, empleados y accionistas obtengan satisfacción, así como también provee de herramientas para una gestión integral. (Léon, 2015). No obstante, en el Perú según cifras de la SUNAT se cuenta con un total de 1 millón 382 mil 899 de empresas formales. Es decir, solo hay el 1% de empresas con sistemas de gestión (certificación de calidad ISO 9001 e ISO 14001). El Perú debe influir a las empresas nacionales que realicen sistemas de calidad dentro de sus operaciones con el objetivo de incrementar su productividad y competitividad en competitividad en mercados locales, nacionales e internacionales. (INACAL, 2017)

Por otra parte, la productividad en el Perú en los años 2004 hasta el 2013 es de 5 a 6 veces menor que Estados Unidos y 5 veces menor que Alemania. (Céspedes, Lavado, & Ramírez, 2016). Asimismo, según el reporte de la cámara de comercio de Lima sobre la productividad del 2016 realizado por el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) (El Comercio, 2017), el Perú registro una tasa de crecimiento de 2,2 % en el 2016 en las economías de la región sobre productividad laboral. Además, desde el año 2014 al 2016 que la productividad ha crecido debajo del 3 % anual. (El Comercio, 2017). Asimismo, el Perú se ubicó por encima de Bolivia con 1,8%, Uruguay con 1,6 %, Chile con 1,1%, México con 0,4% y Colombia con 0,0% sobre productividad. (El Comercio, 2017).

Además, la maquinaria y equipo dentro de una empresa llega a ser el capital fijo más importante porque le permite a este realizar sus actividades. Y su correcta utilización permite alcanzar una alta eficiencia. Asimismo, el trabajo mecánico dentro de una construcción llega a superar el 60 %, sin embargo, en la urbanización tiende a ser el 40 %. La maquinaria y equipo permite a la empresa reducir costos innecesarios y reducir tiempos en la ejecución de una tarea, además, al país le genera utilidades. La máquina o equipo debe contar con un plan de mantenimiento que le permite identificar fallas y asimismo le permita alargar la vida de estos. Dentro de una empresa la maquinaria debe contar con una disponibilidad del 80 % a más y evitando que está no baje del 70 % de operatividad ya que ocasiona costos innecesarios. (Vargas, 1999)

Asimismo, el sistema hidráulico debe tener un correcto diseño que le permita solucionar las necesidades del cliente. También, al tener cada componente en su lugar permite dar soluciones hidráulicas y realizar un trabajo óptimo. Cada sistema debe tener un diseño previo para analizar la manera más correcta de usar. (LIEBHERR, s.f.). Por otra parte, los cilindros hidráulicos son empleados en diferentes maneras dentro de la industria. Su uso permite el desarrollo dentro de un país. Actualmente, son usados como máquinas dentro de las cuales tenemos excavadoras, plataformas, empaquetadoras, etc. Es por ello que se requiere de su óptimo funcionamiento. Así

pues, la maquinaria dentro de una organización permite a esta seguir creciendo y generar ganancias dentro de los diferentes rubros. (SIDEX, 2017)

Asimismo, según informe del Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible, las empresas dedicadas a las ventas y alquiler de maquinarias tendrán un apogeo en 10 a 15 años por desarrollar nuevas maquinarias y de proteger sus ganancias. Además, la automatización ocasionará desempleo en las siguientes actividades: perforación, detonación y conducción de trenes y camiones. Estas actividades representan más del 70 % de empleo minero. (El Comercio, 2017). Por lo que se refiere a costos innecesarios de empresas que producen con mala calidad incurrir en costos adicionales de 5 y 25%. (INACAL, 2017). Asimismo, según informe de Superbid empresa dedicada de ventas de activos por Internet, en el 2017 más de US\$ 7 millones de maquinaria de segunda mano fueron rematados por las grandes constructoras. (El Comercio, 2017).

Ferreyros S.A es una empresa dedicada a la venta y alquiler de equipos de maquinaria a diferentes empresas nacionales como internacionales. También se encarga de realizar reparaciones en sus diferentes sucursales en el Perú. Actualmente, presenta algunas fallas en la reparación de bruñido, la cual, se realiza mecánicamente. Además, no cuentan con una máquina automatizada que realice este proceso. Asimismo, los costos que genera el proceso son innecesarios. No obstante, la calidad juega un rol primordial en la entrega de los productos y/o servicios que ofrece la empresa a sus clientes. Estos problemas se originan por no contar con un sistema o programa en el taller hidráulico que le permita realizar las actividades en el menor tiempo.

Por otra parte, Ferreyros S.A realiza rectificaciones manuales para rectificar el diámetro interno de los cilindros hidráulicos o unas piezas similares. Además, el operario realiza un cálculo basado en su experiencia sobre la medida que se debe bruñir; siendo estos no exactos para toda la parte interna del cilindro, presentando así partes mal bruñidas. Asimismo, Ferreyros S.A sucursal Cajamarca realiza trabajos de bruñido de cilindros hidráulicos de 100 kg a 150 kg aproximadamente. Este proceso consiste en bruñir la superficie interna de cada cilindro, la cual, ejecutan 2 operarios. La máquina cuenta con una piedra de bruñir ubicado en el cabezal del vástago, la cual, con el mal manejo de la máquina ocasiona que se quiebre. No obstante, el mantenimiento de cilindros hidráulicos no presenta tiempos estándares que permita controlar el tiempo productivo de la máquina y del operario.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la simulación de sistema hidráulico en la máquina bruñidora en el taller hidráulico logrará mejorar productividad de la empresa Ferreyros S.A - Cajamarca?

1.3. Justificación

El presente estudio se justifica en cuanto la necesidad de aumentar la productividad y disminuir los costos en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos en el taller hidráulico para el crecimiento económico y del mercado.

En el periodo de evaluación de Marzo-Noviembre, Ferreyros está manejando su actividad productiva en dos talleres: Hidráulica y Carrillería desde hace 8 años, teniendo como recurso los mismos equipos, herramientas y teniendo las mismas técnicas o procedimientos de trabajo. Con una mejora en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos tendríamos como resultado el incremento de la productividad y calidad de los procesos e incremento de utilidades.

Como justificación académica, esta investigación servirá como material académico para otros estudiantes de ingeniería, dando a conocer los sistemas automáticos e hidráulicos que se desarrolla dentro de una empresa. Además de conocer el estudio de métodos de trabajo en un proceso de producción.

Como justificación teórica, la investigación propuesta busca, mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de software de simulación de sistemas automáticos e hidráulicos, encontrar explicaciones a situaciones internas (eficiencia del trabajador, medidas erróneas dentro del proceso productivo, baja en calidad, etc.) y del entorno (mercadeo, competencia, etc.) que afectan a la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca. Ello le permitirá al investigador contrastar diferentes conceptos de la Ingeniería en una realidad concreta.

Como justificación valorativa, esta investigación se puede ver los resultados obtenidos con la mejora de la productividad, reducción de costos e incrementos de utilidades y aumento de la calidad. Estos indicadores nos muestran el aporte de la investigación de la cual se da a conocer a la empresa para que opte a tomar medidas a futuro y así incrementar su productividad.

Como justificación aplicativa, esta investigación podría ser aplicada a cualquier empresa de producción, ya que toda empresa necesita automatizar sus procesos y requieren de sistemas y/o programas que cubran esta necesidad. Esta investigación permite simular los diferentes procesos productivos dentro de la empresa que requiera implementación de sistemas automáticos, hidráulicos, mecánicos, etc.

1.4. Limitaciones

Las limitaciones para el desarrollo de la investigación son las siguientes:

- Reserva de cierta información por parte de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.
- Que no se obtenga recursos económicos para financiar el proyecto.
- Acceso al software hidráulico y a su funcionamiento.
- Veracidad de la información por parte de los colaboradores por el tiempo que se encuentran en la empresa.

A pesar de presentar estas limitaciones no es impedimento para llevar a cabo la presente investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Simular un Sistema Hidráulico en el taller hidráulico de cilindros bruñidos para mejorar la productividad de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Analizar el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.
- Simulación del sistema hidráulico de cilindros bruñidos de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.
- Evaluar y comparar los resultados obtenidos de la simulación con los resultados iniciales del proceso de bruñido referente a la calidad y productividad de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.
- Realizar un análisis costo-beneficio, para determinar la viabilidad del sistema hidráulico de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

(Terán, 2010) *Diseño Asistido por Computadora de un Martillo Excavador* (Ingeniero Mecánico), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Cada diseño que se realiza se ha llevado a cabo mediante simulaciones en el programa de computadora, la cual, aprobada se ha procedido a la elaboración de los planos donde detallan los componentes necesarios que requieren un martillo excavador. Es decir, hacen mención a las medidas de las piezas y las tolerancias máximas o mínimas. Por otro lado, se cuenta con planos referentes a la soldadura y como se debe realizar. Al mismo tiempo, menciona la ubicación de los diferentes pernos y la característica de roscado. Por otra parte, hay ocasiones donde se requiere que se agrupe cojinetes de deslizamiento y pines dentro de los planos con el objetivo de facilitar la clasificación y manipulación.

En varias ocasiones se agrupan piezas similares como cojinetes de deslizamiento y pines en los mismos planos con el objetivo de facilitar su mecanización y clasificación. También, se cuenta con planos donde se detalla la manera correcta y óptima de cómo se debe ensamblar cada pieza y su lugar correspondiente para su fácil y rápida instalación. Así pues, hay planos donde detallan subsistemas completos que permite conocer todos los procesos o sistemas que se realizará, así como el sistema de sujeción o hidráulico. Por último, se cuenta con planos completos donde detallan la manera correcta de cómo se debe instalar cada pieza.

Por lo que, el investigador decidió aplicar un diseño asistido por computadora en un martillo excavador, permitiendo así obtener simulaciones de cómo se realizará la construcción de planos del martillo excavador. No obstante, estos detallan la precisión y exactitud que debe instalar cada componente, así como su acabado respectivo.

La relación que existe con los problemas a investigar con la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca de calidad y productividad referidos a los procesos de bruñido se manifiesta en la correcta simulación del software mediante asistido por computadora donde actualmente no se cuenta con un sistema hidráulico que permita realizar pruebas del funcionamiento de cada pieza presentes en la máquina, así como, de un plano referido al sistema que le facilite al operario realizar el trabajo.

(Shugulí, 2006) *Construcción de una Prensa Hidráulica Manual para el Montaje y Desmontaje de Rodamientos Rígidos de Bolas con Diámetro Interior desde 20 mm hasta 30 mm.* (Tecnólogo en Proceso de Producción Mecánica), Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. El diseño de dispositivos de montaje referente a la forma del anillo interior que cuenta de rodamiento, da lugar a que la fuerza ejerza en la zona

adecuada y de forma paralela al asiento de rodamiento. De tal forma que este no genere u ocasione daños internos o exteriores dentro de los elementos rodantes.

En conclusión, los diseños que se realice deben estar elaborados en base a la necesidad y también estos deben estar en base a las características y cualidades que se tenga con el fin de garantizar su productividad y calidad.

La relación que existe con los problemas a investigar con la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca de calidad y productividad referidos a los procesos de bruñido se manifiesta en la falta de un diseño para el proceso de bruñido, que actualmente se realiza de manera mecánica. Asimismo, esté proceso genera fallas leves y superficiales dentro del cilindro hidráulico.

(Meza, 2005) *Principios sobre Filtración en Aceites Hidráulicos de Aceite* (Ingeniero Mecánico), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala. Los sistemas hidráulicos actualmente son componentes necesarios dentro de la industria y por consiguiente, tiende a ser más caros y sofisticados. Por contar con medidas más exactas y tener tolerancias reducidas. La fabricación de estos conlleva a tener más tecnología llevado a obtener equipos, accesorios o herramientas más confiables por su precisión y también, sensibles a las impurezas. En efecto origina la necesidad de implementar sistemas de filtrado cuyo fin es contar reducir los costos y alargar la vida útil del sistema hidráulico.

El investigador concluye que el uso y la aplicación de nuevas tecnologías permiten mantener los costos dentro de los niveles aceptables como también, origina que los equipos sean de gran utilidad por contar con tolerancias menores.

Siendo Ferreyros S.A-Cajamarca una empresa que está a la vanguardia de nuevas tecnologías que le permitan mejorar los procesos que realiza, la relación es la falta de aplicación y acceso a nuevas tecnologías que le permitan disminuir los parámetros de tolerancia en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos en la ciudad de Cajamarca.

(Santa y Quintero, 2010) *Desempeño Hidráulico y Ambiental de un Modelo de Trinchera de Retención utilizada como Componente del Drenaje Urbano* (Ingeniero Civil), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Se ha demostrado que los elementos usados en el modelo de laboratorio permitieron llegar a un análisis comparativo de diseño. Asimismo, estos eran como diseños abiertos especialmente para laboratorio generando así resultados hidráulicos y ambientales. Por consiguiente, se puede escoger los diferentes tipos de material más eficiente y también, que permita acomodarse a las condiciones reales. Además, el orden de importancia de la eficiencia del tipo de material puede disminuir en volúmenes de escorrentía y la dilatación en contaminantes. En efecto, este permite la fácil adquisición del material como la cercanía al proyecto y también, los costos que este influirá.

El autor llega a la conclusión, que la aplicación adecuada de modelos en laboratorio facilita el análisis y la comprensión de diseños. No obstante, esta información permite saber qué tipo de material o herramienta se puede usar.

Asimismo, la relación que existe con los problemas a investigar con la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca referentes a la calidad y productividad en base al proceso de bruñido se manifiesta en el componente que se debe usar en el proceso, de la cual, este no altere las propiedades físicas del cilindro hidráulico. También, se debe tener en cuenta los contaminantes que quedan.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

(Jara, 2016) *Diseño de un Banco de Pruebas para Bombas de Pistones Axiales con Sensor de Carga hasta 140 cc/rev* (Ingeniero Mecánico), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. El autor demuestra que la ejecución del banco de pruebas requiere de personal con conocimientos en manejo de quipos hidráulicos. Debido a la fácil manipulación de estos y también, al garantizar un servicio de calidad. Por otra parte, este diseño también permite realizar otros tipos de pruebas con ayuda de acondicionamientos que requiera. Así pues, permite realizar la prueba en cilindros hidráulicos, motores hidráulicos, válvulas, etc. Al mismo tiempo, contar con un diseño o un sistema que permita realizar diferentes pruebas de diferentes dispositivos reduce los costos innecesarios producto de fallas en el proceso o actividad que se realice dentro de una organización.

En conclusión, el diseño de diferentes modelos permite mejorar la calidad y la seguridad, para lo cual, es necesario la aplicación de bancos de pruebas. También, que el personal debe contar con conocimiento para así garantizar el óptimo funcionamiento del equipo.

La relación que existe con los problemas a investigar con la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca de calidad y productividad referidos a los procesos de bruñido se manifiesta que los operarios desconocen el sistema hidráulico, además, del funcionamiento. No obstante, se debe tener en cuenta la calidad y seguridad que se ejecute del proceso de bruñido para así aumentar la productividad.

(Córdova, 2017) *Diseño de un Sistema de Diagnóstico y Control Tolerante de Fallas en Actuadores para el Proceso Hidráulico de Cuatro Tanques Acoplados* (Maestría en Ingeniería de Control y Automatización), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. El autor diseñó un sistema de diagnóstico y control tolerantes a fallas parciales en actuadores, la cual, permite mantener al sistema óptimo y en excelentes condiciones a pesar que exista la presencia de fallas. Además, este sistema garantiza la vida útil de los equipos y da lugar a obtener mayor calidad. No obstante, este puede funcionar sin

importar que encuentre fallas graves dando lugar a la fácil identificación de estas en actuadores.

El investigador llegó a la conclusión de diseñar un sistema que le permita diagnosticar y controlar las fallas en actuadores con la finalidad de obtener un óptimo desempeño del diseño.

La relación con el problema de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca en base de un sistema hidráulico para mejora la calidad y productividad se manifiesta en que se ha ignorado la importancia de los sistemas para la detección de fallas internas dentro del dispositivo o equipo y por ende se ha incurrido a tener costos innecesarios producto de reproceso.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema Automático.

Los sistemas automáticos no requieren ninguna intervención del operario u otros para que este pueda realizar su función, además, se pueden regular y controlar permitiendo así aprovechar el tiempo para realizar otras funciones. No obstante, están compuestos por operadores mecánicos, eléctricos y electrónicos por lo cual, ocupan gran parte de la industria. En efecto, solo se requiere de una programación al sistema para que esté pueda realizar las diferentes actividades para lo cual fue asignado.

Dentro del mercado se encuentra diferentes de sistemas automáticos por la función que realizan, uno de ellos es cíclicos. Este en particular realizar funciones que se repiten de acuerdo al tiempo programado. La operatividad del sistema está en base al mecanismo por lo que fue creado, la cual son: circuito electrónico, programador mecánico y ordenador.

2.2.1.1. Elementos de un Sistema Automático.

Dentro de un sistema automático se cuenta con los siguientes elementos:

- **Entradas:** Son los encargados de recopilar toda la información que se encuentra dentro del dispositivo para lo cual se utiliza los sensores.
- **Unidad de control:** Tienen la función de interpretar cada señal que manda las entradas y realizar la función de estas. Además, son las encargadas de controlar las salidas.
- **Salidas:** Este elemento influye en todo el sistema automático para lo cual, lo realiza mediante los actuadores.

2.2.1.2. Tipos de Sistema de Control.

Dentro de un sistema automático se cuenta con los siguientes tipos de sistema de control:

a) Sistemas de Lazo Abierto

Este sistema tiene su particularidad en que se ajusta según lo que se desea o a lo que se pretende llegar.

En la vida cotidiana se puede llegar a encontrar diferentes dispositivos automáticos que facilitan la vida del ser humano. Uno de ellos es el microondas que ayuda a calentar alimentos según los tiempos asignados, otro caso, es el semáforo que cambia de colores según parámetros establecidos.

Este sistema tiene como efecto que no controla la respuesta de la salida, además son automatismos no retroalimentados.

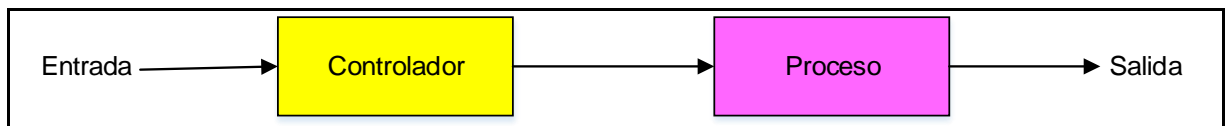


Figura n° 1: Sistema de Lazo abierto

Fuente: (MIGUELTECNOLOGIA, 2016-2017)

b) Sistemas de Lazo Cerrado

Este sistema cuenta con un sensor capaz de regular el dispositivo en base a la respuesta que se desea obtener.

Un claro ejemplo es el aire acondicionado que permite regular los cambios de temperatura según parámetros establecidos mediante un termostato. (MIGUELTECNOLOGIA, 2016-2017)

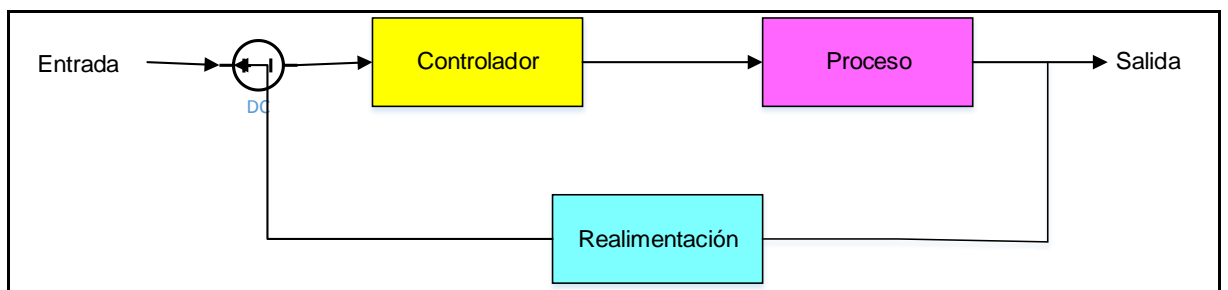


Figura n° 2: Sistema de Lazo Cerrado.

Fuente: (MIGUELTECNOLOGIA, 2016-2017)

2.2.2. Análisis de proceso.

El análisis de proceso cuenta con las siguientes funciones:

- La función principal del análisis de proceso es encontrar los problemas presentes y realizar medidas para su solución.
- La mejora continua está presente en cada proceso que existe, porque su función es incrementar la productividad.
- Las mejoras de cada proceso que se cuenta se logran mediante un riguroso análisis.
- Cada proceso que se tiene primero se debe contar con un diseño. La cual, se debe realizar un análisis crítico de cada uno de ellos, así como, la observación prematura durante su instalación.

¿Qué es un proceso?

- Un proceso es toda aquella actividad, acciones u operaciones que es producido a través de la transformación en un recurso (input), cantidad (producción) de productos, bienes, insumos o servicios (output).
- Dentro de estos tenemos el ensamblado de un automóvil como una operación, ya que se requiere de diferentes procesos. También, el abrochado de una camisa se considera una operación.
- Cada operación que se analiza se debe tener en cuenta si se puede descomponer en operaciones más pequeñas que lo congloba o no.
- Asimismo, cada operación que se analiza es casi siempre descomponible en operaciones básicas o elementales. Por otro lado, la operación no se debe descomponer al nivel que se encuentra analizado el problema y su solución.
- La operación y el proceso se encuentran al mismo rango de análisis.

Componentes de los procesos.

- **El input** del sistema viene a ser todo lo que influye para realizar un proceso, dentro de ellos tenemos: trabajo, materiales, energía y el capital. Por otro lado, el tiempo viene a ser un elemento crítico y juega un rol importante dentro de cada actividad a llevar a cabo. No obstante, **el output** viene a ser un servicio.
- **Las tareas** son aquellas actividades que se realiza dentro de un proceso que con el propósito de obtener un producto o un servicio.

Por otra parte, se cuenta con flujos de bienes y flujos de información.

- **Los flujos de bienes** se dan cuando los bienes se trasladan de un lugar a otro. Asimismo, se adiciona recursos para este traslado, las cuales son: capital, mano de obra, equipos, etc.

- **Los flujos de información** son aquel donde se traslada información (instrucciones) referente al producto, en efecto, se utiliza el producto de la cual se realizar el proceso.
- **Stock** son aquellos bienes que se tienen en un lugar específico y de las cuales, no se han entregado o están a la espera de ello. No obstante, esto genera costos innecesarios de almacenaje y por la falta rotación. También se considera a la demora y al control como stock según el proceso que son asignados.
- **Las demoras** se considera stock por la falta de rotación. Además, **los controladores** son stock de información que se te tiene, ya sea por presentar algunas fallas o inconvenientes o simplemente son archivos de información almacenados y que su uso puede facilitar o dificultar el proceso productivo de la empresa.






Símbolos de los gráficos de proceso

Para el desarrollo de una actividad se debe analizar el proceso y su descomposición para facilitar el análisis de la información.

Cada proceso se representada de diferentes formas donde engloba cada suceso dentro de cada proceso.

El primer paso a la representación gráfica de un proceso es la identificación de cada operación, luego, realizar una lista de las principales operaciones y elementos que tiene. No obstante, se logra tener una lista de todas las operaciones que cuenta la actividad o servicio con su respectivo tiempo de ejecución de cada operación.

Tabla n° 1: Símbolos de gráfico de proceso.

Actividad	Símbolo	Resultado predominante.
Operación		Se produce o efectúa algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve
Inspección		Se verifica calidad o cantidad
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o protege.

Fuente: (Rodríguez O. , 2016)

Operación: es aquel suceso o acontecimiento que se realiza para obtener un bien o servicio, asimismo, este es modificado o alterado su estructura para obtener algo que se desee. La información también se considera una operación cuando se envía o recibe.

Inspección: es el proceso de análisis de un proceso con el fin de determinar si está en óptimas condiciones o requiere de un agregado. No obstante, en esta etapa se verifica también si los productos o servicios están de acuerdo a las características que se desee lograr.

Además, si se detecta alguna imperfección se debe proceder a retirar del proceso para así, evitar problemas con el proceso.

Demora: Es el retraso de la línea de producción por motivos del proceso o causas externas. La demora es considera un costo innecesario por no generar ganancias y ocupando tiempo del proceso productivo.

Transporte: Este proceso consiste en el desplazamiento de un objeto de un lugar a otro.

Almacenaje: Es la retención de un objeto en lugares específicos y usados cuando sean necesarios. No obstante, el lugar donde se escoge no debe afectar sus características físicas o químicas.

Actividad combinada: Es la utilización de las actividades de operación e inspección con el fin de detallar que el proceso se está llevando al mismo tiempo y dentro del proceso. En efecto, mientras se está ejecutando la operación también, se va analizando y evaluando para reducir fallas.

2.2.2.1. Diagrama de Operaciones de Proceso (D.O.P).

Un diagrama de operaciones es la representación gráfica de los diferentes procesos que conlleva una actividad. Asimismo, estos deben estar ordenados sistemáticamente y permitir la fácil comprensión e identificación.

A) Objetivos.

- Tener un concepto amplio de la actividad.
- Identificación de cada operación productiva y fácil entendimiento.
- Lograr la disminución de las estaciones de demora y aprovechar este tiempo en realizar otras actividades que generen mayor utilidad.
- Tener relación cada operación con la inspección para disminuir o evitar que se presente problemas o fallas dentro del proceso.

B) Elaboración del Diagrama de Operaciones del Proceso.

Se debe contar con toda la información sobre la actividad de la cual, se realizará el diagrama. Es importante conocer y analizar las actividades más importantes y congloba una operación.

Para lo cual, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Método actual o propuesto que se va a realizar.
- La identificación del diagrama y su enumeración correspondiente.
- Nombre del autor del diagrama.
- La correcta ubicación de cada actividad y si es necesario incluir el tiempo de cada una.

Por consiguiente, se debe considerar:

- Seleccionar un producto final a analizar.
- Identificar un proceso donde conlleva varias operaciones.
- Identificar si el proceso o actividad a analizar es una operación o elemento.
- En la línea superior de forma horizontal se coloca la actividad o proceso a analizar. Posterior, se realiza la descripción de material. En efecto, la descripción debe ser breve y que congloba la idea de la actividad o proceso.
- Después, realizar una línea vertical desde la descripción hasta el final de todas las operaciones que se tendrá en cuenta.

- Luego, a una distancia aproximadamente de 6.35 mm se coloca la primera operación que tiene la actividad, proceso u servicio.
- Asimismo, a la derecha de cada operación se escribe la descripción de la operación a realizar.
- Además, en la izquierda se debe especificar el tiempo que toma la operación.
- Cuando se identifica otra operación, el diagramado se repite. Tener en cuenta, que las operaciones deben ser de un solo proceso, actividad u servicio.
- Si se cuenta con insumos, u otros bienes u operaciones que se realiza aparte del proceso. Este se debe anexar a la operación donde se requiere de este proceso con su descripción específica.
- Por consiguiente, las operaciones del diagrama se enumeran de acuerdo al tipo de operación que se realiza. En la figura 3 se observa un diagrama de procesos.

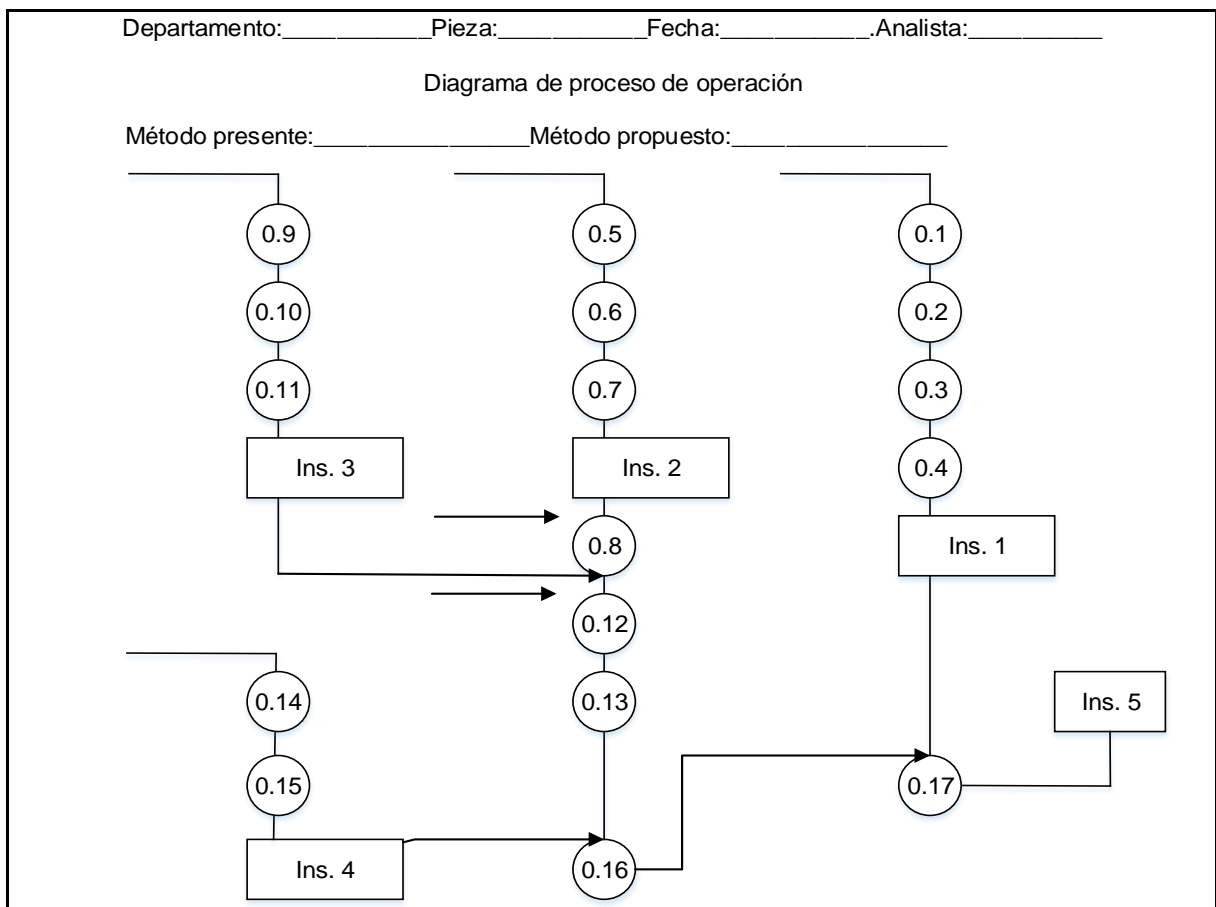


Figura n° 3: Ejemplo de numeración de actividades.

Fuente: (Rodríguez O. , 2016)

- No obstante, las líneas del diagrama tienen que estar unidas y tener relación de cada actividad, servicio o proceso que se realice.
- Los diferentes procesos que se tiene, deben contar con su respectivo tiempo y enumeración correspondiente. En efecto, hay procesos donde se requiere la toma de tiempos, para la cual el especialista o analista debe recopilar la información y tener como base para ajustar la operación dada y tener el tiempo como tiempo estándar de la operación.

2.2.2.2. Diagrama de Análisis de Proceso (D.A.P).

- El diagrama de análisis de proceso es un diagrama completo por contener todas las operaciones u/o actividades.
- Son usados en la industria por su alto análisis y dar una vista general del proceso que conlleva a fabricar un determinado bien y servicio.
- Asimismo, da una conocer los costos que tiene cada operación.
- Al igual que el diagrama de procesos, esté diagrama también se puede realizar operaciones combinadas.
- Actualmente, se cuenta con dos diagramas, las cuáles son, producto o material y el operativo o de persona. Estos diagramas permiten analizar todo el funcionamiento que se realiza.
- En este diagrama, el transporte está incluido como una operación, la cual, su simbología se representa mediante una flecha indicando hacia la derecha. Sin embargo, si el proceso se invierte o simplemente retrocede entonces, la flecha cambia de sentido.
- Es importante tener en cuenta que operación se está realizando y en qué sentido las operaciones se deben alinear para facilitar el análisis y la comprensión.
- También, el diagrama debe contar con las demoras que cuenta el producto o servicio que se está realizando en el diagramado, así como, sus tiempos correspondientes.

- Se debe conocer el tiempo que se tarda en almacenar un producto, ya que, este influye en los costos ocasionando que incremente por la falta de rotación y deterioro de estos. (Rodríguez O. , 2016)

A continuación, se visualiza un ejemplo de diagrama de análisis de operaciones:

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DEL AJO DESHIDRATADO EN POLVO

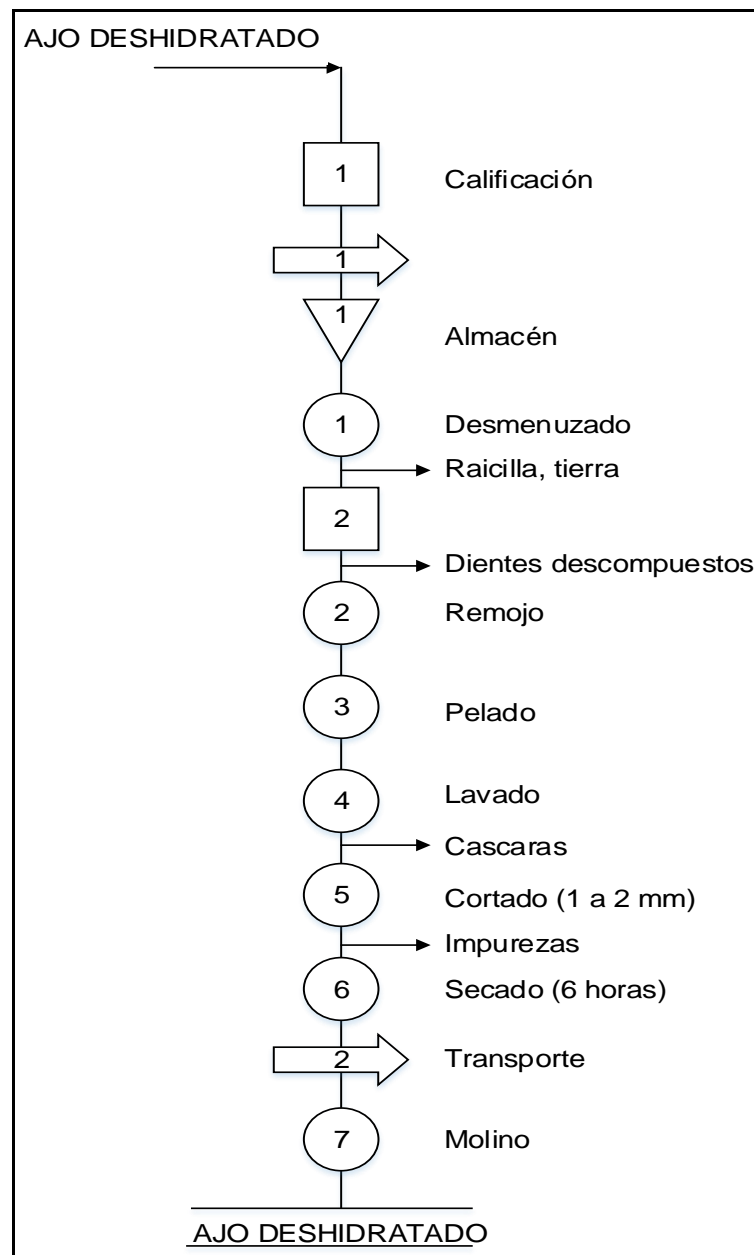





Figura n° 4: Ejemplo de diagrama de Análisis de Operaciones

Fuente: (Rodríguez O. , 2016)

Tabla n° 2: Resumen de diagrama de análisis de operaciones.

RESUMEN	
Actividad	Número
	7
	2
	2
	1
TOTAL	12

Fuente: (Gordillo, 2013)

2.2.3. Ciclo de Operaciones y Procesos.

El ciclo de operaciones o también conocido como ciclo operativo es la actividad, información o procesos detallados que se realiza en una organización con el propósito de alcanzar sus objetivos planteados en una línea de tiempo. Asimismo, dentro de una empresa cumple un rol importante al generar valor agregado y ofrecer calidad, productividad y rentabilidad a sus consumidores para así poder generar utilidades y seguir dentro del mercado laboral.

Para llevar a cabo el ciclo de operaciones se debe conocer primordialmente la secuencia de operaciones u procesos y actividades, así como su relación entre ellos. También, la información que genera cada una. Para obtener una optimización del ciclo operativo se debe emplear el software (ERP) SAP Business One.

El ciclo de Operaciones cuenta con un factor crítico que es la correcta asignación del personal encargado a ejecutar las actividades u procesos dentro de una organización. Esta función tiene como objetivo evitar reproceso y alcanzar a los objetivos planteados. Además, teniendo los objetivos claros y las correctas asignaciones de función facilita obtener una definición más clara del perfil de usuario que es apto a emplear o implantar la herramienta conocida como SAP Business One. No obstante, la “retroalimentación” o “feedback” de información llega a ser indispensable dentro de cada proceso o actividad con la que se logra validar resultados, también, este viene a ser un concepto de “ciclo”.

Por consiguiente, el ciclo operativo dentro de una organización viene a ser el motor la cual, se implanta una estrategia competitiva en cada uno de sus segmentos de negocios. Donde se tiene que asignar y elaborar una correcta asignación de roles y responsabilidades con el propósito de realizar una estructura adecuada y apta de organización de recursos humanos. Además, el ciclo de operaciones da a conocer una

serie de requerimientos y una estructura de información que permite controlar un negocio empleando una secuencia ordenada de aplicaciones y herramientas tecnológicas de información que ayuda a sistematizar, automatizar, controlar y optimizar el desempeño. Cuando se requiere optimizar los ciclos operativos se debe realizar proyectos que se basen específicamente en mejorar algún proceso o actividad de un ciclo determinado, estas no vienen a ser parte del ciclo de operaciones. Se realiza este proceso en un determinado tiempo con el objetivo de optimizar los resultados del ciclo. El primer paso es definir cuál es el ciclo principal para tener una correcta estructura de ciclo de operaciones. En la figura 5 se observa el ciclo de operaciones.

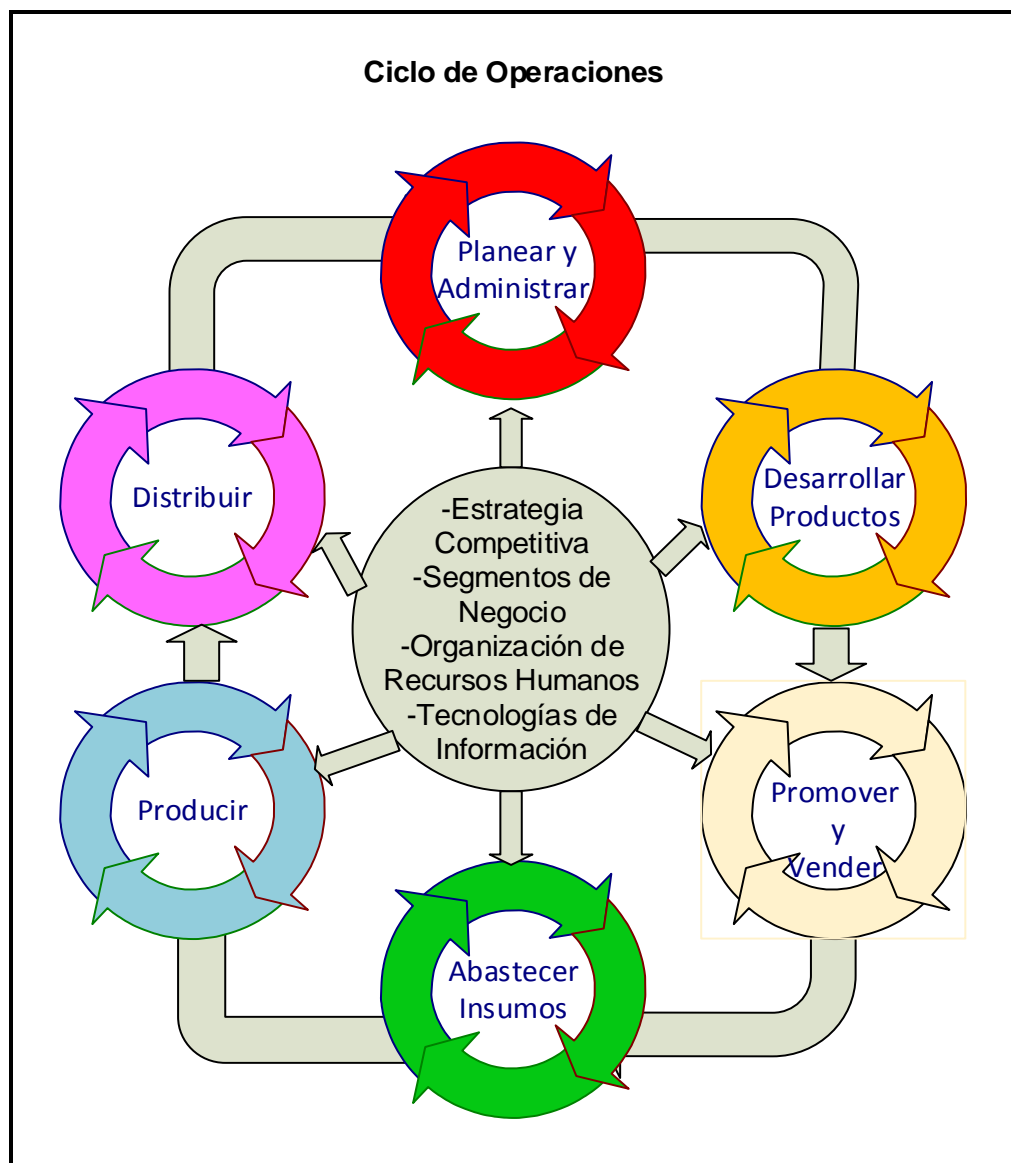


Figura n° 5: Ciclo de Operaciones.

Fuente: (SAP Business One, 2018)

Cuando se realiza el ciclo de operaciones se debe analizar los sub-ciclos, actividades, procesos e información que se cuenta. Actualmente, se cuenta con el software WORKFLOU que facilita la creación y modelación los gráficos de ciclos de operaciones. (SAP Business One, 2018)

2.2.4. Automatización

La automatización viene a ser a todos los procesos y sistemas que se ejecuta con o sin intervención humana. Además, el sistema automatizado se ajusta de acuerdo a las condiciones externas y da respuesta a ello. No obstante, tenemos tres etapas de las condiciones las cuáles son: mediación, evaluación y control.

No obstante, esta tecnología está compuesto por:

- Para procesar partes se utiliza las herramientas automáticas.
- Cada máquina cuenta con un montaje automático.
- Robots industriales que permite y agiliza las actividades en una organización.
- Cada material y sistemas de almacenamiento se maneja automáticamente.
- Control de procesos y reaprovechamiento mediante la computadora.
- Recopilación de datos mediante sistemas de computadora y también facilita a la toma de decisiones dentro de actividades manufactureras.

La automatización presenta las siguientes causas:

- Los recursos humanos requieren de una liberación para que estos puedan realizar sus actividades.
- Facilita la identificación y elimina actividades peligrosas que afecten el proceso productivo.

No obstante, la automatización presenta inconvenientes debido a su incremento en sus costes fijos, así como el incremento de mantenimiento y reducción de flexibilidad de los recursos presentes dentro de la organización.

2.2.4.1. Clases de Automatización.

La automatización cuenta con las siguientes clases:

a) Automatización fija.

Esta clase es empleada cuando se tiene una producción elevada, es por ello, que debido a la complejidad se requiere un diseño que cumpla con estos requisitos y facilite que el producto sea procesado. Además, esta clase requiere de un costo elevado de diseño. Por otro lado, esta clase es de acuerdo a las condiciones externas y que giran alrededor del negocio y del mercado.

b) Automatización programable.

La automatización programable se da cuando dentro de una organización se tiene una producción baja y además, se cuenta con varios productos o bienes a ofrecer al público. Para este caso se emplea un diseño que se adapte a las condiciones y variaciones que presente el producto final, es por ello, que se requiere de un software.

c) Automatización flexible:

La clase de automatización flexible está orientado a las industrias que presenta una producción intermedia. No obstante, presenta sistemas programables o fija de acuerdo a las características que cuenten el producto final. En efecto, esta automatización tiene varias estaciones que están conectadas entre sí y permite el rápido flujo de información de una estación a otra, además, están controladas mediante una computadora sus sistemas de almacenamiento y de manipulación de materiales. (QuimiNet , 2008)

2.2.5. Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto)

El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto, también conocido como diagrama de espina de pescado, permite visualizar todas las causas inherentes a un problema de investigación. Además, este diagrama se convierte en una herramienta de Gestión de la Calidad por lo que permite la toma de decisiones referentes a cualquier desempeño deficiente que se cuente.

El diagrama de Ishikawa su estructura es intuitiva, porque permite la identificación de un problema o efecto para luego detallar las diferentes causas que lo generan. Asimismo, las causas se pueden desglosar en numeras sub-causas permitiendo la fácil identificación y realizando acciones correctivas con mayor precisión al fenómeno de estudio. También, las causas tienen que presentar relación entre sí y con el problema con la finalidad de mejorar el análisis y comprensión.

El diagrama causa efecto o también conocido como diagrama de pescado tiene la siguiente forma:

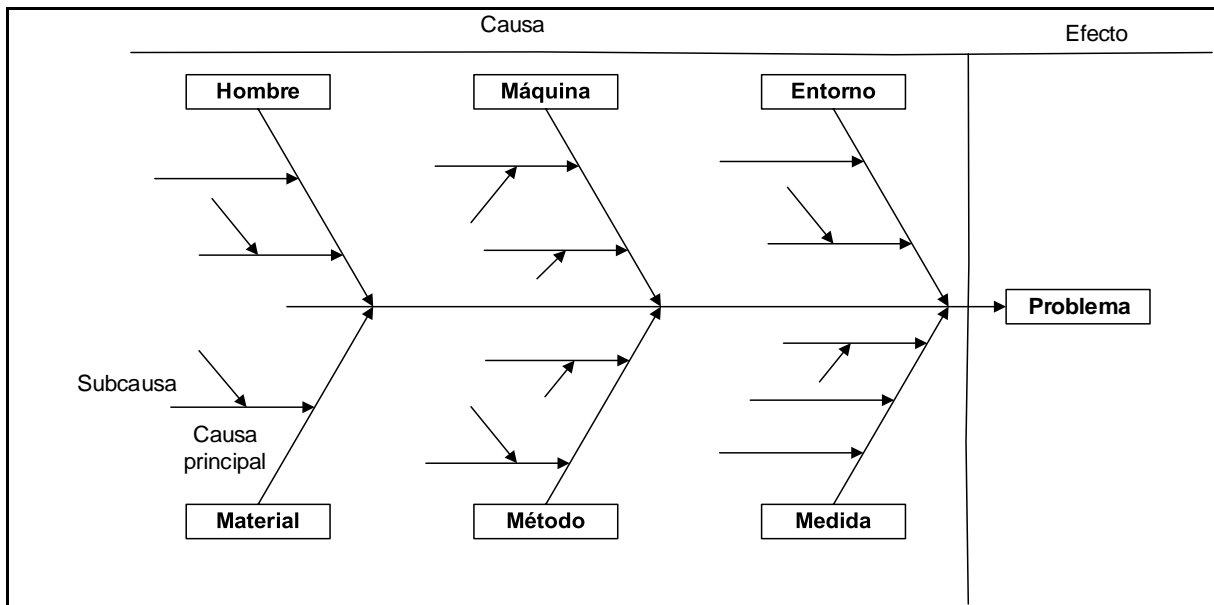


Figura n° 6: Diagrama Ishikawa.

Fuente: (GEO Tutoriales, 2017)

Una vez finalizado el diagrama de Ishikawa se debe evaluar cada causa que se ha identificado con el objetivo de analizar los más relevantes y el grado de relación con el problema de estudio. No obstante, la selección de la causa se debe considerar una evaluación para identificar la incidencia o si este se puede realizar mejoras que faciliten el análisis. Finalmente, seleccionar la causa más probable que esté generando u ocasionando el problema de la cual, se tendrán sub causas que afecten a la causa principal y de estas diagnosticar la que más afecte con el fin de encontrar soluciones apropiadas y así poder resolver y controlar el problema. (GEO Tutoriales, 2017)

2.2.6. Calidad

La calidad viene a ser el grado de satisfacción por parte del cliente al encontrar un producto, bien y/u servicio que sobrepasa sus expectativas. Desde el punto de vista del operario es una sensación única que da a conocer que se siente orgulloso de las actividades que ejecuta o lleva a cabo. Dentro de la industria se cuenta horas-hombre y horas-máquina la cual, al ser llevadas a cabo se genera utilidad y además se obtiene un producto de calidad dando al cliente un óptimo servicio. También dentro de una organización se cuenta con varios procesos que generan costes y desean que esté sea cada vez más competitivo dentro del mercado. Es por ello, que la industria está a la vanguardia de cada uno de sus procesos y la calidad que estos cuentan, lo que a su vez conlleva a tener empleo y más empleo. (Deming, 1989)

2.2.7. Productividad

La productividad es la relación entre la cantidad de bienes y servicios se ha generado con el factor empleado (trabajador, capital, tiempo, costo, etc.) en el transcurso de un tiempo pre terminado. En la sociedad se emplea mucho la productividad y se da a conocer cuando se interroga sobre la cantidad que produce una máquina o un empleado.

El objetivo primordial de la productividad es cuantificar la eficiencia de cada producción que se obtiene utilizando un factor o un recurso. En efecto, la eficiencia es el máximo aprovechamiento que se tiene empleando mínimas cantidades de recursos.

A menor cantidad de recursos a emplear para producir una cierta cantidad, mayor será la productividad y la eficiencia.

La fórmula de la productividad es el cociente entre la producción que se tiene y los recursos empleados para generar tal producto o servicio.

$$\text{Productividad} = \text{Producción obtenida} / \text{factor utilizado}$$

2.2.7.1. Importancia.

La productividad cuando está en incremento permite un mejor desarrollo y calidad de vida en la sociedad. Las cuales, son repercutidas en el salario de cada uno y además en la rentabilidad de los proyectos. No obstante, esto conlleva a generar mayor inversión y empleo por ser sumamente rentable a las empresas nacionales como extranjeras.

En un país siempre está a la vanguardia de la productividad por esté le genera un crecimiento económico. Además, cuando un país presenta crecimiento y se refleja en su línea de tendencia se descompone dos componentes, las cuáles son, cambios en el empleo (crecimiento de la población y de la tasa de empleo de un lugar) y la productividad (varia de los factores y del gasto de bienes de capital)

Por otro lado, un análisis productivo da lugar a:

- **Ahorro de costes.**

Este ahorro su función es eliminar lo innecesario y enfocarse en la realización de los objetivos.

- **Ahorro de tiempo.**

Es el aprovechamiento del tiempo donde se lleva a cabo la cantidad máxima de actividades o tareas asignadas en un menor tiempo posible

y además, da lugar a aprovechar ese tiempo ahorrado para realizar otras actividades o tareas y permitir crecer.

En otras palabras, el buen desarrollo de un análisis entre la maquinaria, trabajadores, equipos y/u otros recursos permite realizar una buena combinación que facilita obtener una máxima producción.

2.2.7.2. Tipos.

La productividad cuenta con los siguientes tipos:

- **Productividad laboral:** es la relación entre la producción con la cantidad de trabajo.
- **Productividad total de los factores:** es la relación de la producción obtenida con la sumatoria de todos los factores que intervienen dentro de la producción, las cuáles son, trabajo, capital, tierra, etc.
- **Productividad marginal:** Es la producción adicional que se logra obtener de una unidad adicional de un factor de producción, teniendo los demás factores constantes. En efecto, la aplicación de la ley de rendimientos decrecientes que consiste en añadir una unidad a un factor productivo sin alterar los demás factores da como consecuencia incrementos en la producción por unidad.

2.2.7.3. Factores que afectan la productividad.

Para aumentar la productividad es recomendable realizar una inversión en bienes de capital con el objetivo de obtener trabajo más eficiente y también, reduciendo el empleo.

Los factores que afectan la productividad dentro de una empresa son:

- **Calidad y disposición de recursos naturales; tierra (T).**

Los recursos naturales dentro de una empresa o un país ocasionan que este sea más productivo. Además, se evita costos al no ser transportados o comprados. Este factor es más conocido como factor tierra representa mediante la simbología T.

- **Capital invertido (K).**

Es la cantidad de capital que cuenta cada empresa para realizar las diferentes actividades y además, este viene a ser un factor directo de la productividad.

Cantidad y calidad de recursos humanos; labor o trabajo (L).

Viene a ser el número colaboradores que conforma una industria, así como, su nivel académico y la experiencia que cuentan.

- **Nivel tecnológico (A)**

En una industria al contar con conocimiento y niveles de tecnología superiores permite alcanzar los objetivos de productividad. Así mismo, la tecnología viene a ser también a los procesos que permiten obtener un producto o servicio.

- **Configuración de la industria.**

En el mercado se cuenta diferentes tipos de industrias que afectan la productividad de una empresa. Para cada producto o servicio que se ofrece al público en general es diferente de una empresa a otra. En efecto, la estructura que está compuesta las diferentes industrias viene a ser a la intensidad de los competidores, la competencia, barreras de entrada, productos sustitutos y principalmente al poder de negociación de cada industria al atraer clientes cada vez más potenciales.

Por consiguiente, se emplea las cinco fuerzas de Porter para analizar cada factor que cuenta una industria y encontrar los diferentes problemas que se cuente.

- **Entorno macroeconómico.**

La economía dentro de un país influye directamente en las empresas mediante la demanda y oferta de los diferentes productos que se encuentra en el mercado, las cuales, les permite realizar diferentes innovaciones y cada vez mejora su eficiencia. Para una industria lo primordial es analizar las fuerzas externas ya que, estas lo afectan directamente sobre su productividad y rentabilidad.

- **Entorno microeconómico.**

Este factor está dirigido a la capacidad de como la industria tiene la capacidad de entregar un producto o servicio al cliente final. (Sevilla, s.f.)

2.2.8. Eficiencia Física.

Vásquez (2012) da a conocer que la eficiencia física es el cociente entre la salida de la materia prima conocido también como producto final con el ingreso de la materia prima. La eficiencia física viene a ser menor o igual a uno ($E_f \leq 1$).

$$\text{EFICIENCIA FÍSICA} = \frac{\text{Salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}}$$

2.2.9. Eficiencia Económica.

Vásquez (2012) da a conocer que la eficiencia económica es el cociente entre el total de ingresos o ventas con los egresos o inversiones para llevar a cabo la venta. Para obtener utilidad, la eficiencia debe ser mayor que la unidad ($E_e > 1$).

$$\text{EFICIENCIA ECONÓMICA} = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costo (inversión)}}$$

2.2.10. Sistema Hidráulico.

Los sistemas hidráulicos tienen diferentes aplicaciones dentro de la industria, la cual, dan lugar a realizar las diferentes actividades de una manera productiva y eficaz. Los sistemas hidráulicos tienen la particularidad de transmitir energía utilizando un “fluido hidráulico” a través de una presión y está es transmitida a los diferentes componentes que cuenta el sistema hidráulico. Los líquidos usados en los sistemas hidráulicos cuentan con diferentes propiedades y características que les permiten realizar las diferentes funciones en un sistema hidráulico, tales como, la viscosidad, densidad, etc. En la industria el líquido más usado es el aceite.

Los sistemas hidráulicos cuentan con los siguientes elementos:

- **Tuberías.**
Es el lugar donde el líquido circulara a través del sistema. En la industria son usados como conductos a las manqueras por sus características.
- **Válvulas de control.**
Son los encargados de transmitir los líquidos dentro del sistema.
- **Filtros.**
Se encargar de desechar todos los residuos posibles dentro del sistema producto del fluido hidráulico con el objetivo primordial de evitar daños internos.

- **Tanques.**

Son los responsables de almacenar los líquidos, así como de enfriarlos o de esparcir el aire presente en el depósito.
- **Bombas.**

Las bombas tienen la función de transformar la energía mecánica a energía hidráulica. Este proceso se realiza con el objetivo de generar mayor presión en el sistema. No obstante, las dimensiones o características que cuenta las diferentes bombas determinan la velocidad de flujo del líquido.
- **Accionadores o cilindros.**

Este elemento requiere de la presión para transformar la energía hidráulica a energía mecánica.
- **Válvulas de alivio.**

Este elemento es el encargado de controlar y regularizar la presión dentro del sistema con el objetivo de evitar daños en los diferentes componentes al momento de llevar a cabo un proceso o una tarea. Las válvulas siempre se mantienen cerradas y con un estándar de presión establecida y solo cuando éste sea superado, es donde, se abrirá.
- **Enfriadores.**

Son los encargados de regularizar la temperatura dentro del sistema y evitar daños internos. (Aeromarine, 2015)

2.2.11. Cilindros Hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son estructuras que permiten realizar movimientos mecánicos a la maquinaria, las más utilizadas son Cilindros estándar simple efecto y doble efecto.

2.2.11.1. Cilindro Estándar Simple Efecto.

- **Características.**

Los cilindros estándar de simple efecto presentan las siguientes características que se observa en la figura 7:

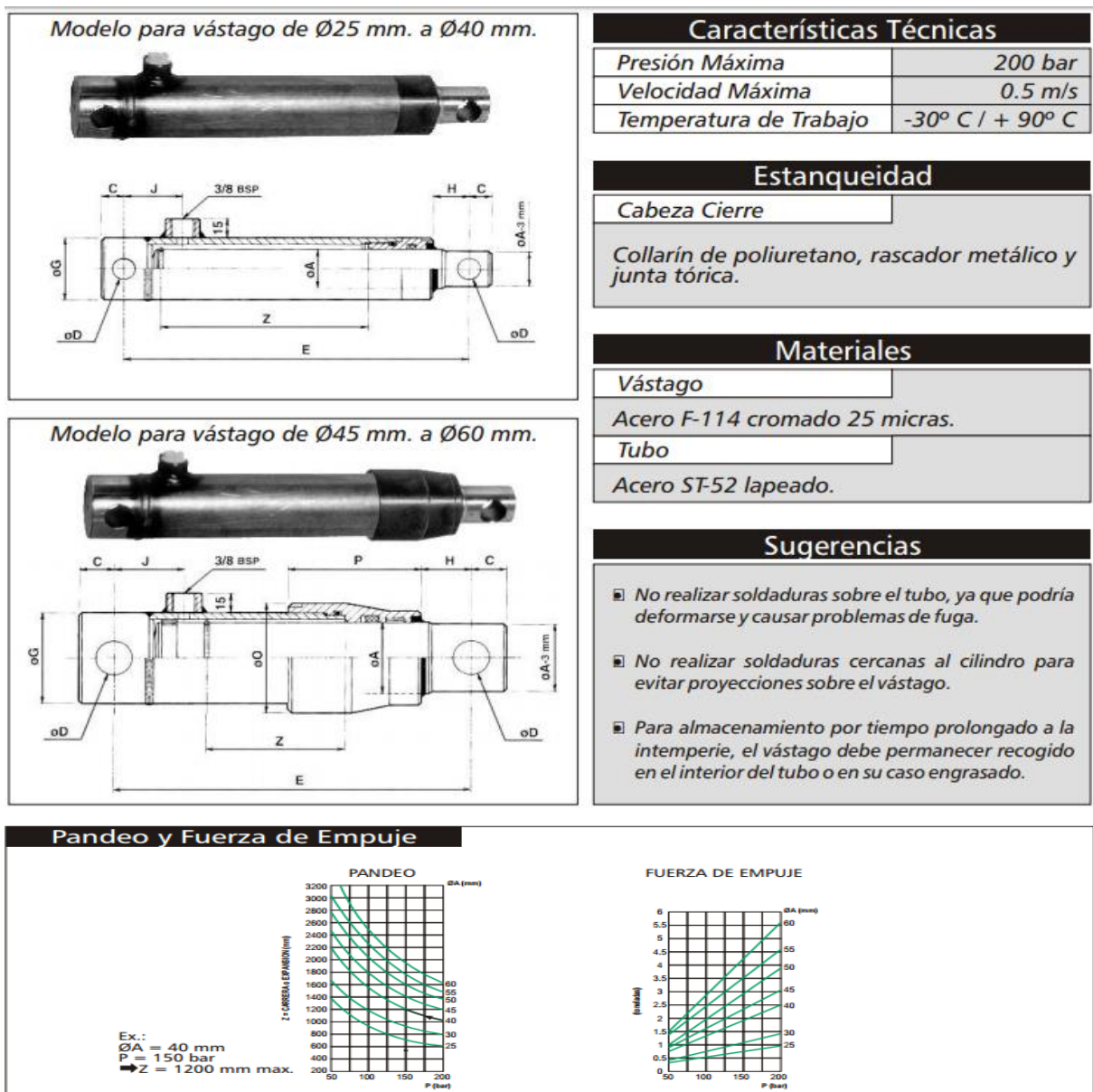


Figura nº 7: Características de cilindros estándar simple efecto.

Fuente: (Suministros Técnicos del Sur S.A., 2003)

- **Medidas y Tarifa.**

Los cilindros estándar de simple efecto presentan las siguientes medidas y tarifas (véase figura 8), la cual, le permite realizar las diferentes actividades según el acople de la maquinaria que requiera.

CODIGO	P.V.P. (€)	REF.	ØA mm	Z (carrera) mm	E mm	C mm	D mm	G mm	H mm	J mm	O mm	P mm	Vol. litros	Peso kg
CICEAAA		600/10	25	100	190	14	14	40	24	40	00	00	0.08	2
CICEAAB		600/20		200	290	14	14	40	24	40	00	00	0.15	3
CICEAAC		600/30		300	390	14	14	40	24	40	00	00	0.25	4
CICEABA		601/2	30	200	300	16	16	50	26	42	00	00	0.25	4
CICEABB		601/3		300	400	16	16	50	26	42	00	00	0.35	6
CICEABC		601/4		400	500	16	16	50	26	42	00	00	0.45	7
CICEABD		601/5		550	650	16	16	50	26	42	00	00	0.65	8
CICEABE		601/7		700	800	16	16	50	26	42	00	00	0.80	10
CICEACA		602/2	40	200	330	22	23	60	32	47	00	00	0.40	6
CICEACB		602/3		300	430	22	23	60	32	47	00	00	0.60	9
CICEACC		602/4		400	530	22	23	60	32	47	00	00	0.80	10
CICEACD		602/5		550	680	22	23	60	32	47	00	00	1.10	14
CICEACE		602/7		700	830	22	23	60	32	47	00	00	1.40	16
CICEADA		603/2	45	200	330	22	23	60	34	47	70	75	0.40	8
CICEADB		603/3		300	430	22	23	60	34	47	70	75	0.60	10
CICEADC		603/4		400	530	22	23	60	34	47	70	75	0.80	12
CICEADD		603/5		550	680	22	23	60	34	47	70	75	1.10	16
CICEADE		603/7		700	830	22	23	60	34	47	70	75	1.40	19
CICEAEA		604/2	50	200	360	25	25.5	65	49	50	75	80	0.50	9
CICEAEB		604/3		300	460	25	25.5	65	49	50	75	80	0.70	12
CICEAEC		604/4		400	560	25	25.5	65	49	50	75	80	0.95	14
CICEAED		604/5		550	710	25	25.5	65	49	50	75	80	1.30	18
CICEAEE		604/7		700	860	25	25.5	65	49	50	75	80	1.65	23
CICEAFA		605/3	55	300	460	25	25.5	70	41	50	85	95	0.85	14
CICEAFB		605/5		550	710	25	25.5	70	41	50	85	95	1.55	22
CICEAFC		605/7		700	860	25	25.5	70	41	50	85	95	2.00	27.5
CICEAGA		606/2	60	200	360	25	25.5	75	36	50	89	95	0.65	15
CICEAGB		606/3		300	460	25	25.5	75	36	50	89	95	1.00	17
CICEAGC		606/4		400	560	25	25.5	75	36	50	89	95	1.35	20
CICEAGD		606/5		550	710	25	25.5	75	36	50	89	95	1.85	26
CICEAGE		606/7		700	860	25	25.5	75	36	50	89	95	2.35	32

Figura n° 8: Medidas y Tarifa de cilindro estándar simple efecto.

Fuente: (Suministros Técnicos del Sur S.A., 2003)

2.2.11.2. Cilindro Estándar de Doble Efecto.

- **Características.**

Los cilindros estándar de simple efecto presentan las siguientes características que se observa en la figura 9:

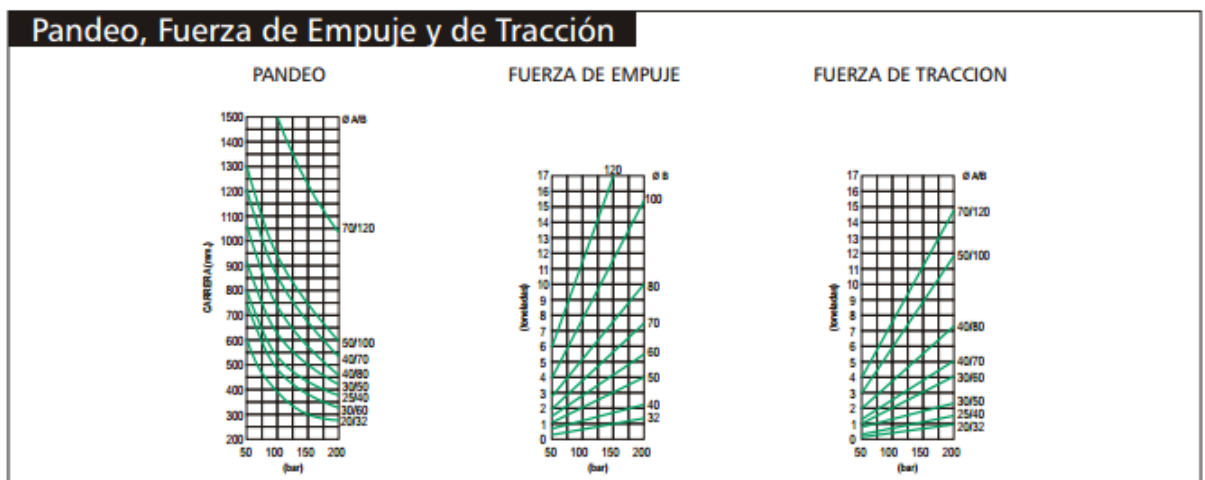
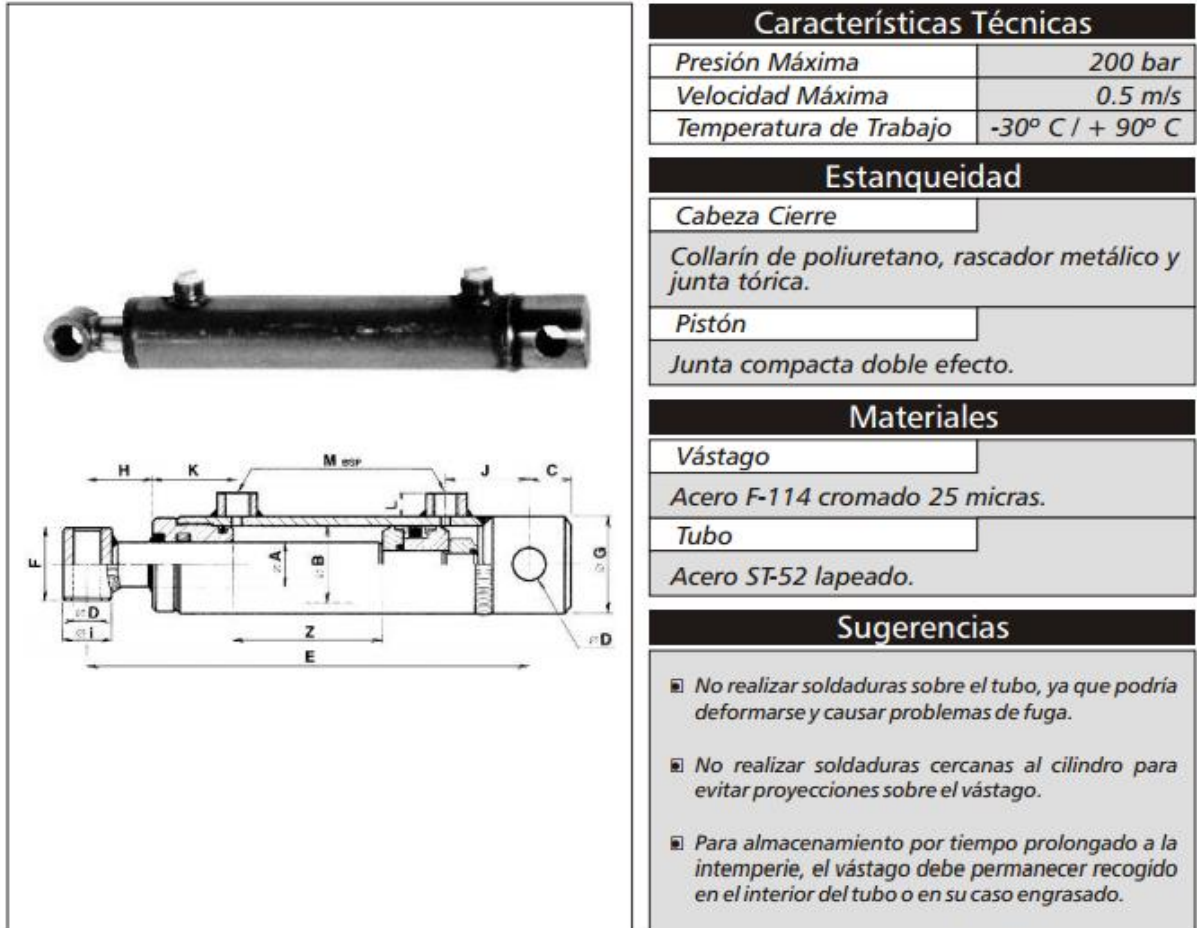


Figura n° 9: Características de Cilindro Estándar Doble Efecto.

Fuente: (Suministros Técnicos del Sur S.A., 2003)

- **Medidas y Tarifa.**

Los cilindros estándar de simple efecto presentan las siguientes medidas y tarifas que se observa en la figura 10 y 11, la cual, le permite realizar las diferentes actividades según el acople de la maquina que requiera.

CODIGO	P.V.P. (€)	REF.	ØA mm	ØB mm	L (cámara) mm	E mm	C mm	D mm	F mm	G mm	H mm	I mm	J mm	K mm	L mm	M mm	Vol. litros	Peso kg
CICFAAA		700/05	20	32	50	205	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.05	1.9
CICFAAB		700/10			100	255	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.11	2.2
CICFAAC		700/15			150	305	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.16	2.6
CICFAAD		700/20			200	355	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.21	2.9
CICFAAE		700/30			300	455	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.26	3.6
CICFAAI		700/70			700	855	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.31	3.9
CICFAAL		700/1000			1000	1155	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.36	4.2
CICFABA		701/1			25	40	100	270	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8
CICFABB		701/2	200	370			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.25	4.5
CICFABC		701/3	300	470			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.40	5.5
CICFABD		701/4	400	570			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.50	6.5
CICFABE		701/5	500	670			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.65	7.5
CICFABF		701/6	600	770			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.75	8.5
CICFABG		701/7	700	870			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.85	9.5
CICFABH		701/8	800	970			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.95	10.5
CICFABI		701/9	900	1070			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.05	11.5
CICFABJ		701/10	1000	1170			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.15	12.5
CICFABK		701/11	1100	1270			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.25	13.5
CICFABL		701/12	1200	1370			19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.40	14.5
CICFACA		702/1	30	50	100	300	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.20	4
CICFACB		702/2			200	400	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.40	5
CICFACC		702/3			300	500	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.60	6
CICFACD		702/4			400	600	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.80	8
CICFACE		702/5			500	700	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.00	10
CICFACF		702/6			600	800	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.20	12
CICFACG		702/7			700	900	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.40	14
CICFACH		702/8			800	1000	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.60	14
CICFACI		702/9			900	1100	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.80	16
CICFACJ		702/10			1000	1200	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.00	18
CICFACK		702/11			1100	1300	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.20	20
CICFACL		702/12			1200	1400	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.40	22
CICFACM		702/13			1300	1500	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.60	24
CICFAD1		703/1	30	60	100	300	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	0.30	6
CICFADA		703/2			200	400	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	0.60	7
CICFADB		703/3			300	500	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	0.90	9
CICFADC		703/4			400	600	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	1.15	11
CICFADD		703/5			500	700	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	1.45	13
CICFADE		703/6			600	800	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	1.75	15
CICFADF		703/7			700	900	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	2.00	17
CICFADG		703/8			800	1000	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	2.30	19
CICFADH		703/9			900	1100	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	2.60	21
CICFADI		703/10			1000	1200	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	2.90	23
CICFADJ		703/11			1100	1300	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	3.15	25
CICFADK		703/12			1200	1400	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	3.45	27
CICFADL		703/13			1300	1500	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	3.75	29

Figura n° 10: Medidas y Tarifa de cilindro Estándar Doble Efecto.

Fuente: (Suministros Técnicos del Sur S.A., 2003)

CODIGO	P.V.P. (€)	REF.	ØA mm	ØB mm	Z/carrera mm	E mm	C mm	D mm	F mm	G mm	H mm	I mm	J mm	K mm	L mm	M mm	Vol. litros	Peso kg	
CICFAE1		704/1	40	70		100	310	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	0.85	11
CICFAEA		704/2				200	410	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	0.85	11
CICFAEB		704/3				300	510	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	1.20	13
CICFAEC		704/4				400	610	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	1.60	15
CICFAED		704/5				500	710	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	2.00	17
CICFAEE		704/6				600	810	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	2.35	19
CICFAEF		704/7				700	910	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	2.75	21
CICFAEG		704/8				800	1010	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	3.55	25
CICFAEH		704/9				900	1110	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	3.95	27
CICFAEI		704/10				1000	1210	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	4.35	29
CICFAEJ		704/11				1100	1310	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	4.75	31
CICFAEK		704/12				1200	1410	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	5.00	33
CICFAEL		704/13				1300	1510	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	5.40	35
CICFAF1		705/1	40	80		100	310	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	0.60	11
CICFAF2		705/2				200	410	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	1.10	13
CICFAFA		705/3				300	510	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	1.60	15
CICFAFB		705/4				400	610	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	2.10	18
CICFAFC		705/5				500	710	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	2.60	21
CICFAFD		705/6				600	810	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	3.10	24
CICFAFE		705/7				700	910	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	3.60	27
CICFAGA		706/3	50	100		300	525	34	30.5	70	115	46	65	55	68	15	1/2	2.50	27
CICFAGB		706/4				400	625	34	30.5	70	115	46	65	55	68	15	1/2	3.30	30
CICFAGC		706/5				500	725	34	30.5	70	115	46	65	55	68	15	1/2	4.10	35
CICFAGD		706/7				700	925	34	30.5	70	115	46	65	55	68	15	1/2	5.65	40
CICFAGE		706/9				900	1125	34	30.5	70	115	46	65	55	68	15	1/2	7.25	42
CICFAHA		707/5	70	120		500	770	40	40.5	80	140	55	80	65	82	20	1/2	5.90	45
CICFAHB		707/10				1000	1270	40	40.5	80	140	55	80	65	82	20	1/2	11.55	70

Figura n° 11: Medidas y Tarifa de Cilindro estándar doble efecto.

Fuente: (Suministros Técnicos del Sur S.A., 2003)

2.2.12. Ensayos por Líquidos Penetrantes.

Son ensayos no destructivos tienen la función de detectar las imperfecciones superficiales de los dispositivos que se desea analizar, las cuáles son, materiales metálicos o no metálicos. Además, este ensayo es básicamente en la aplicación de un humectante sobre la superficie del material que se desea ensayar. Debido a las propiedades que cuenta el líquido y al efecto de la capilaridad es posible que logre ingresar sobre las áreas discontinuas del material.

Finalmente, se realiza una limpieza adecuada con la finalidad de retirar el líquido del ensayo, quedando visible las áreas discontinuas del material analizado.

a) Técnicas de Inspección

Las técnicas de inspección son muy variadas. Las más usadas en la industria son:

- Visibles/Fluorescentes.
- Penetrantes eliminables con agua/disolventes.
- Reveladores secos/húmedos.
- Aplicaciones especiales.

b) Ventajas.

Se cuenta con las siguientes ventajas:

- Fácil identificación y los resultados son inmediatos.
- No son limitados a materiales ferromagnéticos.
- Son aplicadas a muestras de diferentes tamaños.
- No se requiere de equipos especiales. (SCI, 2017)



Figura n° 12: Ensayo por Líquidos Penetrantes.

Fuente: (SCI, 2017)

2.2.13. Indicadores Logísticos.

Según (Sierra, 2011) da a conocer los siguientes indicadores, objetivos y almacenamiento de los indicadores logísticos.

2.2.13.1. Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Los indicadores miden el nivel de desempeño en un proceso teniendo como base el “como” y estableciendo y dando a conocer si el proceso es bueno o malo con el propósito de alcanzar el objetivo trazado en un tiempo determinado.

2.2.13.2. Indicadores Clave de Desempeño.

Los siguientes indicadores de desempeño son:

- Datos específicos.
- Ser medibles.
- Que se pueda alcanzar.
- Ser reales.
- Datos a tiempo.

No obstante, el indicador clave en el desempeño es:

- Que los datos que dependen cada indicador tienen que estar precisos, correctos y además, consistentes.
- La disponibilidad de los datos en un tiempo oportuno.

2.2.13.3. Objetivos de los Indicadores.

- Identificación a los diferentes problemas, así como, su toma de decisiones y acciones oportunas.
- Realizar mediciones sobre el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores locales, nacionales e internacionales.
- Satisfacción de las expectativas de cada cliente interno y externo mediante la reducción de tiempos de entrega y también, optimizando cada servicio que ofrece la empresa a sus clientes.
- Aumentar la productividad y efectividad mediante la optimización de los recursos que cuenta la empresa en las diferentes etapas de su sistema productivo.
- Velar constantemente por el incremento de la eficiencia y reducción de gastos.
- Realizar un análisis comparativo de la empresa con sus principales competidores en el mismo rubro.

2.2.13.4. Abastecimiento.

a) Calidad de los Pedidos Generados.

La calidad se ve reflejado en el número y porcentaje de pedidos generados de compras entregados a tiempo.

$$\frac{\text{Productos Generados sin Problemas} \times 100}{\text{Total de pedidos generados}}$$

Asimismo, se debe identificar y resolver los problemas vigentes del personal de compras, también, analizar los diferentes incrementos que se presente en relación a los costos de mantenimiento en inventarios y en las pérdidas de ventas, etc.

b) Entregas Perfectamente Recibidas.

Son aquellas cantidades, números u/o porcentajes que no cumplen con las especificaciones brindadas por el departamento de calidad con aporte brindado del proveedor.

$$\frac{\text{Pedidos Rechazados x 100}}{\text{Total de Órdenes de Compra Recibidas}}$$

Además, son costos de los pedidos que no cumplen con cierto grado de especificación de calidad o servicio brindado por parte de la empresa. Tales como, costo de retorno, coste adicional realizado por el departamento de calidad sobre inspecciones, entre otros.

c) Nivel de Cumplimiento de Proveedores.

Se basa en el nivel que cumple cada entrega de mercancía y su relación de efectividad del producto terminado.

$$\frac{\text{Pedidos Recibidos Fuera de Tiempo x 100}}{\text{Total Pédidos Recibidos}}$$

Asimismo, identifica el nivel de efectividad presente en cada proveedor que cuenta cada empresa, así como, su relación con esta acerca de su recepción de las mercancías y la disponibilidad que brinda a sus clientes.

2.2.14. Layout.

Según (Marketing-Branding, 2013), el Layout en la lengua española o también conocido “lay out” es referido a diseños, disposiciones o planes que se realiza dentro de una empresa o una institución con el objetivo de optimizar el espacio. Asimismo, en marketing se entiende que layout es la correcta disposición de los diferentes productos u/o servicios dentro de cada sector que cuenta una empresa que da a conocer a sus clientes.

En la figura 13 se puede observar una distribución de los diferentes productos que ofrece al público una empresa.

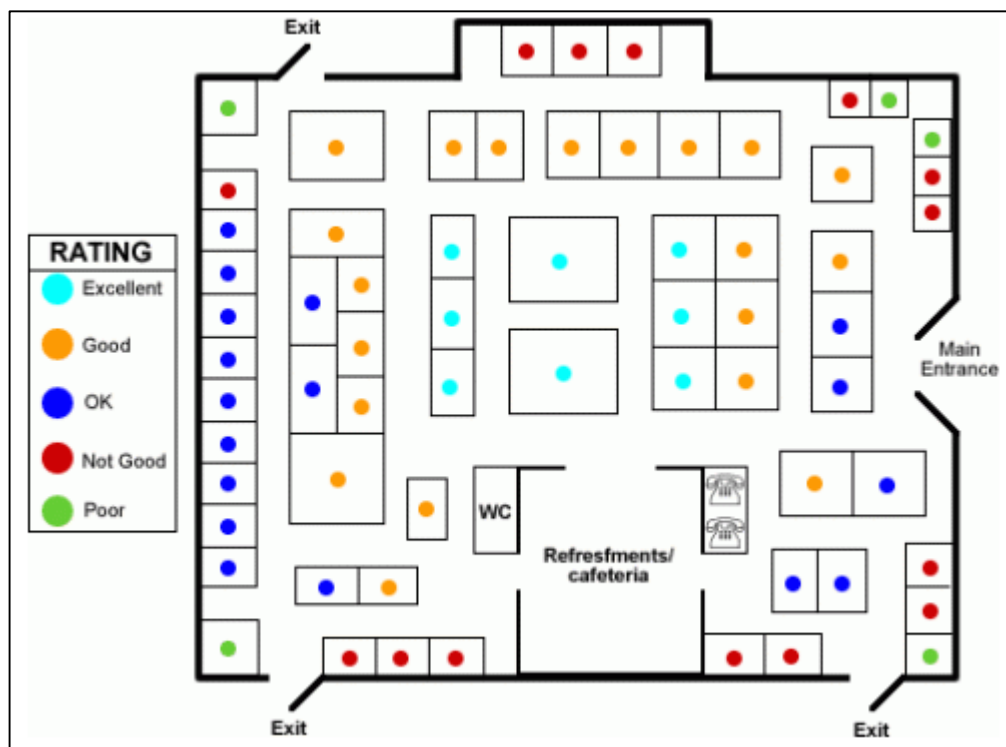


Figura n° 13: Layout de una empresa.

Fuente: (Marketing-Branding, 2013)

2.2.14.1. Concepto.

El layout tiene como objetivo primordial optimizar el espacio disponible para reducir los costos en desplazamientos, mano de obra, productos con mala rotación, etc. y, además, incrementar los volúmenes de producción.

No obstante, el término layout en la industria viene ser conocido como distribución, lo cual, en la logística se realiza diferentes actividades de distribución y redistribución con la finalidad de analizar su entorno y aumentar sus niveles de ventas.

2.2.14.2. Formas de Layout.

El layout tiene 2 categorías principales, las cuáles son:

2.2.14.2.1 Layout con Transformación.

– Layout por Proceso.

Son aquellos layout que se agrupan por una función al cual son asignados sin tener en cuenta si producen algún producto.

– Layout por Producto.

La organización del layout se realiza de acorde a las diferentes etapas que presenta un producto, desde su ingreso hasta su terminó del producto.

– Layout por Posición Fija.

Los componentes requeridos para la fabricación de un determinado producto se ubican alrededor del producto principal, con el fin, de proveer todos los componentes necesarios en el tiempo y espacio requerido.

– Layout por Proyecto.

Su distribución se basa en la ubicación del lugar del trabajo y su posible redistribución. Este layout tiene una similitud con la de posición fija.

2.2.14.2.2 Layout sin Transformación.

– Layout de Almacenamiento.

Cumple el rol de inventario y además, analiza la correcta distribución de los productos en un almacén.

– Marketing Layout.

Es la colocación oportuna, precisa y adecuada de los diferentes productos en un área determinada con la finalidad de atraer la atención del público consumidor. Asimismo, el marketing lay-out tiene como objetivo aprovechar cada espacio disponible para realizar una venta. Gracias a su distribución permite realizar exhibiciones de productos en

lugares que llaman la atención. En efecto, el marketing layout busca aprovechar cada espacio disponible para generar ganancias por cada producto que es expuesto al público.

En conclusión, este objetivo se desglosa en “minimizar el costo de manejo” o “maximizar la exposición de productos”, la cual, permite a los consumidores transportarse por los diferentes canales creados con el propósito de adquirir el producto deseado.

En el marketing layout existen dos estructuras de distribución, las cuales son: rectangular y angular.

Estructura Rectangular.

En la figura 14 se observa una distribución de forma rectangular.

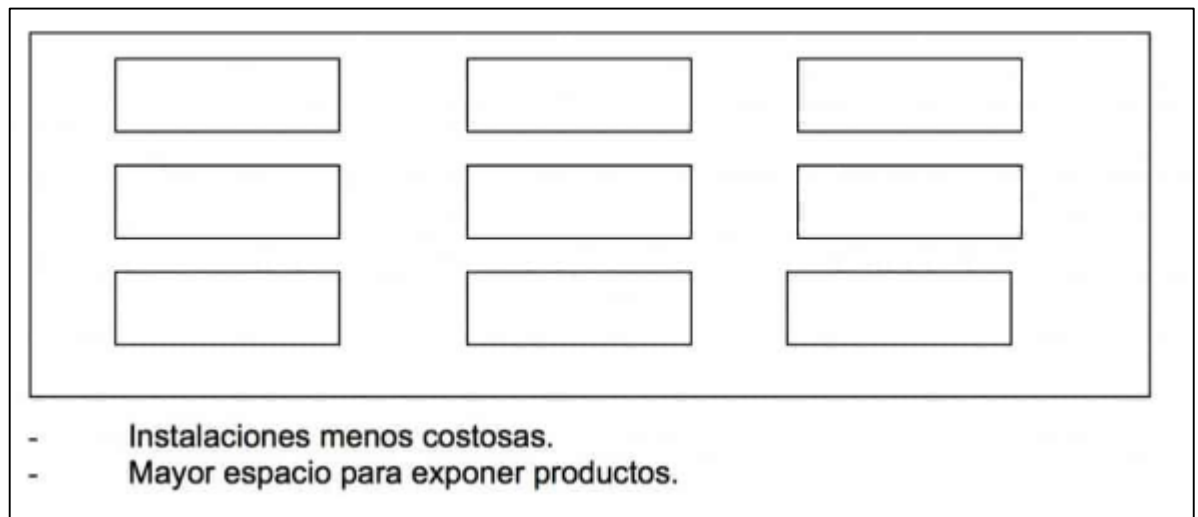


Figura n° 14: Estructura Rectangular de un layout.

Fuente: (Marketing-Branding, 2013)

Estructura Angular.

En la figura 15 se observa una distribución de forma angular.

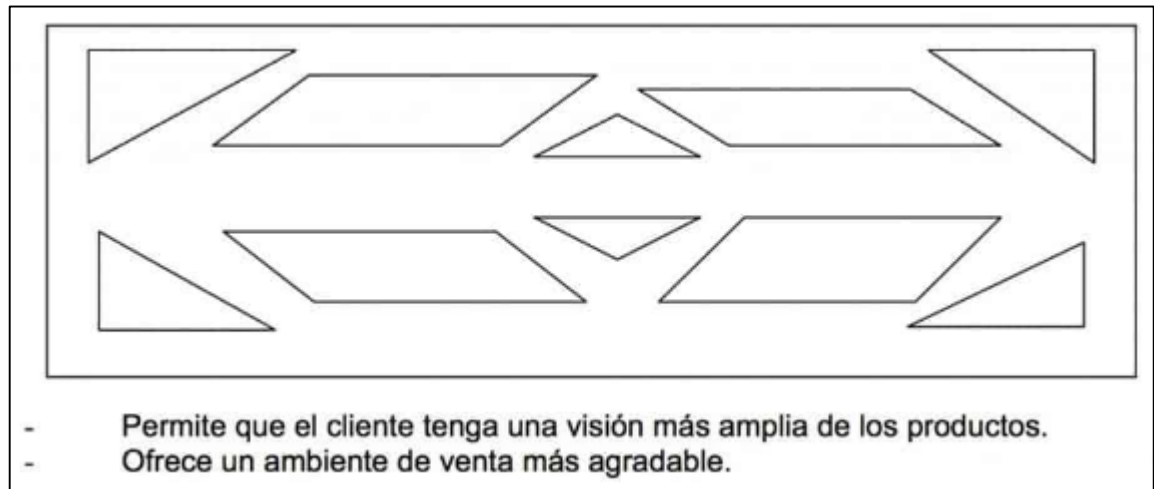


Figura n° 15: Estructura angular de un layout.

Fuente: (Marketing-Branding, 2013)

No obstante, en la actualidad, se cuenta con una gran cantidad de modelos de layout que son elaborados dependiendo las necesidades que cuenta la empresa.

2.2.15. Diagrama de Procesos Hombre-Máquina.

Según (UTP, 2016), da a conocer que en la industria se cuenta con diferentes maquinarias que permiten realizar las actividades productivas, las cuales, requieren de periodos de tiempo de inactividad para poder realizar operaciones de mantenimiento así como cargarla y descargarla, donde ese tiempo debe ser aprovechado mediante la integración de un nuevo operario o una máquina.

La representación gráfica de las diferentes etapas del proceso con sus respectivos tiempos se le conoce con el nombre de "Diagrama de proceso Hombre-Máquina". Este diagrama es la representación gráfica de todos los elementos que componen los diferentes procesos, actividades u operaciones entre un operario y una máquina.

2.2.15.1. Objetivos.

- Identificar y determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas cuando realizan sus actividades productivas.
- Estudiar, analizar y mejorar la estación de trabajo donde se está llevando a cabo la investigación.
- Mostrar el tiempo de ciclo de trabajo que cuenta la persona y la máquina.

- Conocer el tiempo de ejecución de la actividad productiva para elaborar el balance de actividades del hombre y de la máquina.

2.2.15.2. Ciclo del Operario.

El ciclo del operario se observa en la figura 19.

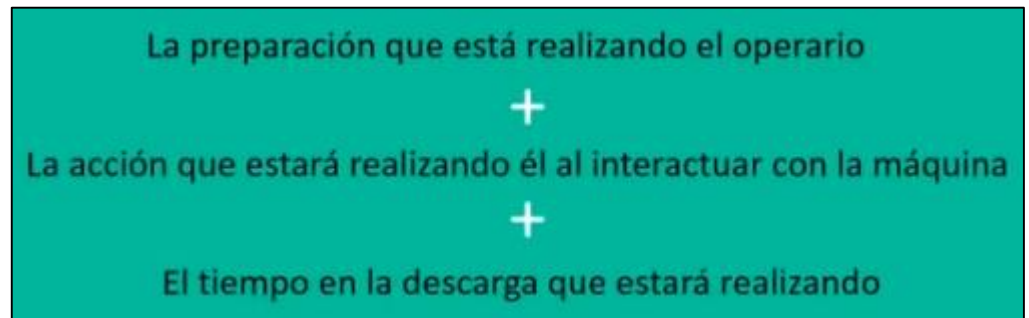


Figura n° 16. Ciclo Operativo.

Fuente: (UTP, 2016)

2.2.15.3. Ciclo de Máquina.

El ciclo del operario se observa en la figura 20.

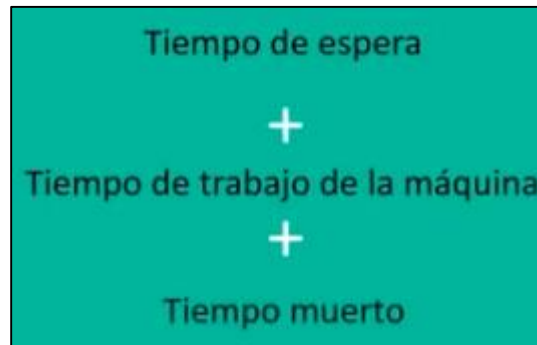


Figura n° 17: Ciclo de Máquina.

Fuente: (UTP, 2016)

2.2.15.4. Tiempo de Espera.

Es aquel tiempo donde el operario está realizando sus actividades y la máquina se encuentra inoperativa.

2.2.15.5. Tiempo de Trabajo de la Máquina.

Es el tiempo donde la máquina está operativa.

2.2.15.6. **Tiempo Muerto.**

Es aquel tiempo donde la máquina no está realizando ninguna operación.

2.2.15.7. **Tiempo de Ocio.**

Tiempo donde el operario no realiza ninguna actividad productiva.

2.2.15.8. **Acoplamiento.**

Es un método que consiste en incrementar la productividad y las ganancias dentro de una empresa. Este método permite determinar si se requiere de más operarios para una máquina o más máquinas para un operario. Asimismo, se tiene en cuenta lo siguiente:

Tiempo de ocio > Tiempo muerto.

El operario puede operar más máquinas.

Tiempo de ocio <Tiempo muerto.

Una máquina puede ser manipulada por varios operarios. Asimismo, el diagrama hombre-máquina permite identificar tiempos inoperativos del trabajador y así poder asignarle otras actividades con la finalidad de aprovechar ese tiempo e incrementar las utilidades. No obstante, se logra alcanzar un mejor balance al contar con una utilización más completa de las actividades del trabajador.

2.2.15.9. **Elaboración.**

Paso 1. Seleccionar e identificar la operación que se desea diagramar. Además, se debe tener en cuenta algunos datos que permita la fácil identificación de diagrama como: nombre del diagramador, fecha, tipo de diagrama, tipo de proceso, etc. En la figura 21 se observa la secuencia de los datos que debe contar un diagrama hombre- máquina.

DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA	
Proceso: _____	Fecha: _____
Tipo de Máquina: _____	Nombre Operario: _____
Departamento: _____	

Figura n° 18: Diagrama Hombre-Máquina.

Fuente: (UTP, 2016)

Paso 2. Identificar y determinar el ciclo de la operación que está en estudio.

Paso 3. Dividir las operaciones determinadas en elementos que no sean repetitivos y así mejorar el análisis y comprensión de los procesos.

Paso 4: Realizar mediciones de tiempos de duración a los elementos determinados tanto del trabajador como de la máquina. No obstante, se debe realizar una medición del tiempo de ocioso del trabajador y tiempo de espera de la máquina con la finalidad de calcular el índice de productividad y su eficiencia.

Paso 5: Construir el diagrama hombre-máquina, teniendo como base la secuencia de las operaciones que presenta el trabajo.

En la figura 19 se observa un diagrama hombre-máquina.

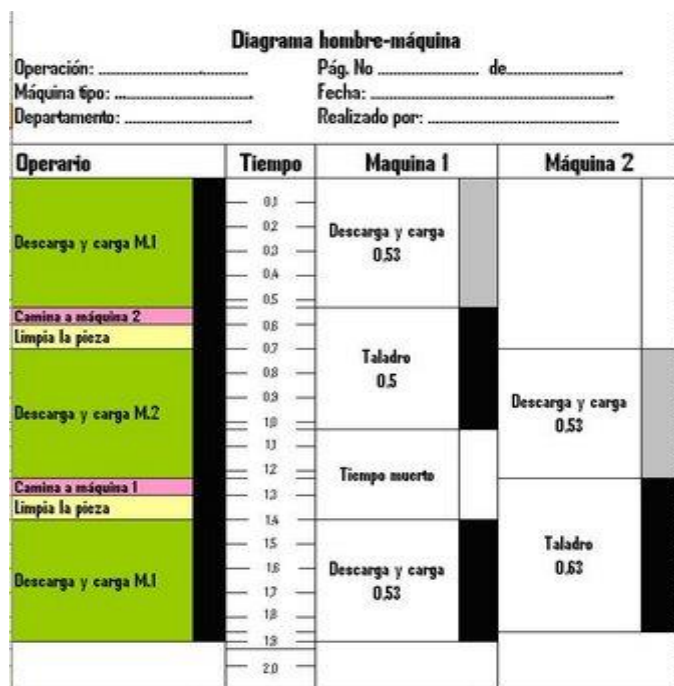


Figura n° 19: Diagrama Hombre-Máquina.

Fuente: (Ochoa, 2013)

2.2.15.10. Distribución

En la figura 20, se observa la correcta distribución de los datos en un diagrama hombre máquina.

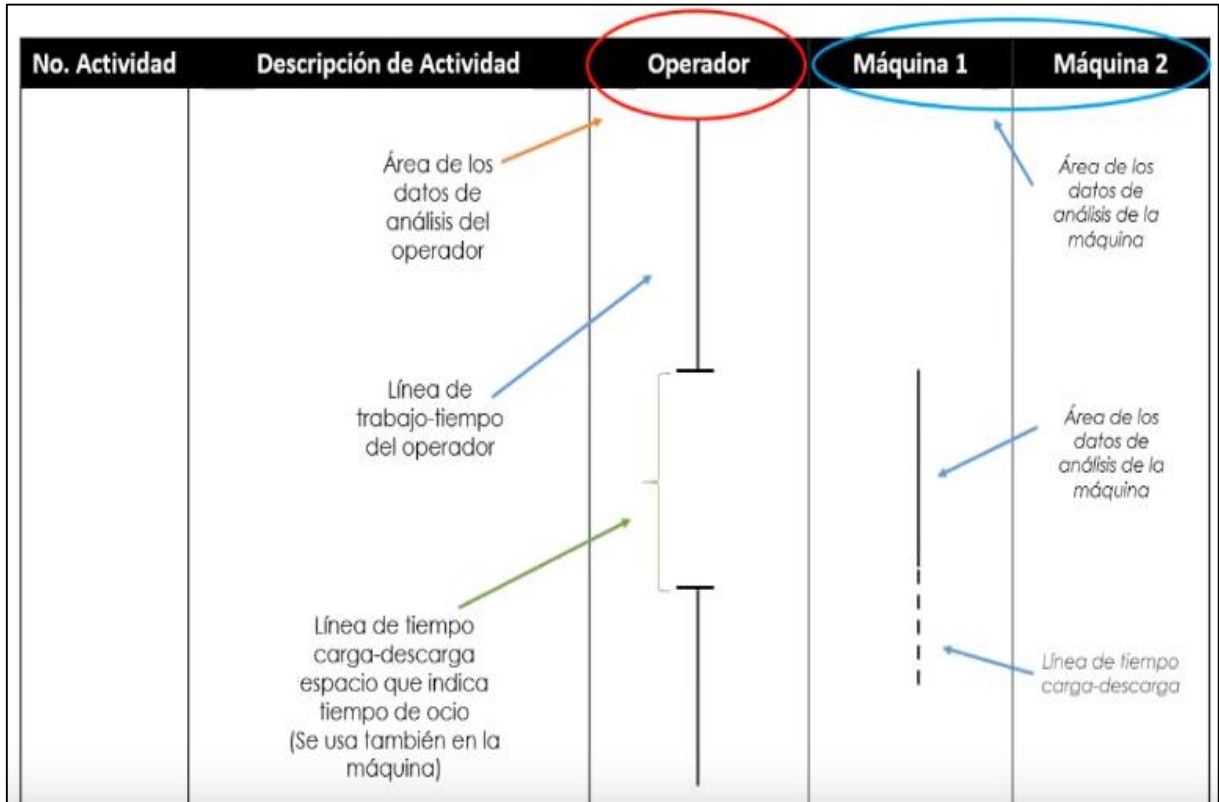


Figura n° 20: Distribución de un Diagrama Hombre-Máquina.

Fuente: (UTP, 2016)

2.2.15.11. Resultados de un Diagrama Hombre-Máquina

Los resultados se ubican en la parte inferior del diagrama. En la figura 21 se observa la correcta ubicación.

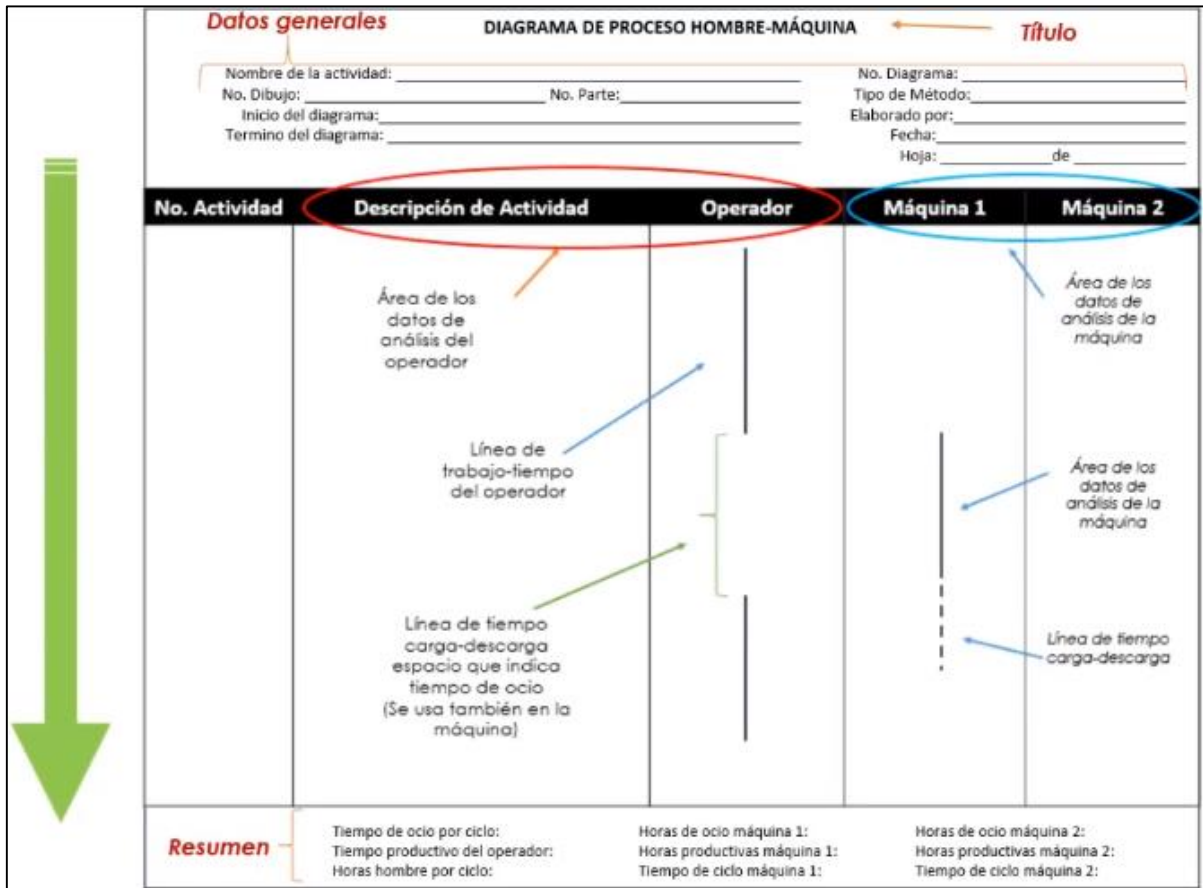


Figura nº 21: Resultados de un Diagrama Hombre-Máquina.

Fuente: (UTP, 2016)

2.2.15.12. Igualdades

Las igualdades permiten encontrar los porcentajes de utilización del operador como de la máquina. Estas igualdades son las siguientes:

$$\text{Ciclo Total del Operador} = \text{preparar} + \text{hacer} + \text{retirar}$$

$$\text{Ciclo Total del Máquina} = \text{preparar} + \text{hacer} + \text{retirar}$$

$$\text{Tiempo productivo de la máquina} = \text{hacer}$$

$$\text{Tiempo improductivo del operador} = \text{esperar}$$

$$\text{Tiempo improductivo de la máquina} = \text{ocio}$$

$$\text{Porcentaje de utilización del operador} = \frac{\text{tiempo productivo del operador}}{\text{tiempo de ciclo total}}$$

$$\text{Porcentaje de utilización de la máquina} = \frac{\text{tiempo productivo del máquina}}{\text{tiempo de ciclo total}}$$

Asimismo, la “comprobación” permite al analista determinar si el diagrama hombre-máquina está bien elaborado y así, realizar un correcto balance de línea. La fórmula que se emplea es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Tiempo productivo} + \text{el tiempo de ocio del operador} \\ = & \text{ tiempo productivo} + \text{el tiempo de ocio de cada máquina que utiliza el operador.} \end{aligned}$$

2.3. Términos Básicos

2.3.1. Bruñido.

Es un proceso donde se coloca un accesorio de corte en la herramienta de bruñido, la cual, rota sobre su superficie donde se desea bruñir, además, este proceso se realiza bajo velocidades bajas y a presiones de contacto que se comparan al rectificado. No obstante, este proceso se realiza mediante una o varias piedras de bruñido que tienen la particularidad de girar horizontalmente, realizando un movimiento helicoidal sobre la pieza que se desea bruñir. (DelaPena Honing Equipment Ltd., s.f.)

2.3.2. Capacidad de Arranque.

Tiene la finalidad de arrancar un motor o girar el cigüeñal generando una cantidad de voltaje que le permita activar el sistema de arranque de un motor y lograr mantener en marcha. (Autobaterias, s.f.)

2.3.3. Costo de Oportunidad de Capital (COK).

Es la mejor alternativa esperada de una inversión incluyendo el riesgo al cual ha sido expuesto. Además, permite evaluar el aporte propio. (Negocios, 2013)

2.3.4. Tasa Interna de Retorno (TIR).

Es la tasa de interés o rentabilidad que generará una inversión teniendo en cuenta el riesgo existente. (Sevilla, 2015).

2.3.5. Valor Actual Neto (VAN).

Es la actualización de los cobros y pagos de un respectivo proyecto o inversión realizada con la finalidad de conocer el margen de ganancia o pérdida. (Sevilla, 2015).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Planteamiento de Hipótesis.

Con la simulación de un sistema hidráulico en la máquina bruñidora en el taller hidráulico se mejorará la productividad de la empresa Ferreyros S.A- Cajamarca

2.4.2. Variables.

- **Variable Independiente.**

Sistema Hidráulico

- **Variables Dependiente.**

Productividad

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables.

- **Variable Independiente:** Sistema Hidráulico
- **Variable Dependiente:** Productividad

Tabla n° 3: Operalización de la variable Independiente.

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Independiente	Simulación de un Sistema Hidráulico	Los sistemas hidráulicos tienen la particularidad de transmitir energía utilizando un “fluido hidráulico” a través de una presión y está es transmitida a los diferentes componentes que cuenta el sistema hidráulico. (Aeromarine, 2015)	Prom. centímetros bruñidos
		Diámetro bruñado.	Prom. número de veces bruñidas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° 4. Operalización de la variable dependiente.

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Dependiente	Productividad La productividad es la relación entre la cantidad de bienes y servicios se ha generado con el factor empleado (trabajador, capital, tiempo, costo, etc.) en el transcurso de un tiempo pre terminado. (Sevilla , economipedia.com, s.f.)	Productividad	Producción
			Productividad mano de obra
			Productividad Horas-Hombre.
		Hombre-Máquina	Ciclo del Trabajo.
			Tiempo productivo.
			Tiempo Improductivo.
			%Utilización del operario.
%Utilización de la máquina.			

Fuente: Elaboración propia

3.2. Diseño de investigación

De acuerdo al fin que se persigue : Básica
De acuerdo al diseño de la investigación : Pre- Experimental - Correlacional

3.3. Unidad de estudio

La empresa comercializadora de bienes de capital y en la provisión de servicios Ferreyros S.A- Cajamarca de abril a diciembre del año 2016.

3.4. Población

La población está constituida por todas las áreas de la empresa Ferreyros S.A. Cajamarca de abril a diciembre del año 2016.

3.5. Muestra.

La población está constituida por todo el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos y del taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A. Cajamarca de abril a diciembre del año 2016.

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

La investigación incurrió en la utilización de métodos, fuente y técnicas que facilitaron la recolección de datos, la cual, se detalla a continuación:

Tabla n° 5: Métodos, fuente y técnicas de recolección de datos.

MÉTODOS	FUENTE	TÉCNICAS
Cualitativos	○ Secundaria	○ Análisis de documentos.
Observación	○ Primaria	○ Guía de Observación de campo.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, las técnicas utilizadas para la investigación se detallan en la tabla 6.

Tabla n° 6: Detalle de las técnicas para la recolección de información.

TÉCNICAS	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTO	APLICADO EN:
Análisis de documentos.	Permitió analizar la información referente al proceso de bruñido y obtener una base de datos de las dimensiones específicas de bruñido, así como, la cantidad que producen y reparan.	– Computadora. – Microsoft Excel. – Escáner.	Base de datos e historial de la actividad de bruñido de cilindros hidráulicos de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.
Guía de Observación de campo.	Permitió identificar el área de trabajo y la función que realizan los operarios en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.	– Cámara fotográfica. – Lapiceros. – Cuadernillos	En el taller hidráulico donde se lleva a cabo el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. Análisis de documentos.

a) **Objetivo.** Obtener una base de datos que permitan identificar y analizar los problemas en el taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.

b) **Procedimiento.**

Preparación:

- Se realizó una coordinación con el gerente de operaciones y jefe del área hidráulica para la obtención de documentos referentes al proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.
- Se preparó los instrumentos que permitan analizar los documentos brindados por parte de la empresa.

Desarrollo:

- Recopilación de información vinculada al proceso de bruñido de cilindros que facilito el análisis de la situación que se encuentra el taller hidráulico.
- Se verificaron los datos brindados por la empresa en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos como: precisión de bruñido, diámetro bruñido, calidad, producción diaria y pruebas de tintas.

Secuela:

- Registro de los datos de producción y calidad en el bruñido para el desarrollo de indicadores.
- Datos obtenidos para el desarrollo del diagnóstico en el taller hidráulico.
- Datos de precisión de bruñido para identificar y clasificar productos de buena calidad y que están dentro de los parámetros establecidos.
- Elaboración de los límites de control vinculados a los diámetros de bruñido.
- Identificación de la cantidad de cilindros bruñidos para analizar los factores que generan reprocesos.

Instrumentos:

- Computadora.
- Microsoft Excel.
- Escáner.

3.6.2. Guía de observación de campo.

- Objetivo.** Identificar los problemas del proceso de bruñido referente al diámetro de bruñido.
- Procedimiento.**

Preparación:

- Se solicitó autorización al jefe de operaciones para realizar visitas técnicas continuas a las instalaciones del taller hidráulico.
- Se prepararon los instrumentos necesarios para la guía de observación.

Desarrollo:

- Se participó en el proceso de bruñido de un cilindro hidráulico para registrar falencias adherentes al proceso.
- Se realizó la toma de tiempos del proceso de bruñido.
- Se tomaron fotos necesarias para evidenciar la situación actual en el taller hidráulico.

Secuela:

- Diagnóstico y análisis del taller hidráulico relacionada a la productividad y calidad del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.
- Registro fotográfico del proceso de bruñido de un cilindro hidráulico.

- Observación y análisis de las actividades de los operarios de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca en el taller hidráulico.
- Análisis de los registros fotográficos.

Instrumentos:

- Cámara fotográfica.
- Lapiceros.
- Cuadernillos

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

3.7.1. Técnicas de Estadística Descriptiva.

Los resultados obtenidos en la recolección de información han sido procesados mediante:

a) Instrumentos.

- Diagrama Ishikawa.
- Histogramas.
- Diagrama de Análisis de Procesos (D.A.P)
- Diagrama Hombre-Máquina.

b) Programas.

- Visio 2013.
- Autocad.
- Microsoft Word 2016.
- Microsoft Excel 2016.
- MS Project.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico situacional de la empresa.

4.1.1. Aspectos Generales.

- **Nombre comercial:** Ferreyros S.A
- **Marca comercial:** Ferreyros CAT.
- **Ruc:** 20100028698
- **Dirección Fiscal:** Jr. Cristóbal de Peralta Nort 820. San Isidro.
- **Actividades:** Exportaciones / Importaciones, Taller Hidráulico.

4.1.2. Reseña Histórica

Ferreyros es una empresa inscrita en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), con Ruc: 20100028698. Esta empresa cuenta con 24 sucursales en todo el Perú que manejan la marca CAT de línea amarilla desde los años 1942 así como otras marcas prestigiosas.

Ferreyros es la empresa líder en la comercialización de bienes de capital en el país y en la provisión de servicios en este ámbito. Integrante de la corporación Ferreycorp y además es distribuidora de Caterpillar desde 1942, así como de otras prestigiosas marcas.

Enrique Ferreyros Ayudo y un pequeño grupo de socios fundaron en 1922 la empresa Enrique Ferreyros y Cía. Sociedad en Comandita, la cual se dedicó en sus primeros años de operación a la comercialización de productos de consumo masivo. Veinte años más tarde, la empresa experimentó un giro trascendental, cuando tomó la decisión de asumir la representación de Caterpillar Tractor Co. en el Perú.

A partir de entonces, la compañía incursionó en nuevos negocios y comenzó a redefinir su cartera de clientes lo que ocasionó el mejor desarrollo de la organización.

Dos décadas después, en la década de los 60, otras líneas de máquinas y equipos como Massey Ferguson le encomendaron su representación. Asimismo, fue en 1962 que la empresa concretó su inscripción en la bolsa de valores de Lima, convirtiéndose en una compañía de accionariado difundido. En 1981, la empresa se transformó en sociedad anónima, como parte de un proceso de modernización a fin de reflejar la nueva estructura accionaria. Este cambio, la llevó finalmente a convertirse, en 1998, en una sociedad anónima abierta bajo la denominación de Ferreyros S.A.

4.1.3. Misión.

Proveer las soluciones que cada cliente requiere, facilitándole los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa.

4.1.4. Visión.

Fortalecer nuestro liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento.

4.1.5. Valores.

- Integridad.
- Equidad.
- Vocación de servicio.
- Excelencia e innovación.
- Respeto a la persona.
- Trabajo en equipo.
- Compromiso.

4.1.6. Organigrama de Ferreyros S.A-Cajamarca.

En la figura 22 se observa el organigrama de la empresa Ferreyros S.A.-Cajamarca, la cual está encabezado por el administrador, quién realiza las decisiones a corto y largo plazo en la empresa. Además, cuenta con respaldo del jefe de servicios y de contabilidad, seguido del jefe del taller hidráulica y carrilería, jefe del taller y jefe de campo. Asimismo, cada uno está seguido por supervisores y técnicos quienes ejecutan las actividades diarias de producción y/o mantenimiento de la empresa.

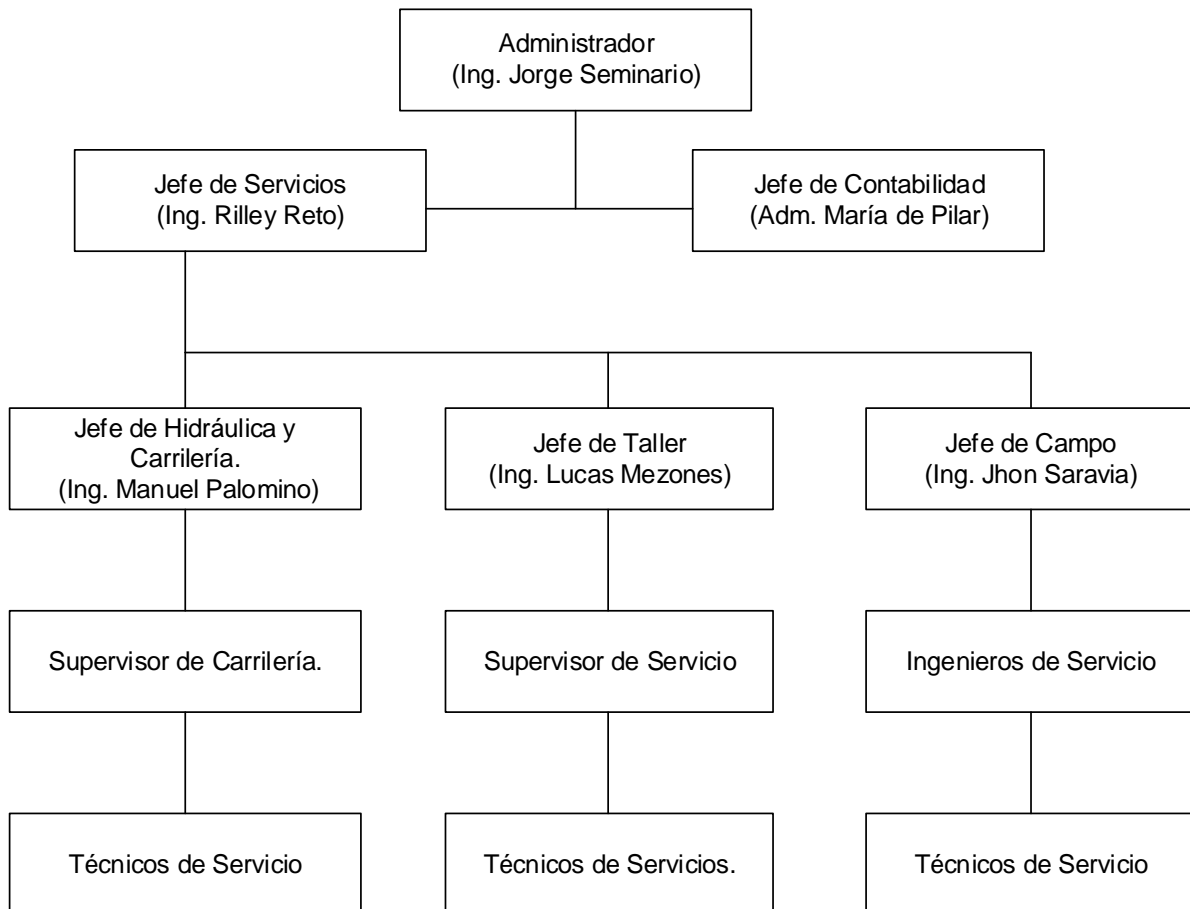


Figura n° 22: Organigrama de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca

Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Personal.

En Ferreyros S.A cuenta con personal altamente capacitado en las diferentes operaciones que realiza, además garantizan la calidad de los servicios y productos que se brinda a sus clientes. En la sucursal de Cajamarca, Ferreyros S.A cuenta con 35 personas dentro de ellas, el personal ejecutivo y los operarios. Asimismo, en la tabla 7 se muestra detalladamente el personal que labora en el taller de hidráulica y carrilería.

Tabla n° 7: Personal de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca en el Taller de Hidráulica y Carrilería.

EJECUTIVOS	CANTIDAD
Administrador	1
Jefe de Servicios	1
Jefe de Contabilidad	1
NIVEL OPERARIO	
Jefe del Taller Hidráulica y Carrilería	1
Jefe de Taller	1
Jefe de Campo	1
Supervisores	3
Técnicos	3

Fuente: Área de administración de Ferreyros S.A-Cajamarca.

4.1.8. Productos y Servicios.

4.1.8.1. Productos.

- **Equipos Nuevos**

Dentro de los equipos nuevos se tiene las máquinas, energía y motores, chancadoras y zarandas, grúas, equipos agrícolas.

- **Máquinas**

En la Figura 23 se observan los equipos nuevos que cuenta la empresa Ferreyros S.A, desde camiones hasta tractores que movilizan grandes cantidades de arena, tierra, etc. Además, estos equipos son de gran ayuda en la construcción, permitiendo ahorrar tiempo y dinero. La maquinaria de Ferreyros S.A cuenta con garantía y alta calidad, permitiendo a sus equipos tener una mayor vida útil de operación.



Figura n° 23: Equipos nuevos de máquinas de Ferreyros Cat S.A

Fuente: (Ferreyros CAT, 2014)

- **Energía y Motores.**

En la Figura 24 se observa los productos de energía y motores que ofrece Ferreyros S.A. Los productos de aplicación marina son: grupos electrógenos marinos que se distinguen por su construcción robusta y avanzado diseño y ser fabricados en instalaciones certificadas con el ISO 9001; motores auxiliares marinos que trabajan con bombas eléctricas, los motores de propulsión marinos son empleados para motorizar todo tipo de embarcación (pesqueras y remolcadores) y ofrecen potencias entre 125 hp a 7577 hp; paquetes de propulsión marina como controles, módulos electrónicos, bombas, equipamiento

auxiliar. Los motores industriales que ofrece Ferreyros son, diésel y gas. En productos de generación eléctrica cuenta con grupos electrógenos diésel, grupos electrógenos gas, accesorios, tanques, tablero, plantas llave en mano y grupos electrógenos encapsulados.



Figura n° 24: Energía y Motores de Ferreyros Cat S.A

Fuente: (Ferreyros CAT, 2014)

- **Chancadoras y Zarandas**

En la Figura 25 se observa chancadoras y Zarandas, las chancadoras tienen como función disminuir el tamaño de objetos o materiales y se emplea principalmente en el sector agrícola, mientras que, las Zarandas tienen un diseño robusto y son equipadas con 2 vibradores MV conectados por un eje cardan y posicionados en el centro de gravedad del equipo.



Figura n° 25: Chancadores y Zarandas de Ferreyros S.A

Fuente: (Ferreyros CAT, 2014)

- **Equipos Agrícolas.**

En la figura 26 se observan los diferentes equipos agrícolas que cuenta la empresa Ferreyros S.A. Los equipos del sector agrícola permiten disminuir los tiempos de ejecución de operación y aumentar la productividad. Además, cada equipo tiene una garantía respalda por Ferreyros S.A.



Figura n° 26: Equipos Agrícolas de Ferreyros S.A

Fuente: (Ferreyros CAT, 2014)

• **Equipos Seminuevos y Usados.**

Se dividen en:

- **Seminuevos.**

Rentafer vende equipos seminuevos CAT con garantía de fábrica, que tiene un máximo de 5, 000 horas de operación.

- **Usados**

Rentafer vende equipos usados CAT con garantía de fábrica, que tiene entre 5,000 y 10,000 horas de operación.

- **Equipos en Alquiler.**

En la tabla 8 se muestra detalladamente los diferentes tipos de equipos y maquinarias que ofrece al público Ferreyros en alquiler.

Tabla n° 8: Maquinaria y Equipos CAT en Alquiler.

Familia	Modelos	Capacidades	Potencia
Tractores	D6T-D6TXL-D6TLGP D7R-D8T-D9T	20TN-50TN	Desde 185hp
Excavadoras	324DL-325DL-329DL 336DL-345DL-349DL 365CL-374DL	24TN-74 TN	188hp-476hp
Rodillos	CS533E-CS54B-CS64	10TN-20TN	130hp-174hp
Motoniveladoras	140K-160K	14 pies	Desde 170hp a 206hp
Cargadores	938H-950H-962H 966H-980H	2.8 m3-5.4m3	180hp-369hp
Grupos electrógenos	De 3306E a 3516B-C15E C18E-C27E-C32E	-	225Kw-2000kW
Grúas	Todo terreno	50TN-100TN	-

Fuente: (RENTAFER , 2016)

- **Repuestos de Caterpillar.**

Los repuestos de Caterpillar se clasifican en:

- **Productos de Mantenimiento**

En la Figura 27 se muestra los diferentes productos de mantenimiento que cuenta la empresa Ferreyros CAT S.A. Cada producto ayuda a preservar el equipo y a la correcta funcionalidad de este, además Caterpillar ofrece el producto con la máxima calidad y de bajar los costos de operación y posesión de sus clientes.



Figura n° 27: Productos de mantenimiento de Ferreyros Cat S.A.

Fuente: (RENTAFER , 2016)

- **Herramientas de corte**

Las herramientas de corte de la empresa Ferreyros S.A han sido tratadas térmicamente con el objetivo de resistir el desgaste y reducir los efectos debilitantes que produce el uso del equipo o herramienta ocasionado por el calor. Esta medida tiene su función primordial de aumentar la producción, reducir los costos e incrementar las utilidades. El material empleado para reducir la abrasión es A.R.M., la cual, permite aumentar la vida útil e incrementar la productividad hasta 5 veces más del estándar en componentes. Además, en las operaciones de arena, grava y otros materiales abrasivos el uso de las herramientas de punta A.R.M ayuda a evitar su desgaste prematuro (Ferreyros CAT, 2014).

- **Tren de Rodamiento**

El tren de Rodamiento de Ferreyros S.A equilibra los factores críticos como materia prima, tratamiento térmico y cantidad de material de desgaste, para dotar al sistema de una mayor vida útil, desgaste predecible y facilidad para su administración.

Ferreyros S.A ofrece los siguientes nuevos productos de tren de rodamiento Caterpillar:

- Cadenas selladas y lubricadas PPR para tractores de rueda motriz elevada
- Cadenas SysteOne para tractores de rueda motriz elevada

- Cadenas selladas engrasadas para excavadoras
- Zapatas de Súper Extremo Servicio SES

- **Accesorios de Máquinas**

En la Figura 28 se observa los acopladores como accesorios principales a los equipos, estos aumentan la producción diaria y reducen los gastos operativos de la maquinaria de forma significativa. El acople rápido en la máquina se presenta como un elemento indispensable en las operaciones donde se necesitan 2 trabajos distintos, utilizando solo 1 máquina con 1 operador, en lugar de 2 máquinas con 2 operadores.

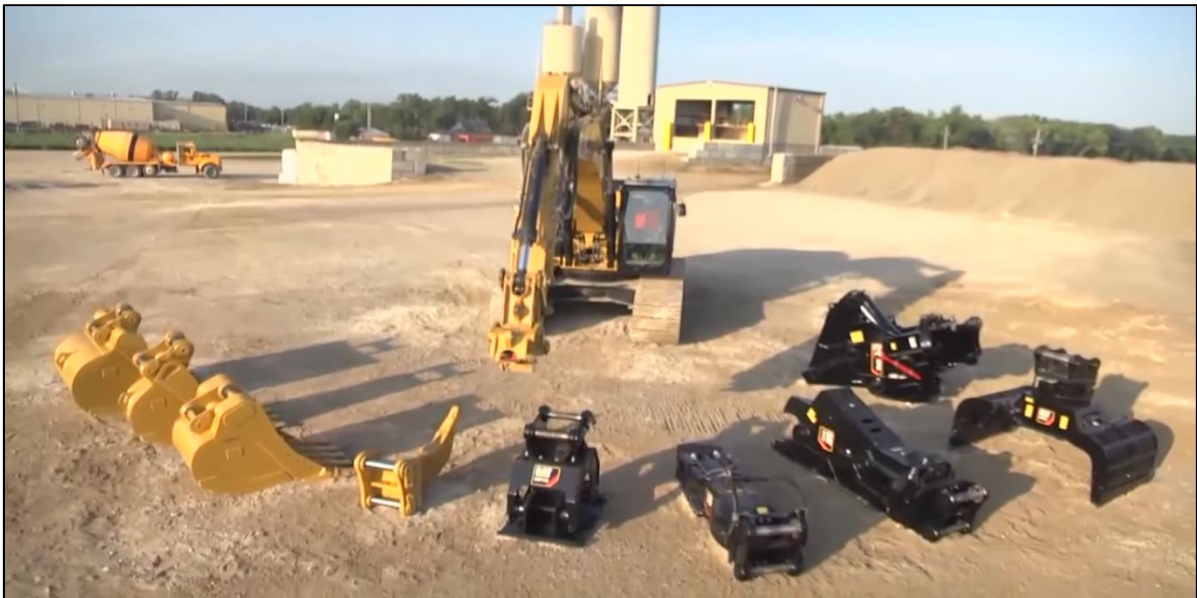


Figura n° 28: Acopladores CAT de la empresa Ferreyros CAT S.A

Fuente: (Ferreyros CAT, 2014)

- **Repuestos de Componentes (Motor, Transmisión e Hidráulica)**

Los componentes son piezas fundamentales que cuenta cada motor en su interior y hace posible el funcionamiento de este por tener cualidades únicas y garantizar la vida útil y rendimiento de los motores de Caterpillar. Los principales repuestos de Ferreyros S.A son cojinetes, válvulas, empaquetaduras, pistones y culatas.

- **Servicios**

- Servicio Técnico.
- Servicio de Soporte
- Programas de Capacitación.
- Servicios especiales para productos agrícolas y forestales.

4.1.9. Proveedores y clientes.

Proveedores

Principales proveedores.

- Caterpillar.
- Metso.
- Atlasc Copco.
- Terex.
- Bucyrus.
- Paus.
- Rockmore.

Clientes.

Principales clientes.

- Minera Yanacocha S.R.L.
- Compañía Minera Antamina S.A.
- Soutern Peru Copper Corporation.
- Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A
- Ingenieros Civiles y Contratistas Genera.
- Minería Chinalco Peru S.A
- Servicios Mineros Gloria S.A.C.
- Minería Barrick Misquilca S.A
- G y M S.A.
- Stracon GyM S.A.

4.1.10. Máquinas, Equipos y Herramientas

En sus talleres y oficina de Ferreyros CAT S.A cuenta con muchas máquinas y equipos para los distintos trabajos que realizan.

Taller hidráulico.

- Fresadora.
- Tornos.
- Desmontadoras de cilindros hidráulicos.
- Bruñidora.
- Grúas.
- Equipos para vaciado y llenado de aceite.

Taller de carrilería

- Carriles
- Grúas
- Soldadoras industriales
- Elevadores
- Compresores
- Lijadoras eléctricas
- Cortadoras
- Cierras de corte
- Cabina de pintura.
- Montacargas

Oficinas.

- Computadoras.
- Software.
- Escritorios.
- Impresoras.

4.1.11. FODA.

En la tabla 9 se muestra la matriz FODA de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.

Tabla n° 9: Matriz FODA.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ○ Posicionamiento y liderazgo en el mercado ○ Amplia experiencia por parte de la planta y sus ejecutivos ○ Tiene más de 89 años de experiencia en el mercado. ○ Modernas plantas ○ Trabaja con marcas reconocidas. ○ Cultura de gobierno corporativo ○ Solvencia económica ○ Personal altamente capacitado 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Apertura a nuevos mercados ○ Acceso a nuevas tecnologías ○ Proyectos mineros en desarrollo ○ Inversión del Gobierno Central ○ Ampliación de nuevas sucursales
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ○ Servicio técnico muy costoso e insuficiente ○ Importancia a micro clientes. ○ Equipos importados ○ Calidad de reparaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menor crecimiento en las ventas ○ Posibles depreciaciones de la moneda soler y dólar. ○ Nuevas empresas en el mismo rubro. ○ Poco crecimiento en la economía nacional e internacional ○ Desastres naturales.

Fuente: Área de Administración de la empresa Ferreyros S.A

4.1.12. Layout Actual

En la figura 29 se observa la distribución de las diferentes máquinas que se encuentran en el taller hidráulico con sus respectivas áreas administrativas.

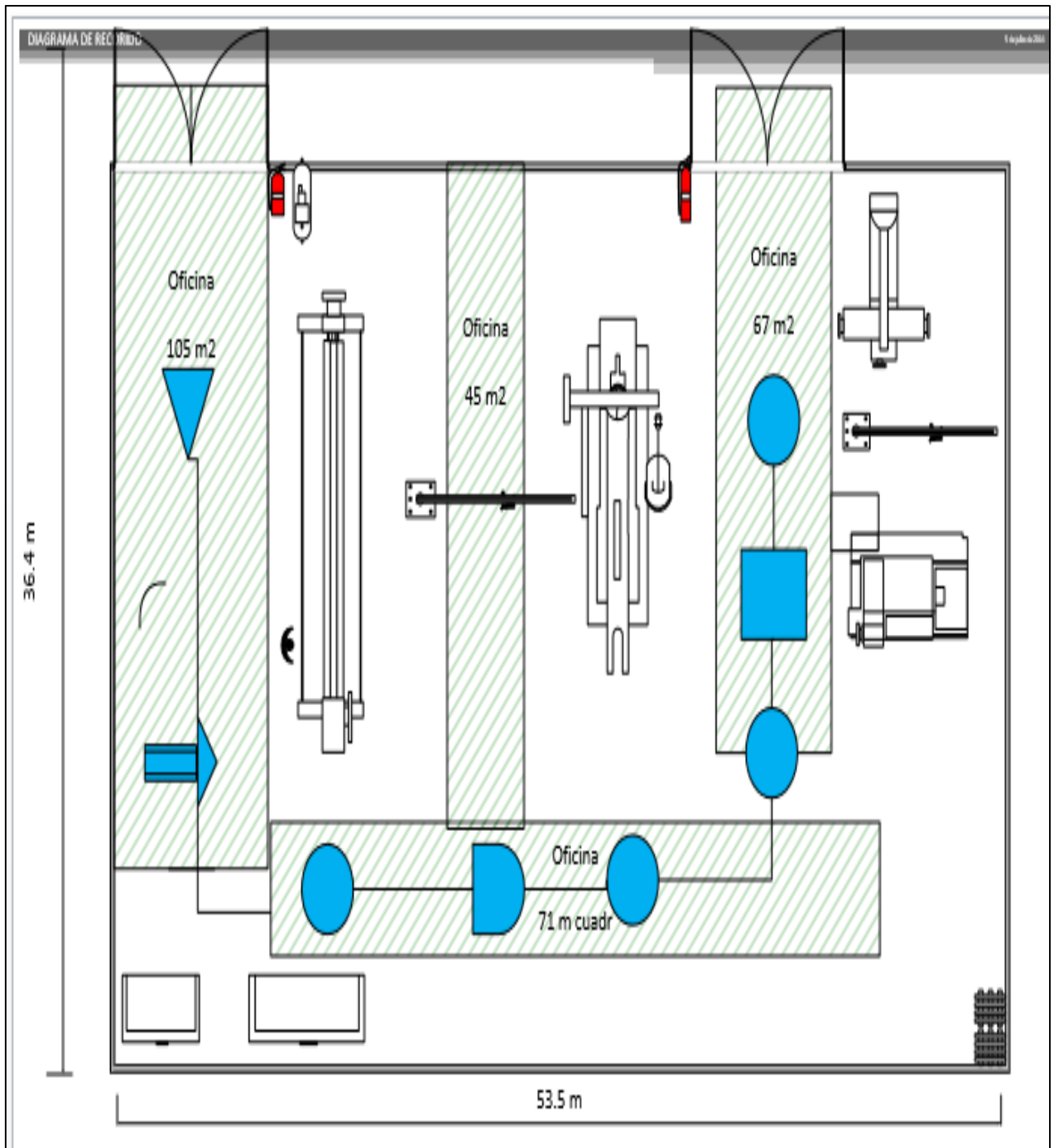


Figura n° 29: Layout taller hidráulico Ferreyros S.A

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Diagnóstico situacional del área de estudio.

4.2.1. Descripción del área.

El proyecto de investigación se realiza en el taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A sucursal Cajamarca, dicha empresa no cuenta con un sistema automatizado en la máquina bruñidora que le permita realizar trabajos de bruñido en menor tiempo. Asimismo, el proceso actual se realiza de manera mecánica donde el operario manipula la máquina y realiza la operación de bruñido, pero este proceso no le permite realizar con exactitud la actividad, ya que, deja pequeñas áreas sin bruñir o que no cumplen con las especificaciones dadas.

Además, la falta de capacitación de los operarios para llevar a cabo el proceso de bruñido genera reproceso y estos a su vez dan lugar a incrementos en costos y tiempos innecesarios.

No obstante, no se cuenta con un recipiente adecuado que reciba el aceite utilizado en el proceso, dando lugar que al deterioro prematuro de la máquina por presencia de aceite en su superficie y/o cableado que tiene.

4.2.2. Diagnóstico Situacional del proceso actual.

4.2.2.1. Priorización de Problemas.

a) Listado de problemas.

La empresa en el taller hidráulico presenta diversos problemas relacionado a la máquina bruñidora en base a la calidad y productividad. Estos problemas se observan en la tabla 10.

Tabla n° 10: Listado de problemas en el taller hidráulico.

Código	Lista de problemas
A	Superficie interna del cilindro mal bruñido.
B	Desperdicio del aceite refrigerante
C	Poca experiencia del operario en identificación de grietas en cilindros hidráulicos.
D	Mala calibración de la máquina.

Fuente: Elaboración propia.

b) Problemas priorizados.

Aplicando el método cuantitativo, se priorizan los problemas del taller hidráulico, siendo 1 el de menor importante y 10 el mayor importante, como se muestra en la tabla 11.

Tabla n° 11: Priorización de problemas en el taller hidráulico.

Código	A	B	C	D	Total	Prioridad
A		A	C	A	2	8
B			B	D	1	4
C				D	1	4
D					1	7

Fuente: Elaboración propia.

c) Listado de problemas.

La priorización de problemas permitió identificar los problemas con mayor impacto que afectan la actividad productiva. Estos problemas son: áreas del cilindro mal bruñidas y mala calibración de la máquina, tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla n° 12: Listado de problemas priorizados en el taller hidráulico

Código	Lista de problemas	Prioridad
A	Superficie interna del cilindro mal bruñido.	8
B	Desperdicio del aceite refrigerante	4
C	Poca experiencia del operario en identificación de grietas en cilindros hidráulicos.	4
D	Mala calibración de la máquina	7

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2. Diagnóstico Situacional del Proceso de Bruñido del taller hidráulico.

4.2.2.2.1 Análisis del proceso de Bruñido

La calidad y productividad permite a la empresa tener productos más eficientes y garantizando la vida útil de cada producto o servicio que ofrece a sus clientes. Asimismo, en la figura 30 se observa el proceso del bruñido con sus respectivos tiempos de operación, iniciando el proceso con:

Colocación de cilindros a la máquina. Este proceso se ejecuta con 2 o 3 operarios, quienes se encargan de levantar el cilindro hidráulico con ayuda del montacargas en un tiempo aproximado de 15 min. Esta operación también permite colocar el cilindro hidráulico en el lugar correcto a ser bruñido.

Inspección de Medidas. Esta operación permite al operario analizar y corregir las medidas establecidas o rango que se desea bruñir, la cual, comprende entre 1.5 mm a 3 mm, este proceso se ejecuta en un tiempo aproximado de 5 min.

Bruñido de Cilindros Hidráulicos. La máquina realiza la operación de bruñido mediante un brazo metálico y con un apoyo de una piedra o diamante ubicado en la parte superior realiza movimientos circulares dentro del cilindro hidráulico. El tiempo aproximado es de 30 min el primer bruñido, siendo el segundo bruñido de 20 min.

Inyección de Aceite Lubricante. Se inyecta el aceite lubricante que tiene la función de reducir los niveles de temperatura dentro del cilindro hidráulico y remover las partículas bruñidas, este proceso tiene una duración aproximada de 5 min. Asimismo, se realiza una parada de máquina de 5 min con el fin de enfriar y esperar que el aceite llegue a todas las áreas del cilindro hidráulico.

Transporte. Al finalizar el proceso de bruñido, el cilindro hidráulico es llevado a almacén. Este proceso tiene una duración de 2 min.

Almacén. Cada cilindro hidráulico se coloca en una determinada zona de acuerdo a sus características y operaciones que se ha realizado. El tiempo aprox. es de 3 min.

CURSOGRAMA ANALITICO				-Operario/Material/Equipo					
Diagrama N° 4	1			Resumen					
Producto:	Cilindros Hidraulicos Bruñidos			Actividad	Actual				
Actividad:	Colocar, Inspeccionar, bruñir, agregar aceite.			Operación	○	4			
				Inspección	□	1			
				Espera	D	1			
				Transporte	⇨	1			
Almacenamiento	▽	1							
Metodo:	-actual/propuesto			Distancia (mts.)	2.5 m				
Lugar:	Ferreyros CAT-Cajamarca			Tiempo (hrs-hombre)	1.42 hrs				
Operario:	Rodrigo Escalante Bautista			Costo	S/.320.00				
				Mano de Obra	S/.260.00				
Fecha:	05/06/2016			Material	S/.130.00				
				TOTAL	S/.710.00				
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	D	⇨	▽	
Colocacion de los cilindros a lamarca bruñ	1		15 min.	●					
Inspeccion de Medidas de cilindros hidraulicos			5 min.	●					No hay formato de medidas
Buñido de cilindros Hidraulicos	1		30 min.	●					Requiere de un Operario.
Inyeccion de aceite lubricante			5 min.	●					Residuos de Aceite caen de la Maquina
Demora por aceite en el cilindro			5 min.						
Buñido de los cilindro Hidraulicos			20 min.	●					
Transporte de cilindros a Almacen		2.5 m	2 min.				●		
Almacenamiento	1		3 min.					●	
TOTAL	1	2.5 m	85 min.	4	1	1	1	1	

Figura n° 30: Curso grama Analítico del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se observa la cantidad de personas que interviene durante la operación de bruñido de un cilindro hidráulico.

Tabla n° 13: Personal del proceso de bruñido.

Nº	Cargo	Interviene	Existente	Cantidad
1	Administrador	Si	Si	1
2	Jefe del área hidráulica	Si	Si	1
3	Operarios	Si	Si	2
Total				4

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.2 Análisis de los problemas de proceso de bruñido

Debido a que la producción se realiza de forma mecánica, siendo el bruñido no constante y no ser preciso en áreas a bruñir, dando lugar a incrementar los costos en el proceso tanto en consumo de luz, mano de obra por tiempo laborado, pérdida del aceite, pérdida de sus propiedades mecánica del cilindro y de la máquina. En la figura 31 y tabla 14 se observa el proceso de bruñido con sus respectivos tiempos, siendo la operación de bruñido el de mayor tiempo.

Asimismo, en la figura 32, se muestra las causas y efectos fundamentales que ocasiona cilindros defectuosos y por ende mala calidad y reducción en la productividad.

Efecto principal: Cilindros Defectuosos. Las principales causas son:

- ✓ **Causas relacionadas a los métodos.** El proceso de bruñido es realizado a base de la experiencia de los operarios, debido a que no se cuenta con métodos cuantitativos de análisis y control, falta de procedimiento adecuado de bruñir, por lo que, la empresa incurre en costos innecesarios en realizar auditorías de calidad. Asimismo, en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos no se cuenta con una estandarización adecuada de medidas que se tiene que bruñir, la cual es llevado a cabo de acuerdo a la experiencia del operario.

- ✓ **Causas relacionadas a la máquina.** La máquina encargada de realizar la operación de bruñido no cuenta con un control adecuado mantenimiento, teniendo así accesorios y herramientas desgastadas
- ✓ **Causas relacionadas a la mano de obra.** La falta capacitación al personal sobre la manipulación de la máquina y del proceso de bruñido genera productos defectuosos y desgaste prematuro de la máquina.
- ✓ **Causas relacionadas al medio ambiente.** Los factores ambientales afectan a la máquina con la acumulación de polvo sobre los ejes de rodamiento y brazo de bruñir, lo que genera desgaste sobre sus ejes y también la pérdida de la fuerza del motor.
- ✓ **Causas relacionadas al mantenimiento.** La falta de capacitación del personal en temas de mantenimiento a la máquina ocasiona que se realice mantenimientos no adecuados y de poca duración, afectando internamente las funciones de la máquina.
- ✓ **Causas relacionadas a los materiales.** Los materiales que se emplea no siempre están de acuerdo a las especificaciones establecidas brindadas por el proveedor. Estos materiales son componentes, accesorios o partes que conforma la máquina y al presentar fallas ocasiona que la máquina trabaje bajo presión y también, que dañe su faja y eje del motor al estar expuesto a la sobrecarga.

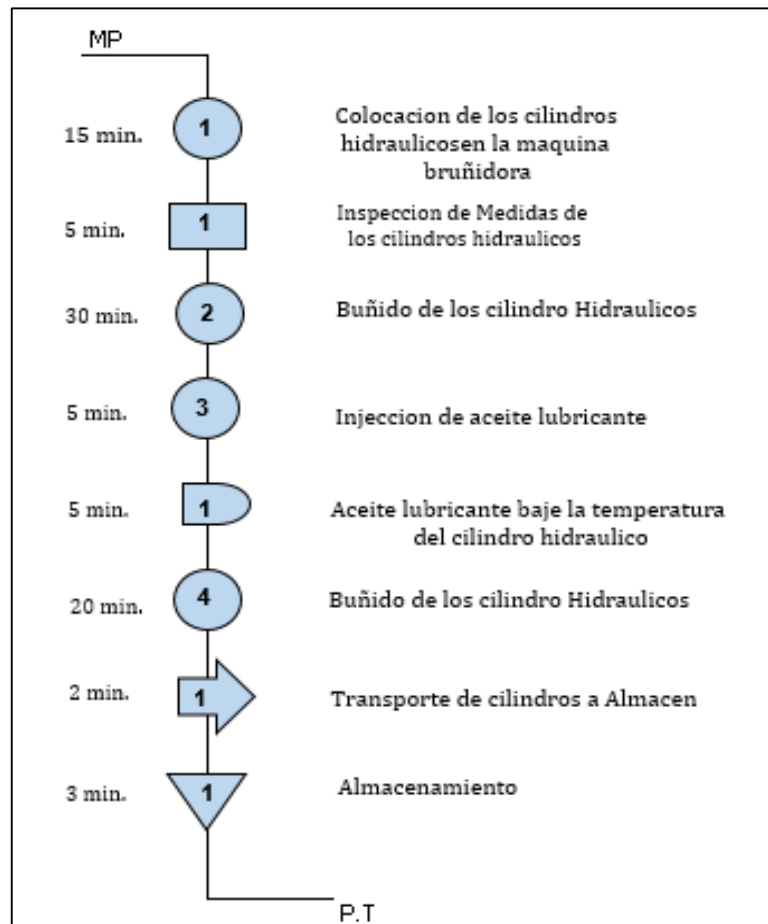







Figura n° 31: Diagrama de Análisis de Operaciones de bruñido de cilindros hidráulicos de la empresa Ferreyros S.A- Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° 14: Leyenda de Análisis de Operaciones.

Actividad	Cantidad	Símbolo
Operación	4	
Inspección	1	
Demora	1	
Transporte	1	
Almacén	1	
Total	8	

Fuente: Elaboración propia

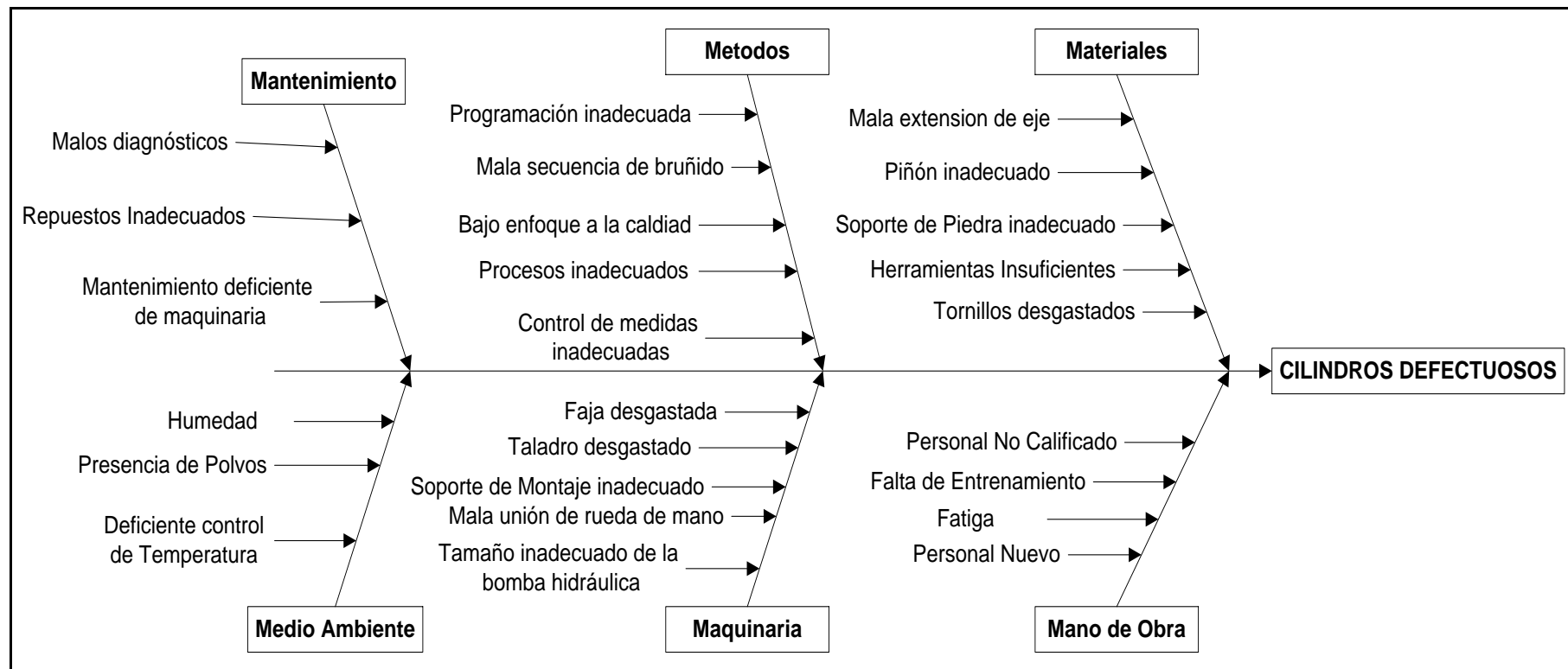


Figura n° 32: Diagrama Ishikawa.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la tabla 15 se muestra las consecuencias de los problemas del proceso de bruñido, donde influye en gran medida el estado en que se encuentra la máquina antes de realizar la actividad productiva con el estado de ánimo del trabajador.

Tabla n° 15: Análisis de las consecuencias de los problemas en el proceso de bruñido en la empresa Ferreyros S.A.-Cajamarca.

Problema	Consecuencia
No conoce con exactitud la medida a bruñir.	Presencia de desniveles de medidas internas del cilindro hidráulico.
Falta de capacitación	El operario no conoce la función de la máquina y el tiempo de operación lo que genera, aumento de costos.
Posturas inadecuadas del operario	Problemas musculoesqueléticos al operario generando descansos médicos.
Falta de un contenedor o recipiente de aceite	Desgaste prematuro de la máquina y desperdicio excesivo de fluido refrigerante.
Sujetar de cilindro Hidráulico	Grietas internas en el cilindro hidráulico, desgaste prematuro de la máquina y del cilindro.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Medición de Indicadores

Inspección.

A continuación, se muestran los indicadores del año 2016. Los meses de junio a noviembre.

- **Presencia de grietas superficiales e internas en los cilindros hidráulicos.** Los cilindros hidráulicos que envían el proveedor para reparación contienen grietas internas, donde interviene otro tipo de instrumento de medición de fallas de cilindros. Para ello, se realiza la prueba de tintes con el objetivo de detectar las fallas superficiales, las cuáles, se envían al taller para su reparación. A continuación, se detalla la cantidad de cilindros hidráulicos con grietas superficiales e internas del mes de junio a noviembre:

Fórmula

$$\frac{\text{Presencia de Grietas}}{\text{Cilindros Hidraulicos inspeccionados}}$$

Tabla n° 16: Probabilidad de grietas mensuales en los cilindros hidráulicos-2016.

Mes	Cilindros Hidráulicos (unid)	Presencia de grietas		Probabilidad	
		Internas (unid)	Superficiales (unid)	Internas (%)	Superficiales (%)
Junio	35	3	12	8.57%	34.30%
Julio	30	4	8	13.33%	26.70%
Agosto	38	3	15	7.89%	39.50%
Septiembre	40	2	19	5.00%	47.50%
Octubre	32	1	15	3.13%	46.90%
Noviembre	36	4	17	11.11%	47.20%
Total	211	15	86	49.04%	40.80%

Fuente: Elaboración Propia.

La cantidad de fallas superficiales encontradas en cada cilindro hidráulico es un buen resultado, porque permite que el taller hidráulico pueda realizar sus operaciones con normalidad y permita que la máquina bruñidora se encuentre operativa. Estos resultados también generan un gran impacto al tener que cumplir con la demanda establecida por el proveedor en el tiempo asignado, lo que implica, en ocasiones a tercerizar por parte de la empresa.

No obstante, si un cilindro hidráulico presenta otras fallas inherentes al proceso de bruñido, tales como, superficie interior o exterior rota o quebrada, ralladuras que exceden el diámetro permitido se tiene que reparar mediante la soldadura y luego, pasar por el taller hidráulico para culminar con el proceso de bruñid. Adicional, si este presenta fallas graves o muy graves que no se puede detectar mediante la prueba de tintas es llevado a la ciudad de Lima para que realicen otros controles de detección de fallas, una de ellas es, mediante el ultrasonido que permite identificar si el cilindro hidráulico presenta en su interior rotura. Una vez determinada la falla se diagnostica si se repara o no y concluye en la entrega al cliente.

En la figura 33 se observa la escala de fallas superficiales que ha presentado los cilindros hidráulicos del mes de julio a diciembre, lo que implica, que en los meses de octubre, noviembre y diciembre la empresa recibe gran cantidad de cilindros que requieren reparación de bruñido.

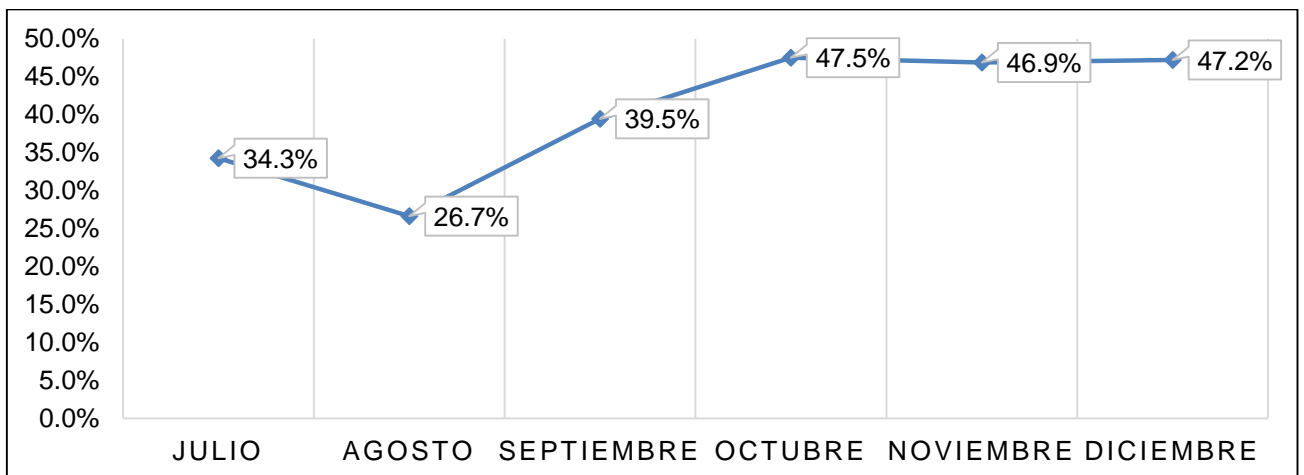


Figura n° 33: Probabilidad de grietas en los cilindros hidráulicos mensuales-2016.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Resultados del diagnóstico.

- a) **Diámetro bruñido.** Nos permite identificar el diámetro bruñido que ha realizado el operario. En la tabla 17 se observa el diámetro bruñido de un cilindro hidráulico en los meses de agosto y septiembre de 2016.

Tabla n° 17. Diámetro bruñido de cilindros hidráulicos.

Día	Cant. Cilindros Bruñidos	Unidad de medida	Descripción	Personas involucradas	Diámetro Bruñido/ unidad (cm)
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66
Martes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	85.66
Miércoles	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.66
Jueves	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.66
Viernes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	85.66
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66
Martes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	88.66
Miércoles	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	90.66
Jueves	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.66
Viernes	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	86.66
Lunes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66
Martes	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	90.66
Miércoles	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	93.66
Jueves	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	95.66
Viernes	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	95.66
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	85.66

Martes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66
Miércoles	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.66
Jueves	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	93.66
Viernes	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	95.66
Sábado	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.43
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.38
Martes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	94.29
Miércoles	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	94.29
Jueves	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.43
Viernes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	93.33
Sábado	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.38
Lunes	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	94.29
Martes	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.52
Promedio					91.33

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 17 se obtiene que el promedio es 91.30 lo que da a conocer que no se realiza el proceso de bruñido adecuado, además, se queda ciertas áreas del cilindro hidráulico que no se alcanza a ser bruñido. No obstante, estos diámetros al no ser bruñidos ocasiona uniformidades en la superficie lo que permite que se pierda las características físicas del cilindro y además, no ser acopladas a las maquinas por presentar fallas en los diámetros.

b) **Desplazamiento.** Nos permite identificar la cantidad de veces que el operario realiza bruñido y el tiempo en que se demora (véase tabla 18).

Tabla n° 18. N° de veces de bruñido por min.

Día	Cant. Cilindros Bruñidos	Unidad de medida	Descripción	Personas involucradas	Diámetro Bruñido/ unid (cm)	N° de veces bruñido/Unid	Tiempo empleado
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66	57.00	50 min
Martes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	85.66	59.00	50 min
Miércoles	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.66	62.00	50 min
Jueves	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.66	54.00	50 min
Viernes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	85.66	56.00	50 min
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66	58.00	50 min
Martes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	88.66	63.00	50 min
Miércoles	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	90.66	58.00	50 min
Jueves	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.66	59.00	50 min
Viernes	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	86.66	62.00	50 min
Lunes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66	54.00	50 min
Martes	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	90.66	54.00	50 min
Miércoles	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	93.66	57.00	50 min
Jueves	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	95.66	59.00	50 min
Viernes	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	95.66	60.00	50 min

Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	85.66	58.00	50 min
Martes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.66	50.00	50 min
Miércoles	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.66	54.00	50 min
Jueves	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	93.66	51.00	50 min
Viernes	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	95.66	52.00	50 min
Sábado	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.43	56.00	50 min
Lunes	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.38	58.00	50 min
Martes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	94.29	63.00	50 min
Miércoles	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	94.29	58.00	50 min
Jueves	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	91.43	63.00	50 min
Viernes	4	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	93.33	58.00	50 min
Sábado	6	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	92.38	59.00	50 min
Lunes	3	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	94.29	62.00	50 min
Martes	5	Unid	Cilindro Hidráulico	1 operario	89.52	54.00	50 min
Promedio						57.52	

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 18 se obtiene que el promedio es 57.32 lo que da a conocer que no se realiza el proceso de bruñido adecuado por presentar variaciones en el número de bruñidos, asimismo, se realiza el bruñido total del cilindro en el tiempo que tarda el proceso. No obstante, se realiza una mala manipulación de la máquina e incurre en un tiempo demasiado alto para realizar el proceso de bruñido.

c) Productividad.

- **Producción.** Permite identificar la cantidad de productos que se realiza en un determinado tiempo, como se muestra a continuación.

Tiempo base= 8 hrs/día

Ciclo = 80 min/cilindro=0.833 hrs/cilindro

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo Base}}{\text{Ciclo}} = \frac{8 \text{ hrs/día}}{1.33 \text{ hrs /cilindro}} = 6 \text{ cilindros /día}$$

La producción diaria es de 6 cilindros en un tiempo de 8 horas laborables, es decir, el tiempo de bruñido es demasiado alto y además, se tiene que realizar inspecciones a las áreas bruñidas lo que implica en una producción lenta.

- **Productividad respecto a la mano de hombre (M.O)**

$$p = \frac{P}{M.O.} = \frac{6 \text{ cilindros /día}}{2 \text{ Operarios}} = 3 \text{ cilindros /oper * día}$$

La productividad de mano de obra es de 3 cilindros por operario al día. Asimismo, la operación de bruñido solo requiere de 1 operario para la manipulación de la máquina y el otro operario solo realiza la operación de colocación del cilindro hidráulico e inyección de aceite y de inspección. No obstante, en la empresa solo se cuenta con una máquina operativa por lo que, la producción es reducida.

- **Productividad respecto a horas hombre trabajadas (H-H).**

$$p = \frac{P}{8H - H} = \frac{6 \text{ cilindros /día}}{8H - H} = 0.75 \text{ cilindros /HH * día}$$

Por cada hora hombre empleada puede producir 0.75 cilindros hidráulicos bruñidos, es decir, de una 1 hora de bruñido no se tiene un producto finalizado.

- d) **Hombre-Máquina.** Indica los diferentes tiempos productivos e improductivos de un proceso. Además, da a conocer el porcentaje productivo utilizado tanto del operario como de la máquina, así como se muestra en la tabla 19.

Tabla n° 19: Diagrama Hombre-Máquina.

DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA				
Operación: Bruñido de Cilindros Hidráulicos		Página: 1 de 1		
		Fecha: 05-06-2016		
Máquina: Bruñidora				
Depto.: Taller Hidráulico.				
Operario	Tiempo (min.)	Máquina Bruñidora	Tiempo (min.)	
Colocar cilindros hidráulicos	15	Tiempo muerto	15	
Inspección de Medidas	5	Cargar máquina	3	
		Bruñido	30	
Bruñido	30			
		Descargar máquina	2	
Inyección de aceite	5	Tiempo muerto	5	
Enfriar el aceite	5	Cargar máquina	3	
		Bruñido	20	
Bruñido	20			
		Descargar máquina	2	
Total Productivo	80		50	
Porcentaje	100%		62.5%	
Resumen	Tiempo de Ciclo	Acción	Ocio	Utilización
Operario	80	80	0	100%
Máq. Bruñidora	80	50	30	62.5%

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, 80 min. el operario está activo, lo que implica que presente problemas musco esqueléticas durante el tiempo que está realizando la operación de bruñido de cilindros hidráulicos. No obstante, la máquina cuenta con un tiempo operativo de 50 min. y 30 min. inoperativo, es decir, cuenta con 30 min. sin realizar ninguna tarea en la máquina bruñidora lo que genera baja productividad y costos innecesarios.

Tabla n° 20: Resumen de los resultados del diagnóstico inicial de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca

Variables	Dimensión	Indicador	Resultados	Análisis	
Variable Independiente	Sistema Hidráulico	Diámetro Bruñido	Prom. Centímetros Bruñidos	91.33 cm/unid	Hay 91.33 cm/unid de diámetro que los operarios llegan a alcanzar a bruñir cada cilindro hidráulico, esto es causado por la falta de controles o medidas regulatorias que especifican el límite que debe alcanzar el vástago de la máquina.
		Desplazamiento	Prom. número de veces bruñidas	57.52 veces/unid	La operación del bruñido presenta 57.52 veces que el operario realiza el desplazamiento del vástago en el interior del cilindro hidráulico, la cual, no presenta un numero estándar que facilite la cantidad a permitida que se debe realizar la operación.
Variable Dependiente	Productividad	Producción		6 cilindros/día	Debido a que se cuenta con 2 operarios encargados del proceso de bruñido y una máquina, la cantidad de cilindros bruñidos es reducida, además, se realiza reproceso al cilindro cuando no cumple con las especificaciones.
		Productividad	Productividad	3	
		M.O		cilindros/operario*día	
		Productividad Horas-Hombre		0.75 cilindros/hh*día	

Hombre Máquina	Ciclo de trabajo	80 min/unid.	El ciclo de trabajo utilizado es 80 min/ unidad, esto es debido a las paradas de máquina por la inyección de aceite e inspecciones y también por la experiencia del operario en la operación.
	Tiempo productivo hombre.	80 min	El operario está activo los 80 min que dura el proceso esto se debe que el operario tiene que realizar todas las operaciones que demanda el proceso, lo que incurre en fatiga.
	Tiempo productivo máquina.	50 min.	Existe 30 min que la máquina se encuentra inoperativa, esto se debe por la inyección de aceite al cilindro y el retiro del material ya bruñado.
	% utilización del operario.	100%	Debido que la máquina no cuenta con un inyector de aceite, el operario está activo todo tiempo que tarda el proceso (100%) y la máquina está generando un porcentaje de improductividad del 37.5 %
	% utilización de la máquina	62.50%	

Fuente: Elaboración propia

4.4. Diseño de la Propuesta de Mejora.

4.4.1. Propuesta de la mejora.



Figura n° 34. Diseño de la propuesta de mejora referido a la simulación de un sistema hidráulico.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 34 se muestra el proceso de mejora en donde:

Paso 1. Identificación de las operaciones que cuenta el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

Paso 2. Se realiza una descripción de las operaciones.

Paso 3. Se determina e identifica los diferentes tiempos de cada operación.

Paso 4. Se realiza una línea de producción referente a las operaciones más importantes y las pertenecen al proceso de bruñido.

Paso 5. Se ingresa los datos obtenidos al software FluidSIM-H que permite realizar simulaciones en tiempo real y así permite identificar y conocer el proceso con sus posibles fallas.

Paso 6. Se realiza la simulación del software teniendo como base el tiempo a que demora el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

Paso 7. Se analiza y compara los resultados de la simulación del software FluidSIM-H

4.5. Diseño del Sistema Hidráulico.

4.5.1. Operaciones.

Se identifica las operaciones que se realiza en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos desde que ingresa al taller hasta su destino final y se asigna una codificación.

- A. Recepción.
- B. Limpieza.
- C. Secado
- D. Prueba de tintas.
- E. Limpieza
- F. Inyección refrigerante.
- G. Bruñido.
- H. Inspección.
- I. Entrega.

- A. Recepción.** Los cilindros hidráulicos son recibidos por el área administrativa donde se encarga de contabilizar, registrar y asignar la operación que requiera el cliente.
- B. Limpieza.** Los cilindros hidráulicos que pasan al taller de bruñido son primero enviados a la estación de limpieza para eliminar impurezas.
- C. Secado.** Después de la estación de limpieza es llevado a la estación de secado donde de acuerdo a la longitud y diámetro que cuenta el cilindro hidráulico se deja secar.
- D. Prueba de Tintas:** A cada cilindro seco se realiza la prueba de tinta que consiste en echar un líquido sobre la superficie interna y externa con la finalidad de identificar la presencia de ralladuras, rotura.
- E. Limpieza.** En esta operación se elimina las manchas producto de la prueba de tintas y preparar al cilindro hidráulico para el bruñido.
- F. Transporte.** El cilindro hidráulico es transportado al taller hidráulico para continuar con su proceso.
- G. Inyección de refrigerante.** Cada cilindro hidráulico es colocado a la máquina bruñidora donde se fija mediante una cinta y luego se inyecta el refrigerante en el interior de esta con el objetivo de facilitar el proceso de bruñido y desgaste prematuro del diamante de la máquina, también evitar la pérdida de las propiedades físicas del cilindro hidráulico.
- H. Bruñido.** Se realiza la medición del diámetro y radio que el brazo de la máquina bruñidora se va a desplazar. La operación de bruñido consiste en

obtener la superficie interna lisa y con medidas exactas para que pueda encajar el cilindro hidráulico en la maquinaria.

- I. **Inspección.** A cada cilindro hidráulico se realiza una inspección para determinar si esta cumple con las especificaciones y normas de calidad que exige la empresa.
- J. **Entrega.** Los cilindros hidráulicos terminados son enviados al área de almacén para ser ensamblados a las diferentes maquinarias que le corresponde y entregados al cliente.

A continuación, se procede a realizar la línea de producción del proceso de bruñido de cilindros (línea recta) para ver el movimiento que presenta el cilindro hidráulico.

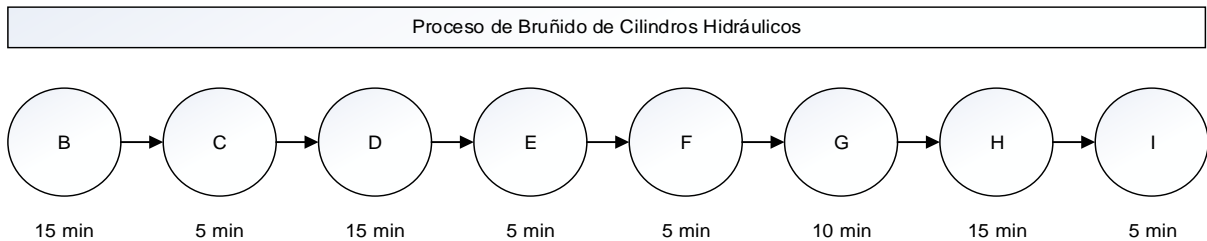


Figura n° 35. Proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 35 se muestra el proceso de bruñido de un cilindro hidráulico la cual pasa por las diferentes estaciones, en B (limpieza), 15 min para la eliminación de impurezas; C (secado), 5 min; D (Prueba de Tintas), 15 min identificación de grietas o ralladuras; E(Limpieza), 5 min eliminación del líquido penetrante; F(Transporte), 5 min envió de cilindro al taller; G (Inyección del refrigerante), 10 min para lubricar el interior del cilindro hidráulico; H(bruñido), 15 min de bruñido parte interior del cilindro hidráulico; I (Inspección), 5 min de identificar si presenta un inconformidad en el proceso.

4.5.2. Sistema Hidráulico.

- a) **Software Fluid SIM Hidráulica.** Es un sistema que se emplea para la simulación, creación, análisis y estudio de la hidráulica. Además, este sistema permite realizar simulaciones en tiempo real del funcionamiento del circuito hidráulico.

No obstante, está herramienta es utilizado en las empresas para ver el funcionamiento de sus instalaciones hidráulicas o antes de ser instaladas, lo que permite conocer de modo general lo que ocurre dentro del circuito hidráulico. Por lo que, se propone a la empresa a la empresa Ferreyros S.A-sucursal Cajamarca utilizar este sistema para analizar el funcionamiento del cilindro hidráulico en el proceso de bruñido.

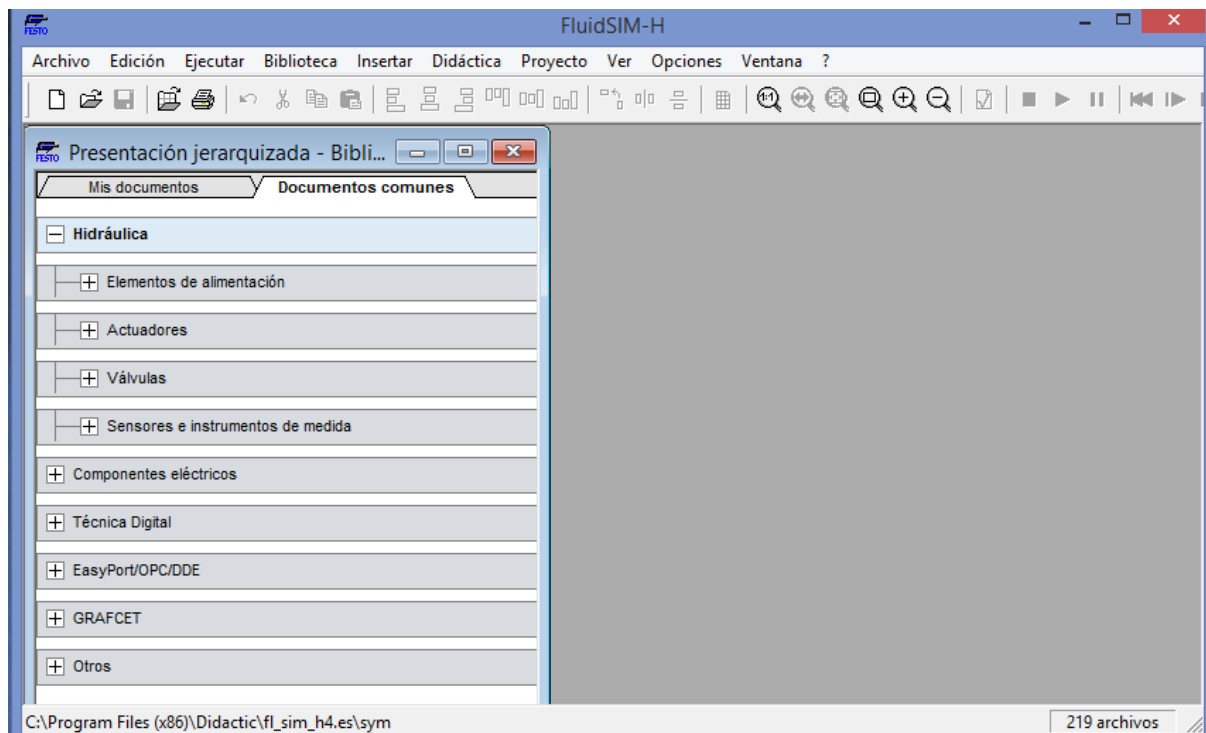


Figura n° 36: Software FluidSim Hidráulica

Fuente: Software FluidSIM-H

- **FluidSIM-H en la calidad y productividad.** La empresa Ferreyros S.A por medio de este sistema podrá realizar las siguientes funciones:
 - **Parámetros.** Asignar las dimensiones y distancia a recorrer de la varilla de bruñido. (véase figura 37).

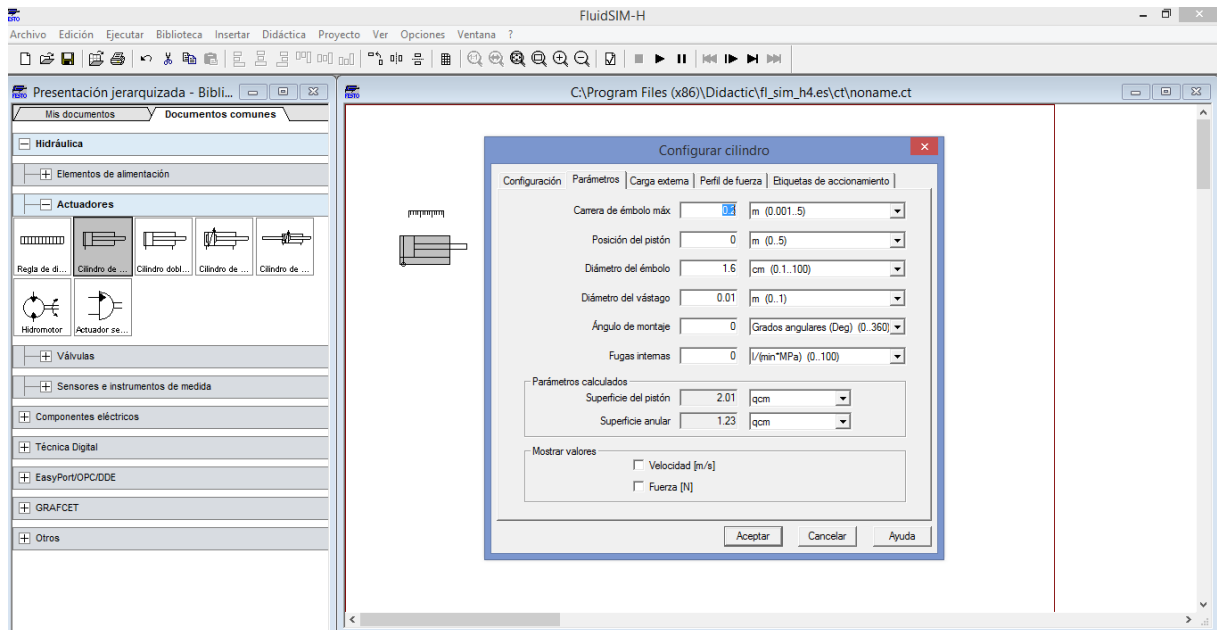


Figura n° 37: Software FluidSIM-H en la configuración de un cilindro.

Fuente: Software FluidSIM-H

- **Regla de distancia.** Asignar la distancia que la varilla de bruñido ingresa al cilindro hidráulico; posición inicial y final. (véase figura 38)

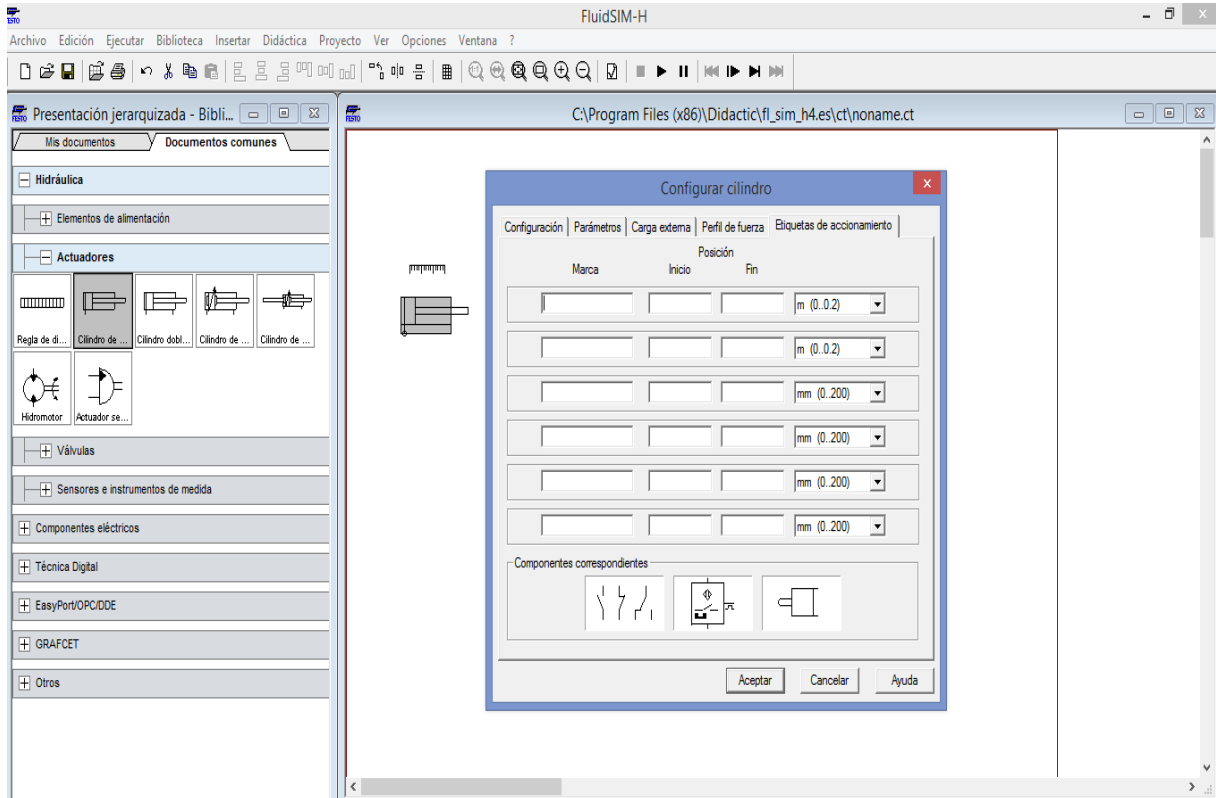


Figura n° 38: Software FluidSIM-H en la configuración en la distancia en recorrer del cilindro.

Fuente: Software FluidSIM-H

4.6. Desarrollo del diseño del Sistema Hidráulico.

4.6.1. Software FluidSIM-H.

Con la finalidad de tener una mayor calidad y productividad en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos se propone el software FluidSIM-H, el cual, permite realizar diseños y simulación en tiempo real del funcionamiento de circuitos hidráulicos. Para lo cual, se procedió en el llenado de datos como parámetros, regla de distancia, cantidad de válvulas, tanque, varilla de bruñido (cilindro hidráulico), etc. Asimismo, para generar el control por medio del software se procedió al diseño del circuito hidráulico. A continuación, se muestra el desarrollo del software:

4.6.1.1. Componentes.

a) Válvula 3/n vías.

Es una válvula que permite el paso con 3 conexiones y además este es configurable por el usuario.

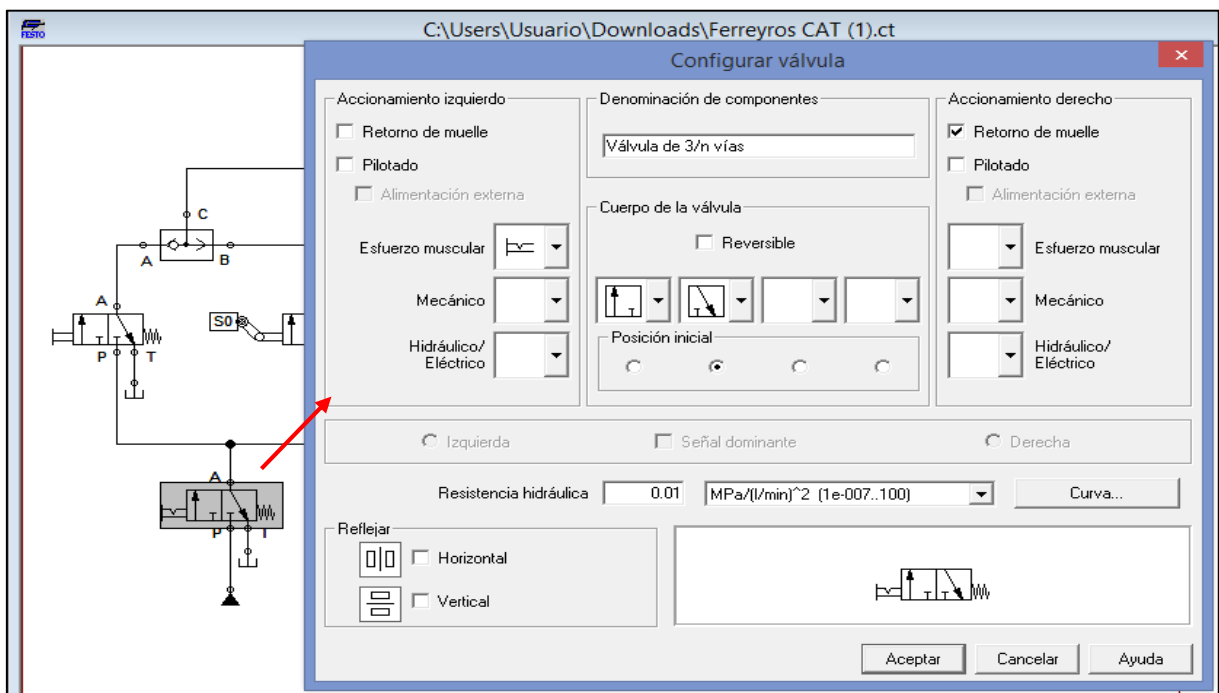


Figura n° 39: Configuración de la válvula 3/n vías con retorno muelle, generado en el Software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

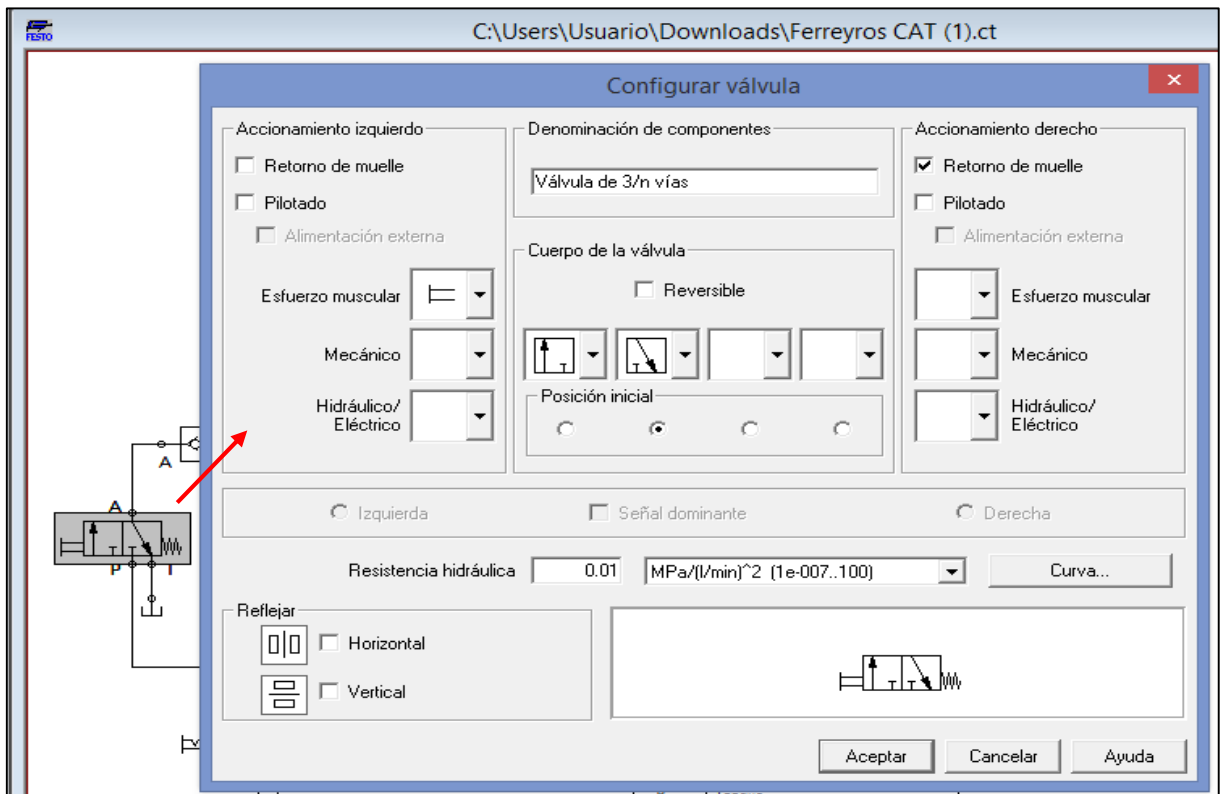


Figura n° 40: Configuración de la válvula 3/n, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

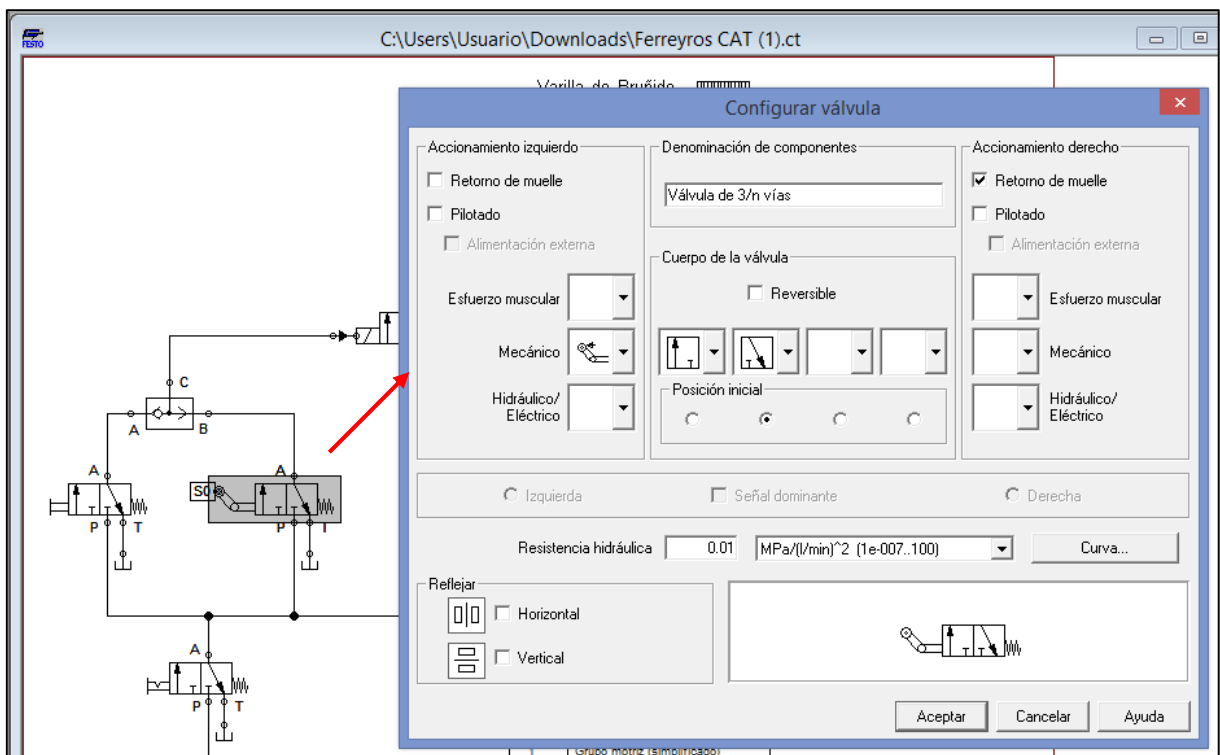


Figura n° 41: Válvula 3/n vías mecánico, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

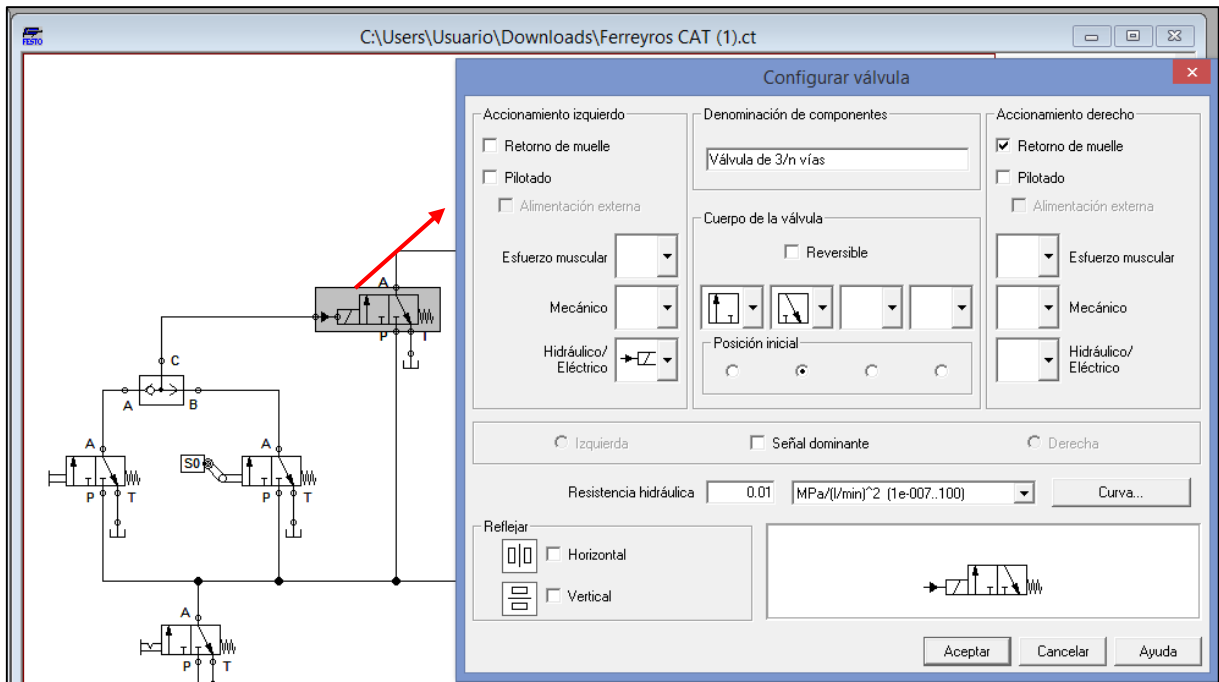


Figura n° 42: Válvula 3/n vías Hidráulico/Mecánico, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

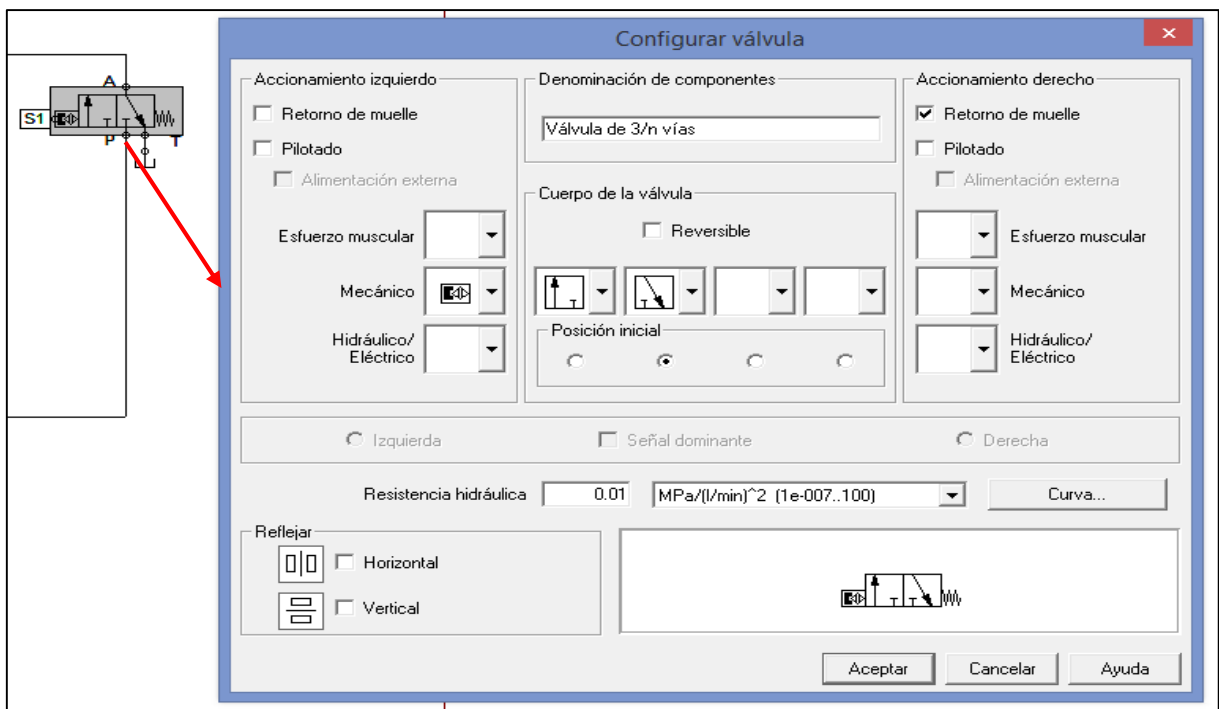


Figura n° 43: Válvula 3/n vías Mecánico con retorno de muelle, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

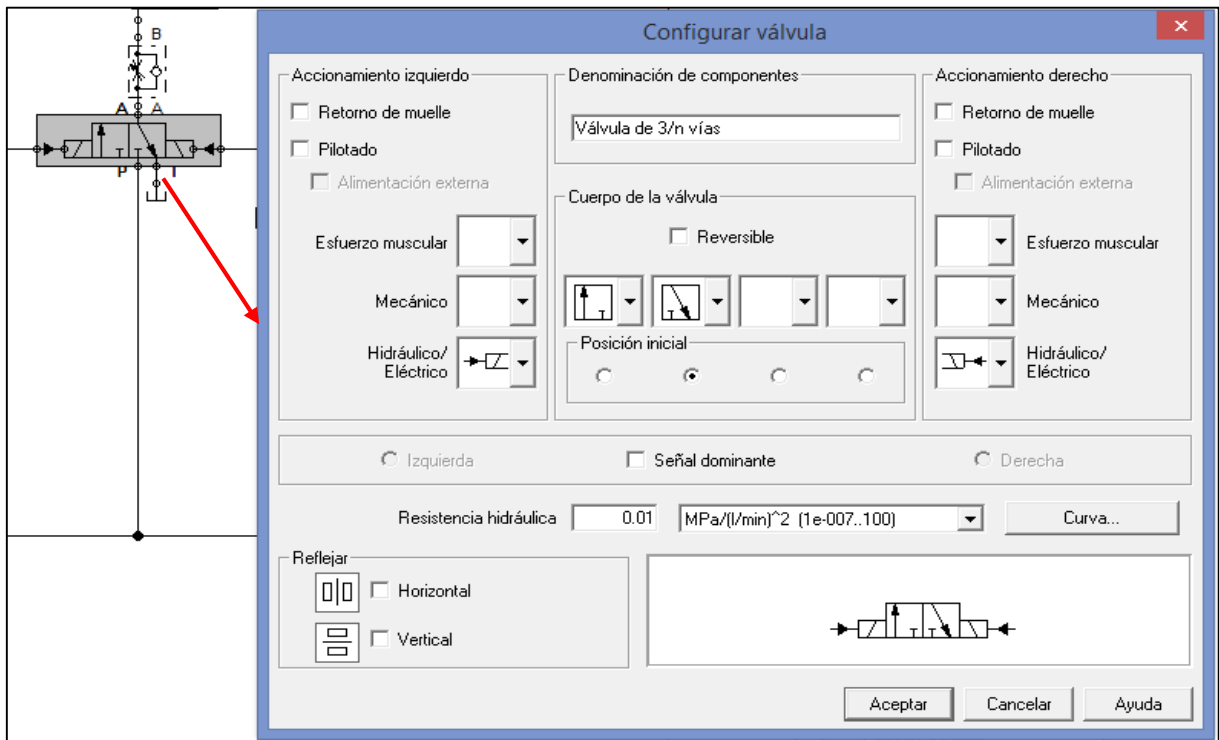


Figura n° 44: Válvula 3/n vías Hidráulico/Eléctrico, generado en el software FluidSIM-H.
Fuente: Software FluidSIM-H

b) Válvula Selectora.

Esta válvula se abre cuando las dos presiones de entrada es mayor que cero y
 asimismo, si está presión es más alta se convierte en presión de salida.

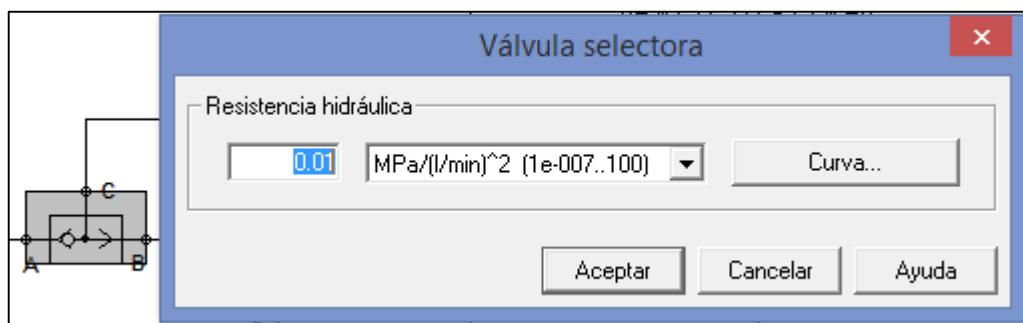


Figura n° 45: Válvula selectora, generado en el software FluidSIM-H.
Fuente: Software FluidSIM-H

c) Válvula Antirretorno estranguladora o de control

Permite la regulación del flujo unidireccional mediante una perilla giratoria.

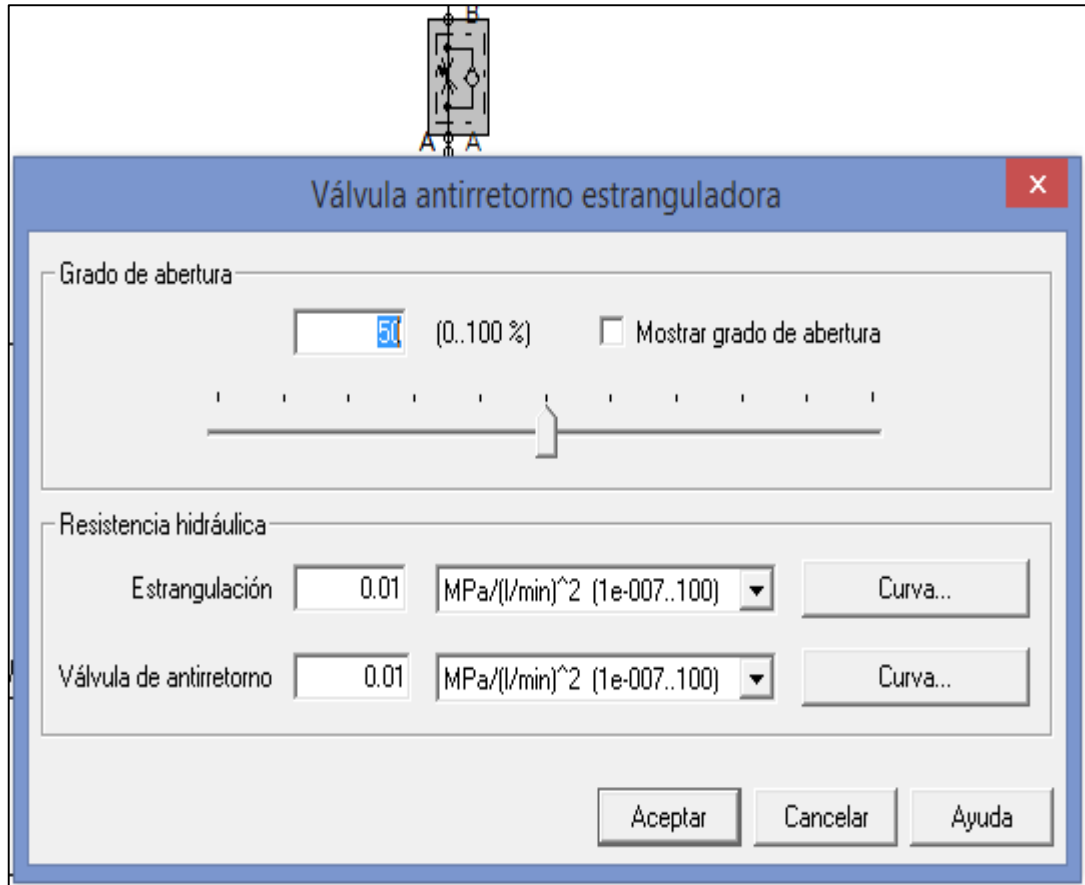


Figura n° 46: Válvula Anti-Retorno, generado el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

d) Varilla de Bruñido.

1. Configuración.

Se ha utilizado un cilindro de simple efecto que cumple la función de la varilla de bruñido, este realiza el proceso de ingreso y salida dentro del cilindro hidráulico. Este cilindro cuenta con un retorno con muelle que le permite regresar a su posición inicial (Véase figura 47).

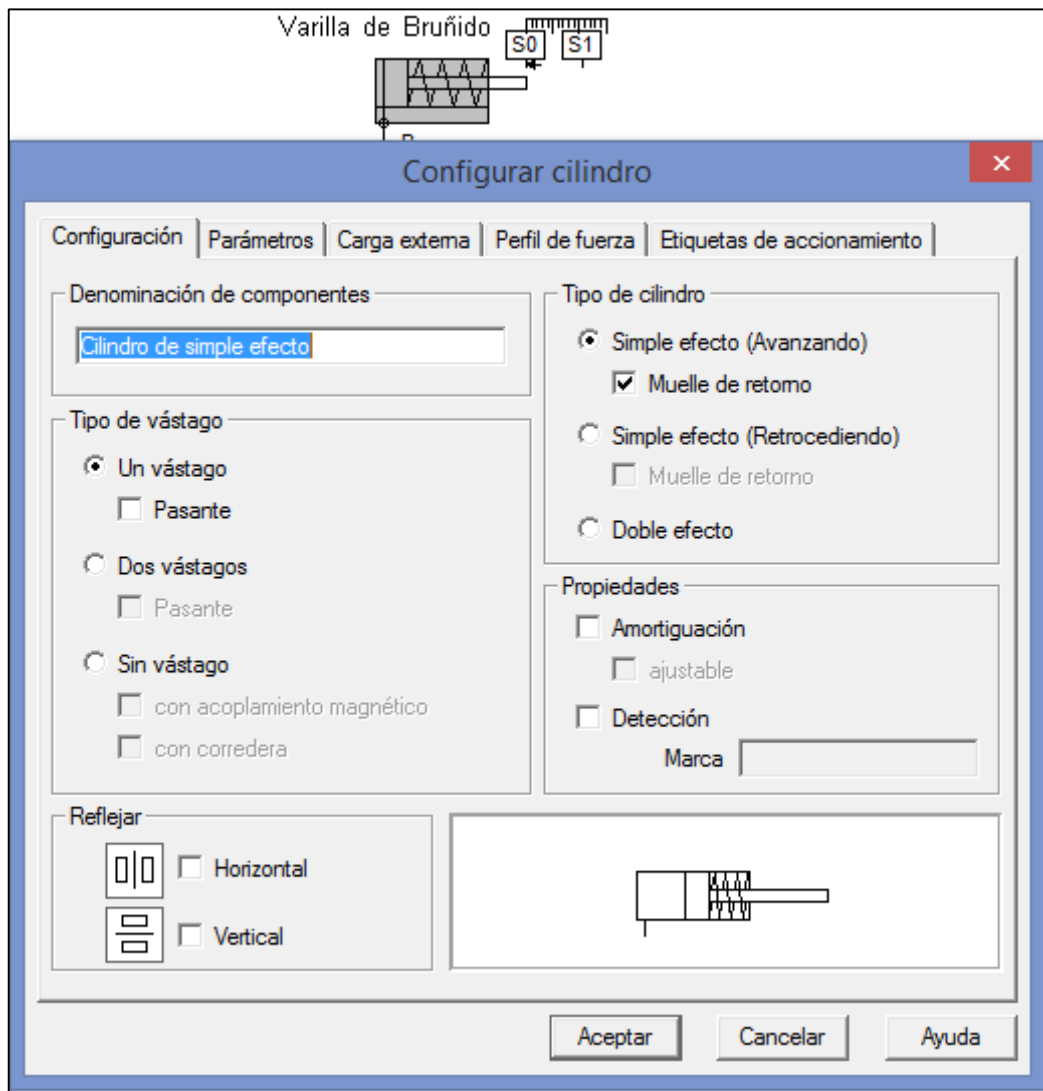
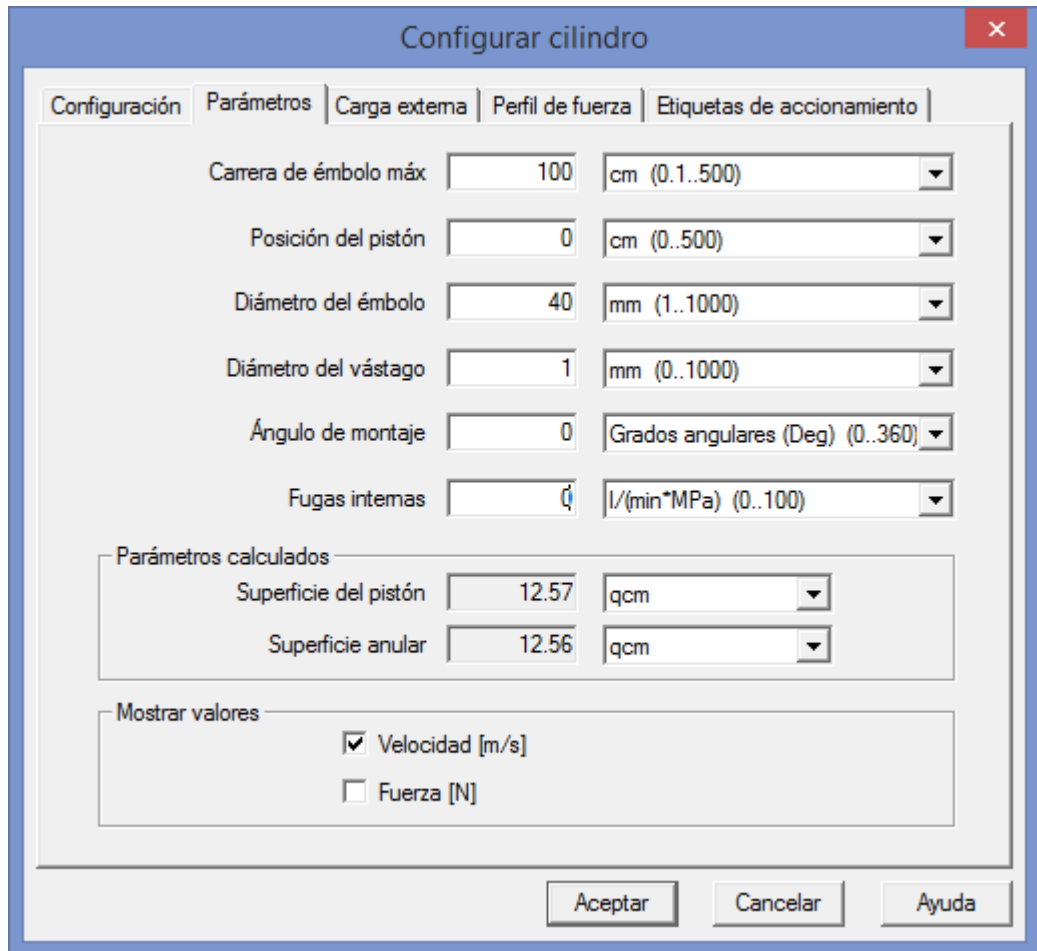


Figura n° 47: Configuración de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

2. Parámetros

El diámetro que el émbolo es de 40 mm con una distancia a recorrer máxima de 100 cm (véase figura 48), estos parámetros se ingresan al software FluidSIM-H.



Parámetro	Valor	Unidad
Carrera de émbolo máx	100	cm (0.1..500)
Posición del pistón	0	cm (0..500)
Diámetro del émbolo	40	mm (1..1000)
Diámetro del vástago	1	mm (0..1000)
Ángulo de montaje	0	Grados angulares (Deg) (0..360)
Fugas internas	0	l/(min*MPa) (0..100)
Superficie del pistón (calculado)	12.57	qcm
Superficie anular (calculado)	12.56	qcm

Figura n° 48: Parámetros de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

3. Etiquetas de Accionamiento

La distancia programada para el recorrido de vástago de bruñido es de 100 cm (véase figura 49), este valor se ingresa en el software FluidSIM-H.

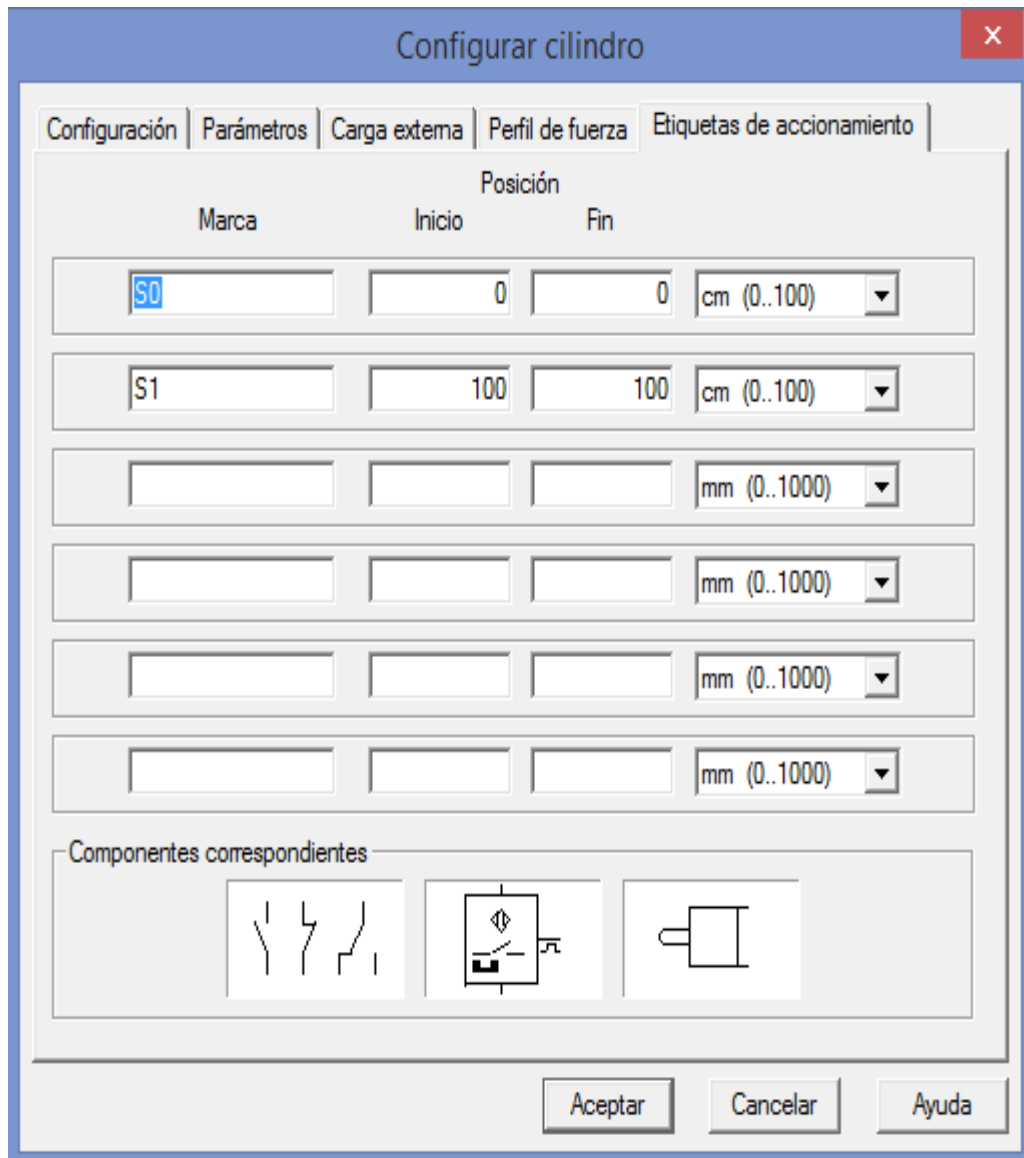


Figura n° 49: Etiquetas de accionamiento de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

4.6.1.2. Funcionamiento.

En la figura 50 se observa el circuito hidráulico donde cuenta con una bomba hidráulica que cumple el rol de suministrar energía hidráulica al circuito, asimismo, se tiene un cilindro de simple efecto con retorno con muelle que cumple la función de la varilla de bruñido donde está ingresa al cilindro hidráulico y realiza la operación de bruñido. No obstante, el circuito cuenta con tanques donde recibe el aceite producto del proceso.

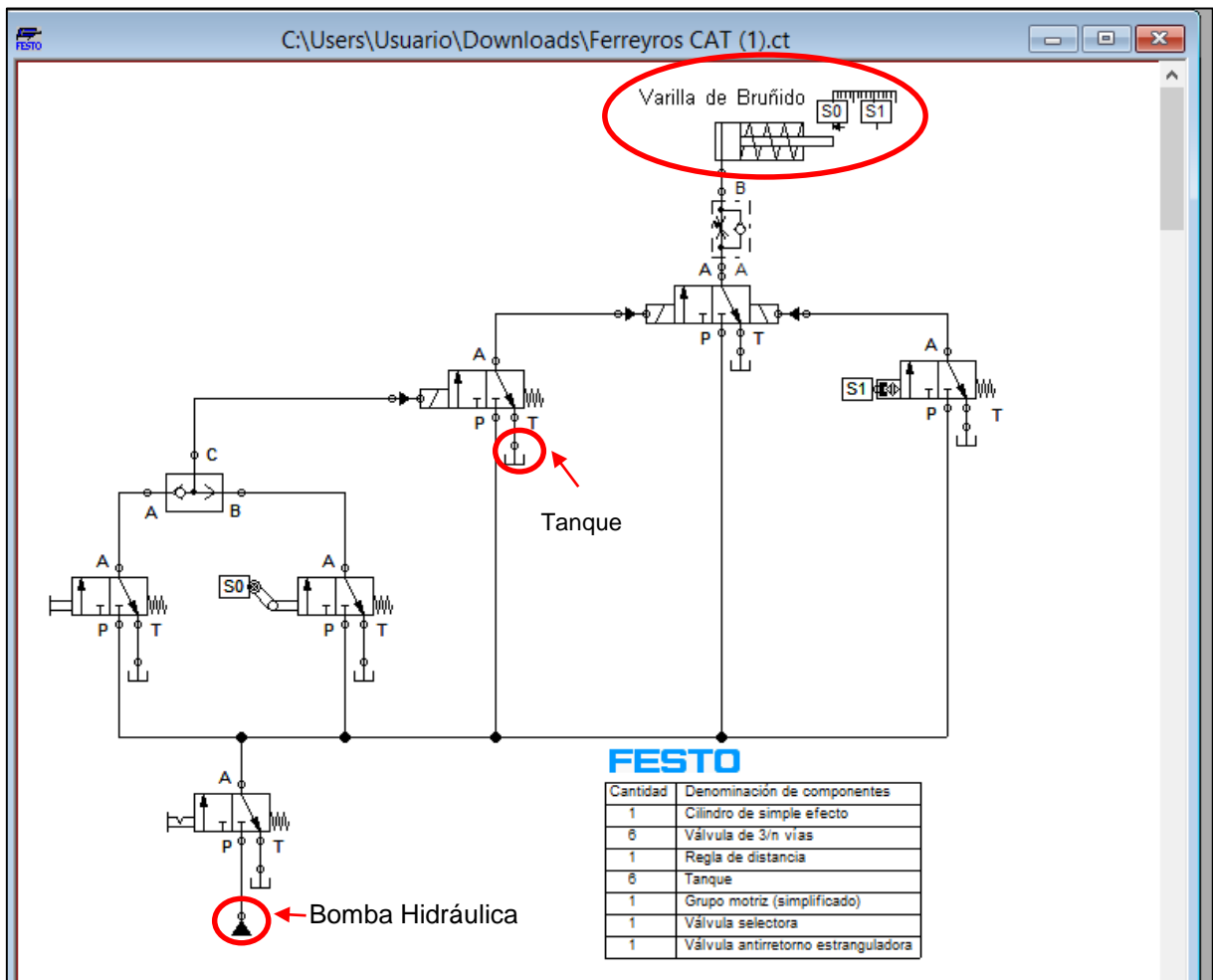


Figura n° 50: Diseño del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos en FluidSIM Hidraulic.

Fuente: Software FluidSIM-H

El funcionamiento del diseño propuesto de sistema hidráulico a la máquina bruñidora contiene los siguientes pasos para su correcta ejecución:

Paso 1. Iniciar la simulación del circuito hidráulico

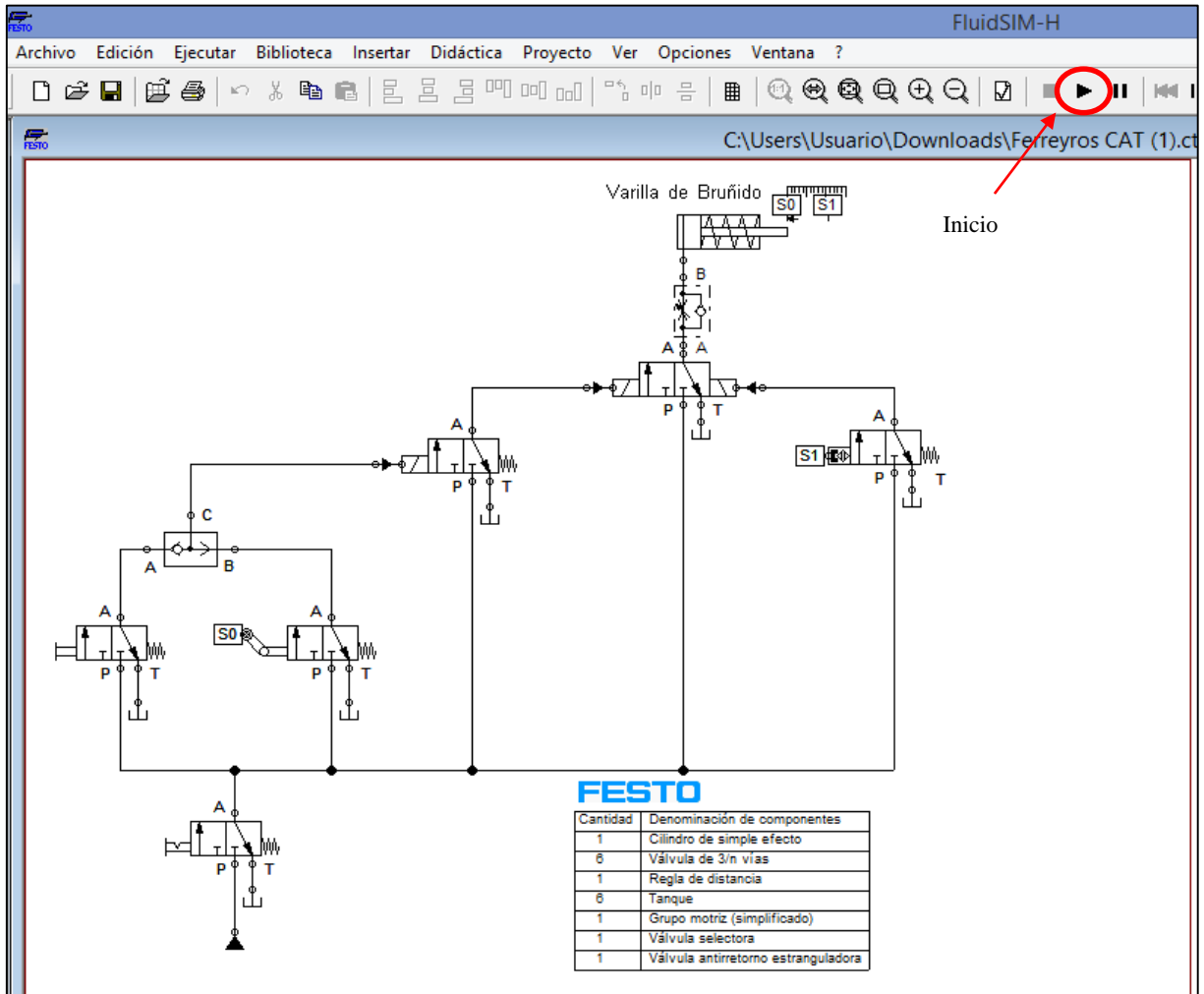


Figura n° 51: Inicio de simulación del circuito hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

Paso 2. Accionar la primera válvula 3/n vías con el objetivo de alimentar al circuito de energía hidráulica.

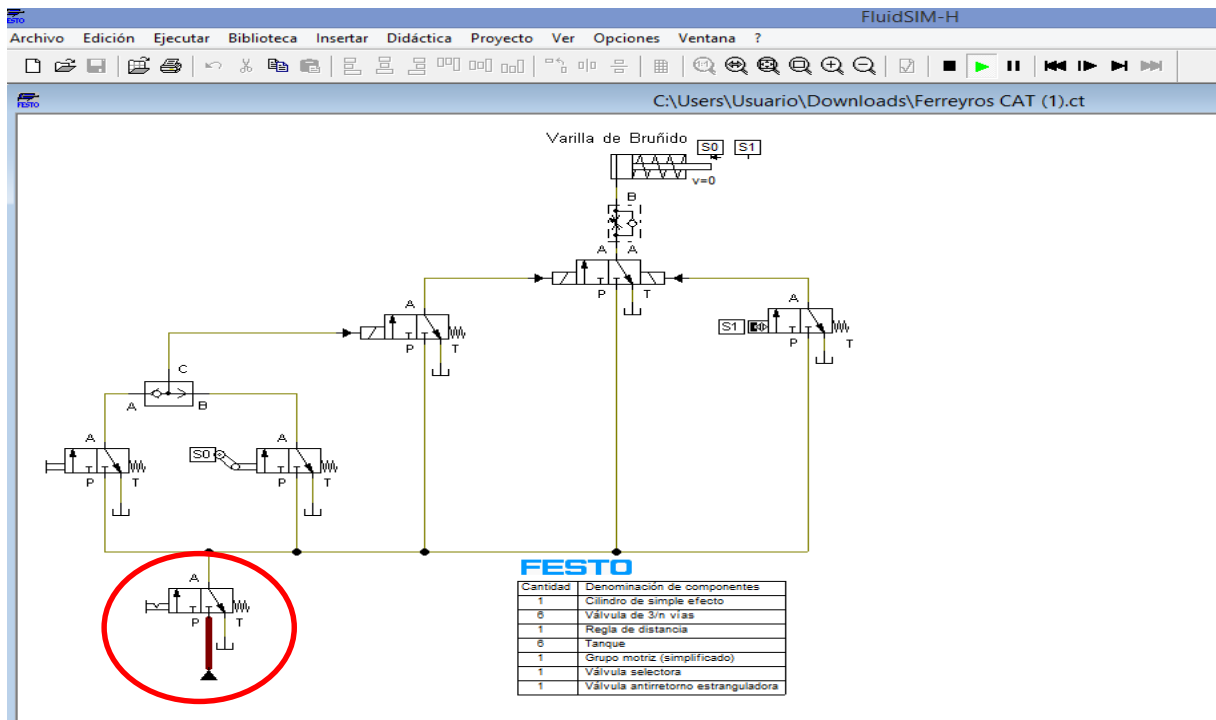


Figura n° 52: Accionar de la válvula 3/n vías, generado en el software FluidSIM-H

Fuente: Software FluidSIM-H.

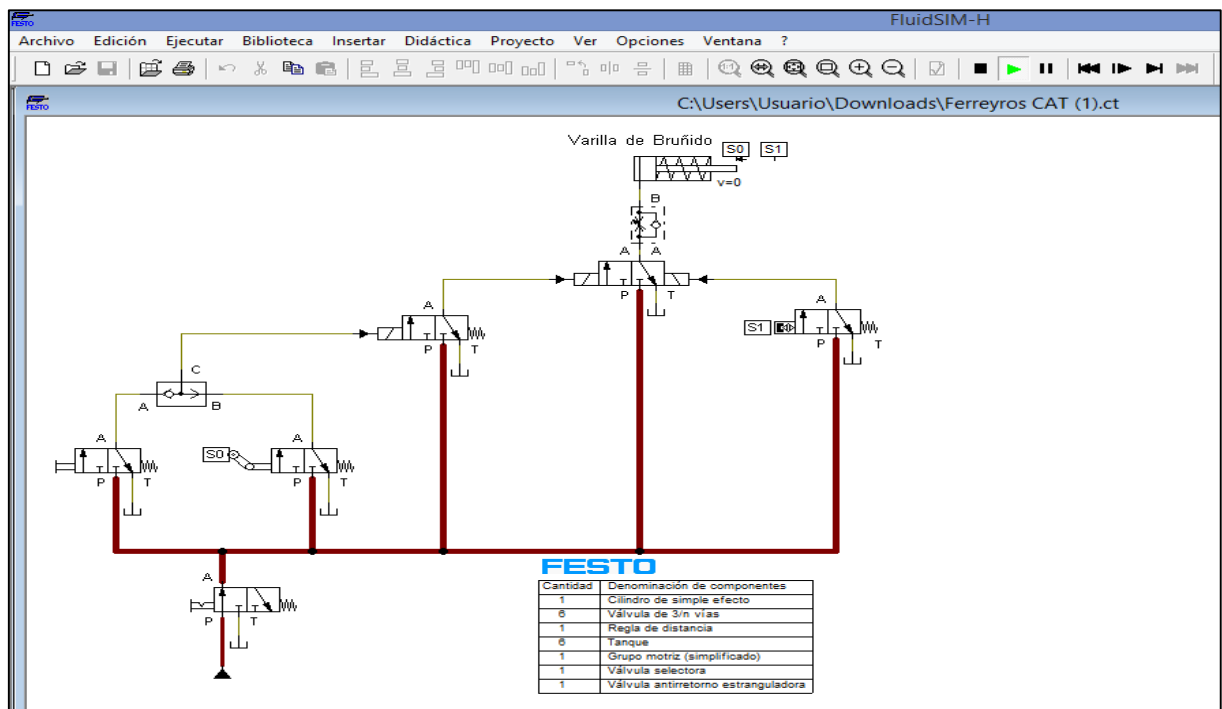


Figura n° 53: Alimentación del circuito hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

Paso 3. Accionar la segunda válvula 3/vías para desplazar la varilla de bruñido.

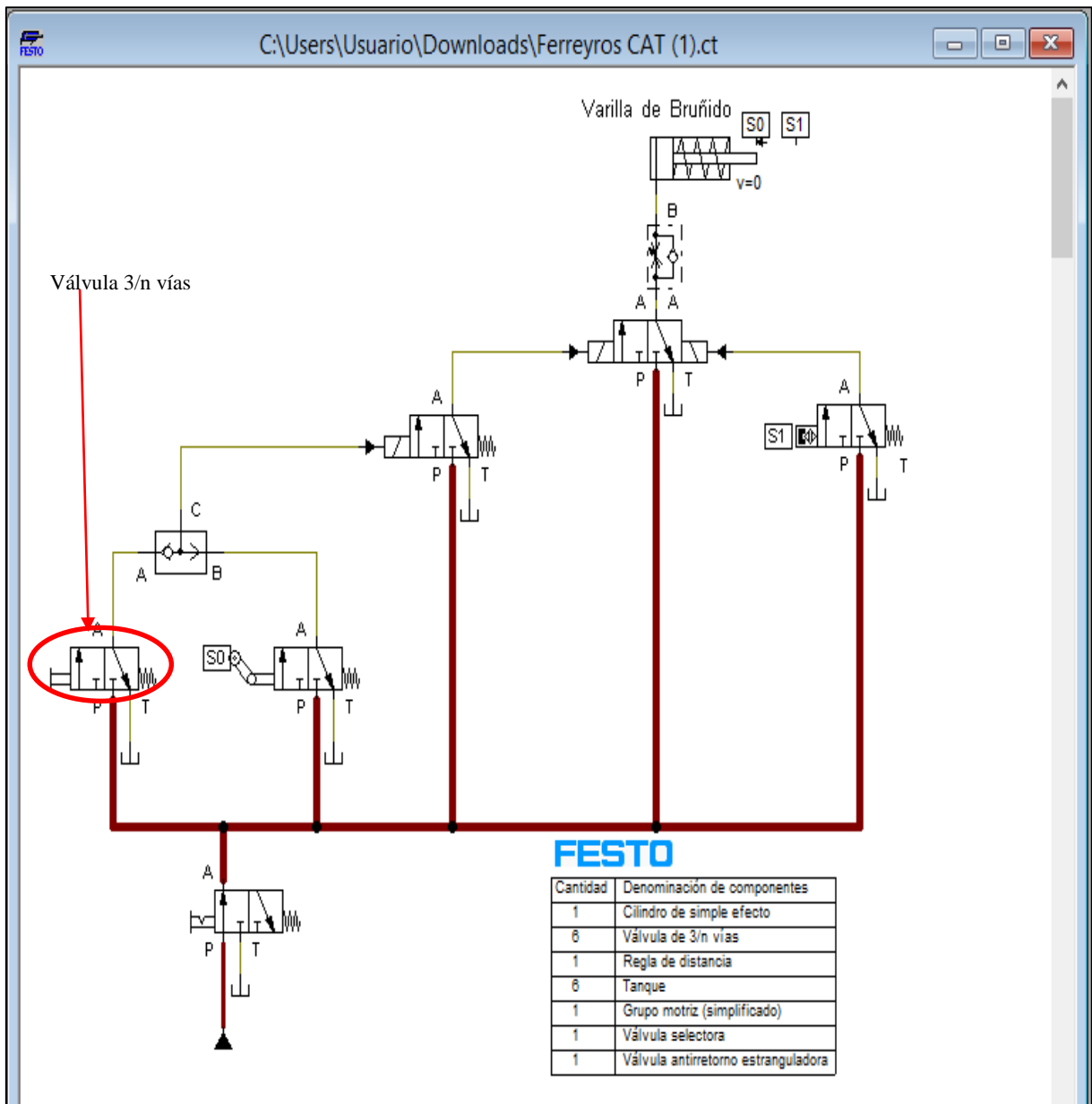


Figura n° 54: Accionar la válvula 3/n vías, generado en el software FluidSIM-H

Fuente: Software FluidSIM-H

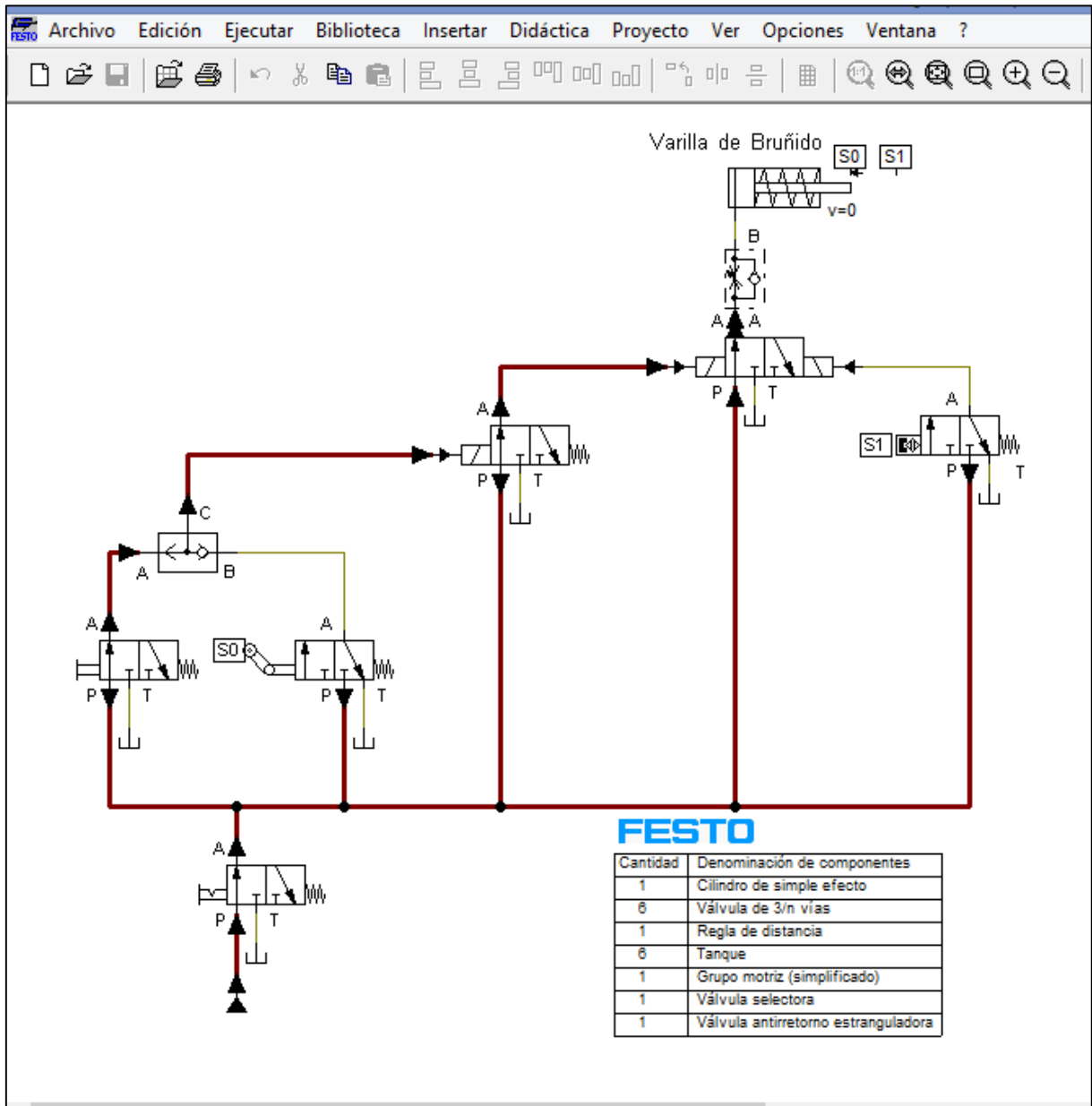


Figura n° 55: Alimentación de energía hidráulica a la varilla de bruñido, generado en el Software FluidSIM-H

Fuente: Software FluidSIM-H

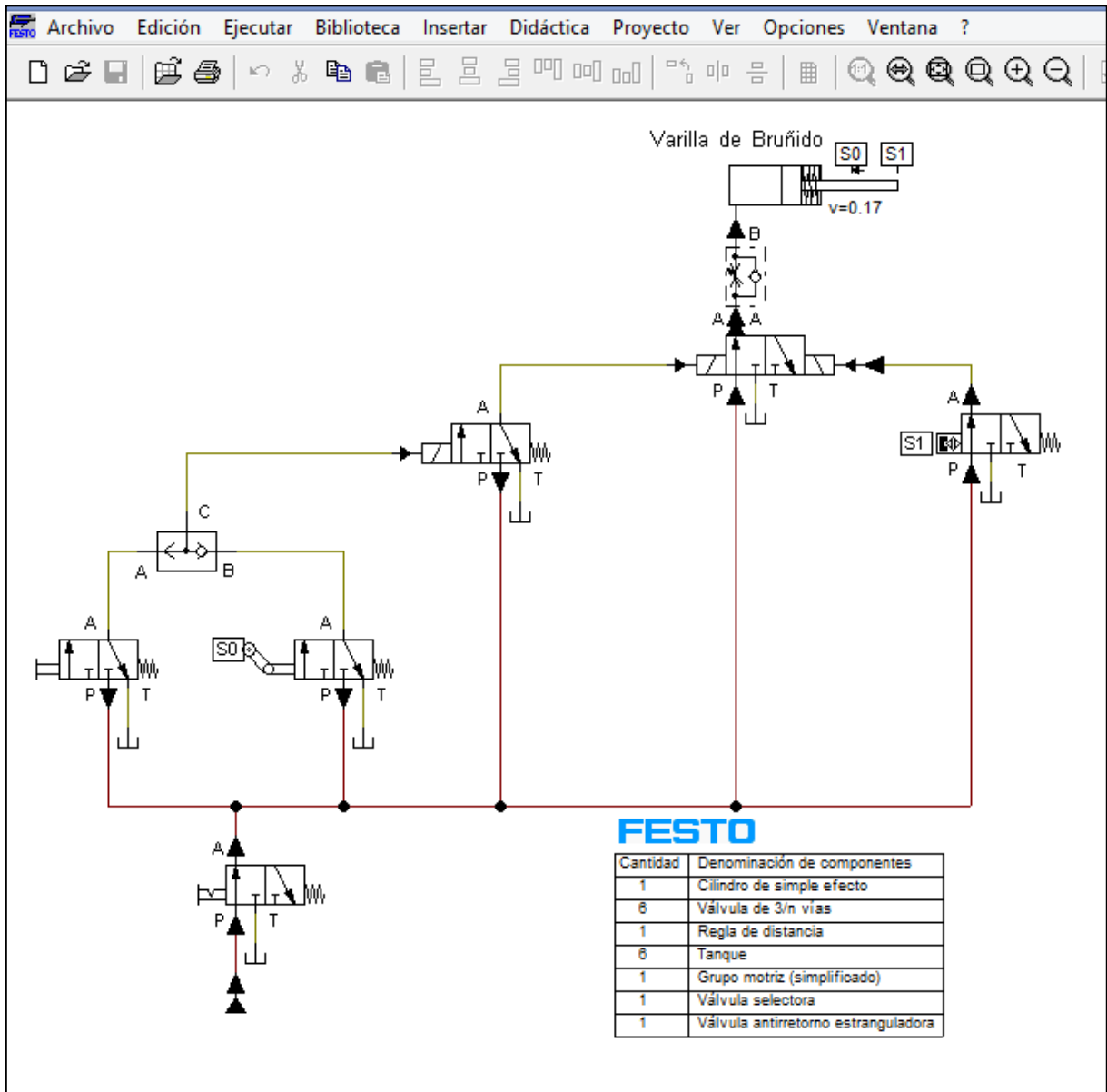


Figura n° 56: Desplazamiento de la varilla de bruñido, generado en el Software FluidSIM-H

Fuente: Software FluidSIM-H

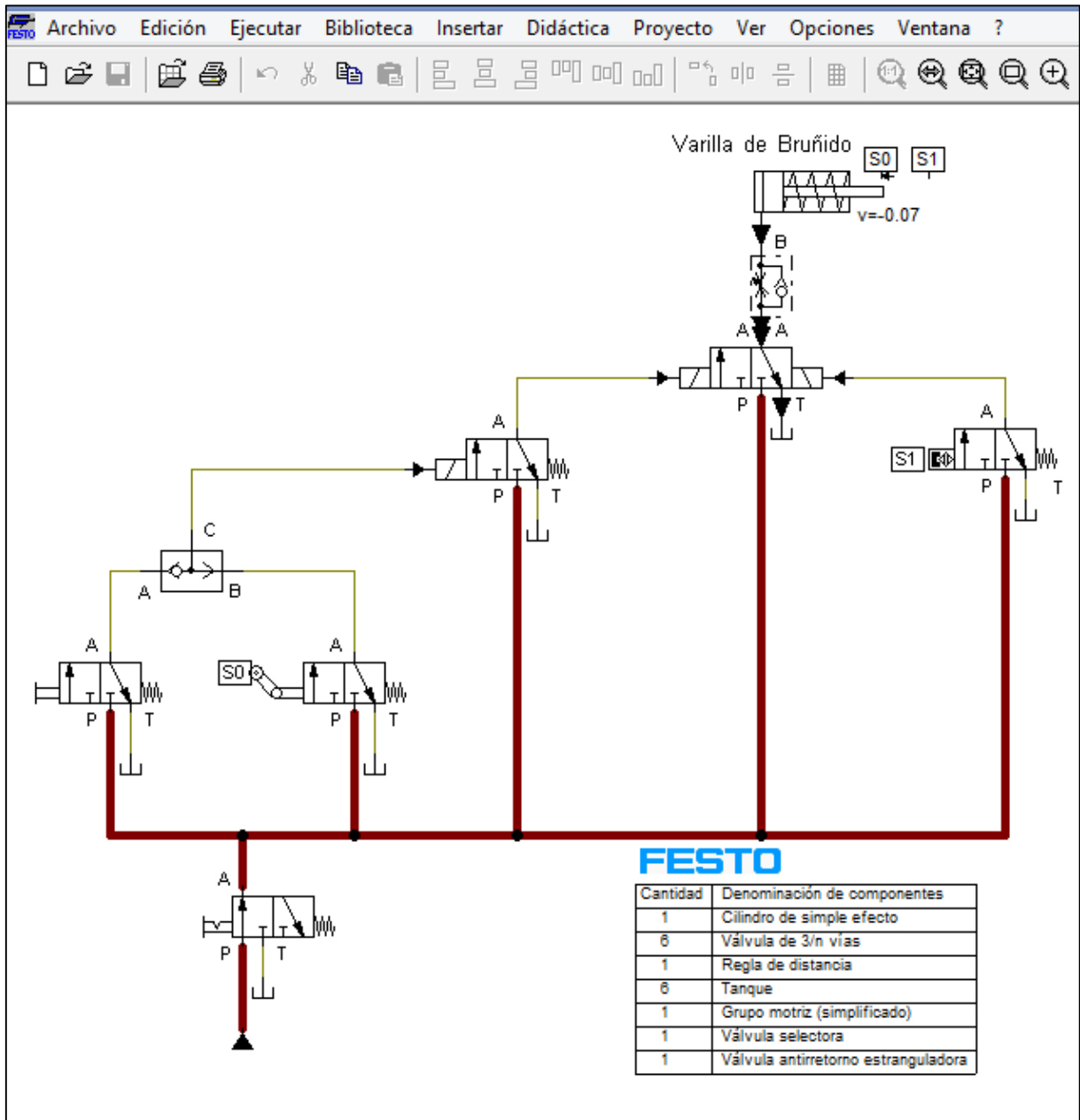


Figura n° 57: Retorno por muelle de la varilla de bruñido, generado en el software FluidSIM-H

Fuente: Software FluidSIM-H

Paso 4. Apagado del circuito hidráulico mediante el accionar de la primera válvula 3/n vías.

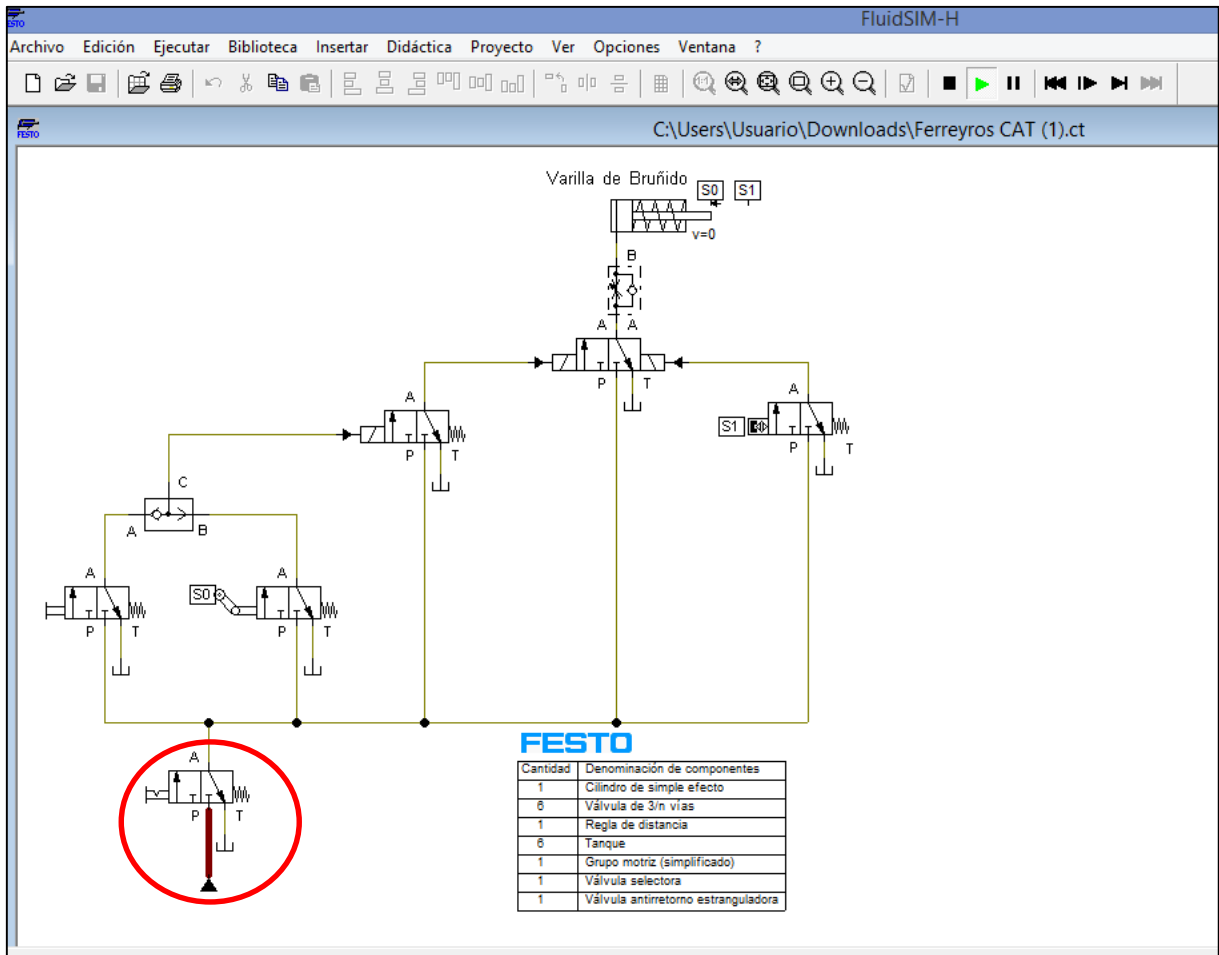


Figura n° 58: Apagado del circuito hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

4.6.1.3. Estado del Sistema Hidráulico.

En la figura 59 se observa el comportamiento del circuito hidráulico con la información ingresada en el software FluidSIM-H, donde la velocidad de desplazamiento inicial es constante hasta alcanzar los 70 cm de recorrido de bruñido que es de 0.3 m/s. La simulación se realizó durante los 3 minutos lo que dio como resultado, 4 veces que ingresa y 4 veces de salida del brazo o varilla de bruñido al cilindro hidráulico.

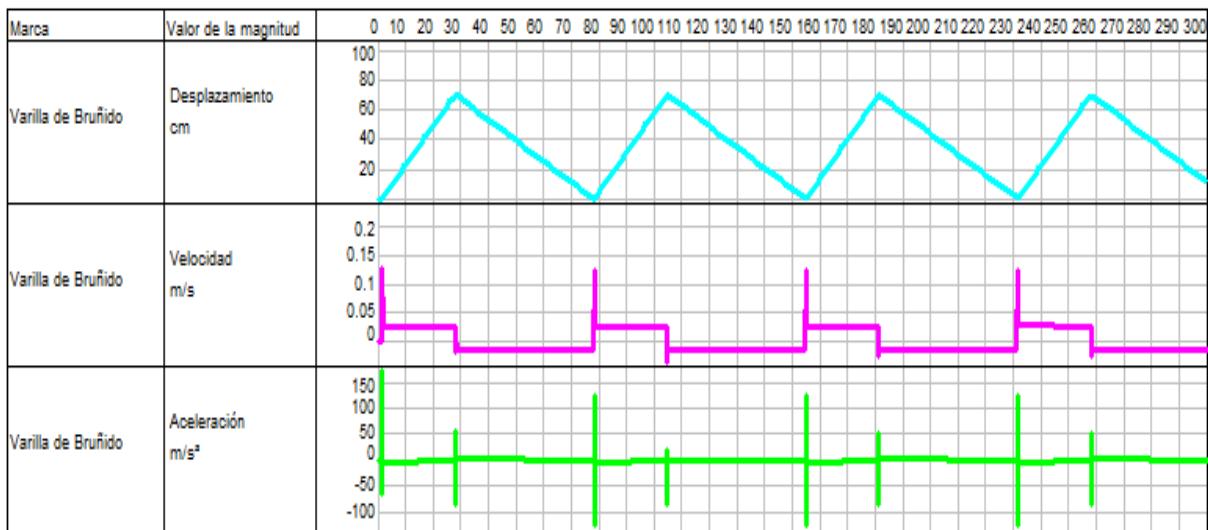


Figura n° 59: Diagrama de estado del sistema hidráulico, generado en el software FluidSIM-H.

Fuente: Software FluidSIM-H

No obstante, se requiere que el brazo o varilla de bruñido ingrese al cilindro hidráulico 20 veces por unidad para tener excelentes resultados de bruñido, lo que requiere que se utilice 15 min de proceso de bruñido para tener una óptima calidad de bruñido y que cumpla con el rango de bruñido dado por el proveedor.

4.7. Resultados de los indicadores después del desarrollo del diseño.

a) Diámetro bruñado.

Para determinar el diámetro que recorre el brazo metálico se realiza la medición de un cilindro hidráulico, en la figura 60 se muestra la longitud que cuenta el cilindro hidráulico.

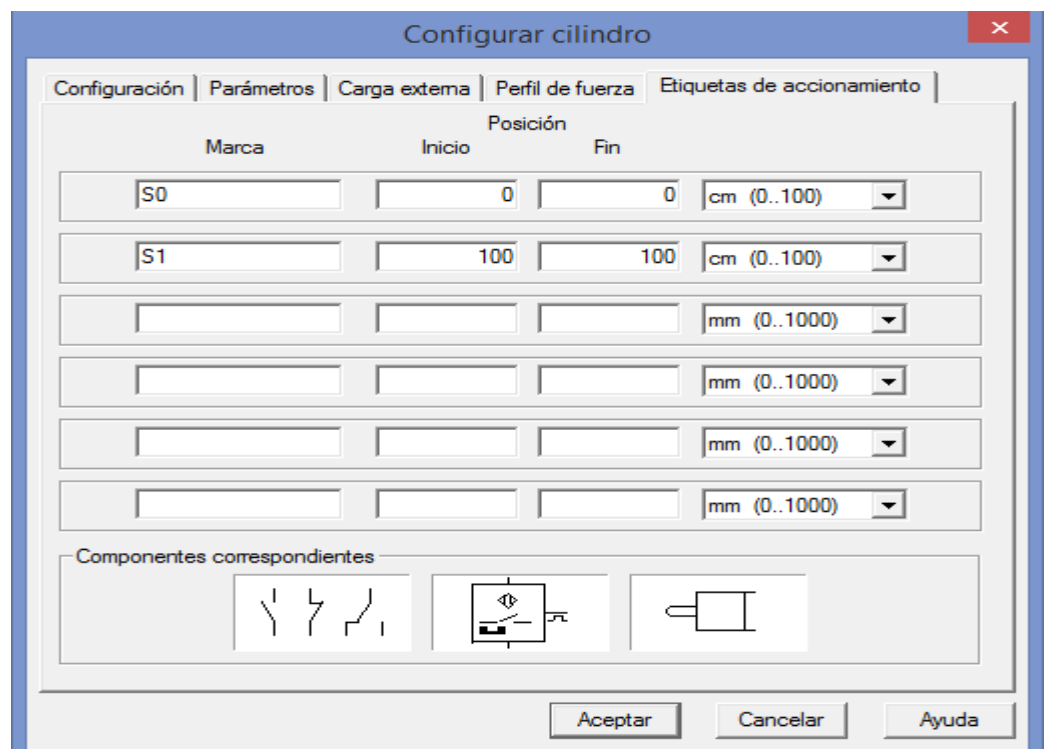


1 m.

Figura n° 60. Longitud del cilindro hidráulico.

Fuente: Elaboración propia.

Posterior se ingresa los datos al software y se establece la distancia a recorrer por el vástago de la máquina.



La imagen muestra una ventana de software titulada 'Configurar cilindro'. La interfaz incluye pestañas para 'Configuración', 'Parámetros', 'Carga externa', 'Perfil de fuerza' y 'Etiquetas de accionamiento'. La pestaña 'Configuración' está activa y muestra una tabla de configuración:

Marca	Posición		
	Inicio	Fin	
S0	0	0	cm (0..100)
S1	100	100	cm (0..100)
			mm (0..1000)
			mm (0..1000)
			mm (0..1000)
			mm (0..1000)

Debajo de la tabla, se encuentran 'Componentes correspondientes' con tres iconos de símbolos hidráulicos. En la parte inferior de la ventana hay botones para 'Aceptar', 'Cancelar' y 'Ayuda'.

Figura n° 61. Parámetros del vástago.

Fuente. Elaboración propia.

Asimismo, en la figura 62 y 63 se muestra el recorrido que realiza el vástago de la máquina.

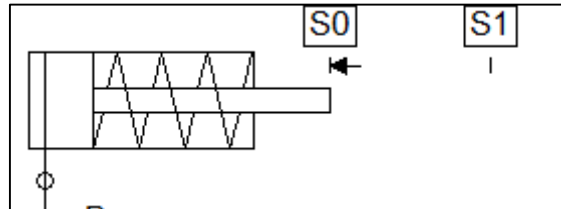


Figura n° 62. Punto inicial del vástago.

Fuente: Elaboración propia.

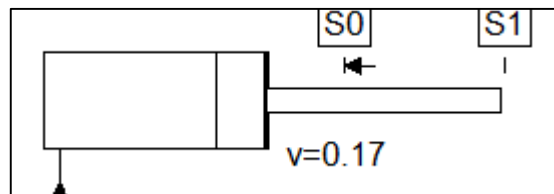


Figura n° 63. Punto final del vástago.

Fuente: Elaboración propia.

La distancia que recorre el vástago de la máquina bruñidora es de 1 metro de longitud lo que permite que se realice el bruñido en toda la superficie interior del cilindro hidráulico.

b) Desplazamiento.

El tiempo establecido del proceso de bruñido es de 15 min, con este valor se determina la cantidad de veces que el vástago realiza el bruñido dentro de cada cilindro hidráulico. En la figura 64 se muestra la simulación en un tiempo de 3 minutos.

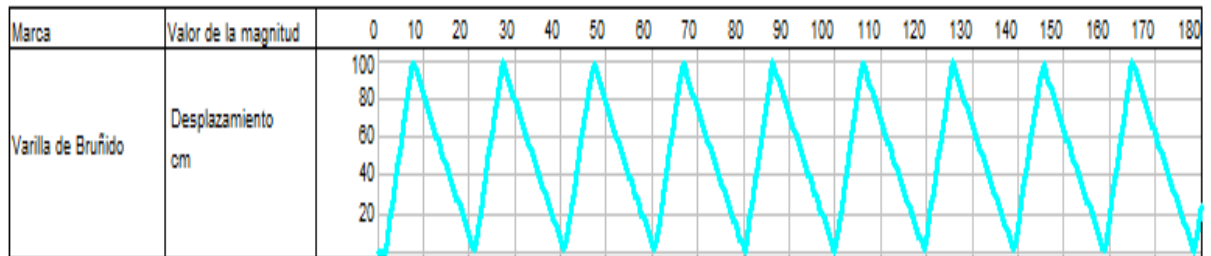


Figura n° 64. Desplazamiento del vástago.

Fuente: Software FluidSIM-H.

Si durante 3 minutos se ha obtenido 9 desplazamientos del vástago entonces en 15 min se obtiene:

$$\text{Desplazamiento Vástago} = \frac{15 \text{ min} * 9 \text{ desplazado}}{3 \text{ min}} = 45 \text{ desplazado.}$$

El número de veces desplazadas por 15 min es 45 veces desplazado.

c) Productividad.

La productividad se ha establecido de acuerdo a las operaciones del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

En la tabla 21 se observa las operaciones y tiempo empleado en bruñir un cilindro hidráulico.

Tabla n° 21. Operaciones de un cilindro hidráulico.

Operaciones	Tiempo empleado
Limpieza	15 min
Secado	5 min
Prueba de tintas	15 min
Limpieza	5 min
Inyección de Refrigerante	10 min
Bruñido	15 min
Inspección	5 min
Total	70 min

Fuente: Elaboración propia.

- **Producción.** La producción de un cilindro se muestra a continuación:

Tiempo base= 8 hrs/día

Ciclo = 60 min/cilindro=1 hrs/cilindro

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo Base}}{\text{Ciclo}} = \frac{8 \text{ hrs/día}}{1 \text{ hora /cilindro}} = 8 \text{ cilindros /día}$$

La producción por día es 8 cilindros hidráulicos lo que incurre en un incremento en la producción y calidad al contar con todas las operaciones que cuenta el proceso en el menor tiempo.

- **Productividad respecto a la mano de hombre (M.O)**

$$p = \frac{P}{\text{M.O.}} = \frac{8 \text{ cilindros /día}}{2 \text{ Operarios}} = 4 \text{ cilindros /oper * día}$$

La productividad de mano de obra es de 4 cilindros por operario al día. Asimismo, la operación de bruñido solo requiere de 1 operario para la manipulación de la máquina y el otro operario solo realiza la operación de colocación del cilindro hidráulico e inyección de aceite y de inspección. No obstante, en la empresa solo se cuenta con una máquina operativa por lo que, la producción es reducida.

- **Productividad respecto a horas hombre trabajadas (H-H).**

$$p = \frac{P}{8 \text{ H} - \text{H}} = \frac{8 \text{ cilindros /día}}{8 \text{ H} - \text{H}} = 1 / \text{HH} * \text{día}$$

Por cada hora hombre empleada puede producir 1 cilindros hidráulicos bruñidos.

d) **Hombre Máquina.** En la tabla 22 se observa el diagrama hombre máquina del nuevo tiempo de ciclo.

Tabla n° 22: Diagrama Hombre-Máquina.

DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA				
Operación: Bruñido de Cilindros Hidráulicos		Página: 2 de 2		
		Fecha: 05-08-2016		
Máquina: Bruñidora				
Dept: Taller Hidráulico.				
Operación	Tiempo (min)	Máquina Bruñidora	Tiempo (min)	
Limpieza	10	Tiempo muerto	15	
Secado	5	Tiempo muerto	5	
Prueba de Tintas	10	Tiempo muerto	15	
Limpieza	5	Tiempo muerto	5	
Inyección Refrigerante	10	Tiempo muerto	10	
Tiempo muerto	15	Bruñido	15	
Inspección	5	Tiempo muerto	5	
Total Productivo	45		15	
Porcentaje	75.00%		25.00%	
Resumen	Tiempo de Ciclo	Acción	Ocio	Utilización
Operario	60	45	0	75.00%
Máq. Bruñidora	60	15	5	25.00%

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el operario está activo durante 45 min lo que implica que esta 15 min sin realizar ninguna tarea asignada, mientras que en la máquina esta 15 min realizando el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos, pero presenta 45 min inoperativa. Este tiempo debe ser aprovechado para ser asignado a realizar otra actividad productiva.

Tabla n° 23: Resumen de los resultados del diagnóstico inicial de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca

Variables	Dimensión	Indicador	Resultados				
			Antes	Después	Variación	Medida	Análisis
Variable Independiente	Sistema Hidráulico	Prom. Centímetros Bruñidos	91.33	100	8.67	cm/unid	Se incrementó el rango de bruñido de cilindros hidráulicos en 8.67 cm/unid
		Tiempo de Bruñido	50	15	35	min/unid	Se logró reducir el tiempo de bruñido de cilindros hidráulicos en 35 min/unid.
		Desplazamiento	Prom. número de veces bruñidas	57.52	45	12.52	revoluciones/min
Variable Dependiente	Productividad	Producción	6	8	2	cilindros/día	Se logró incrementar la producción de cilindros bruñidos en 2 unid.
		Productividad M.O	3	4	1	cilindros/operario*día	Se logró incrementar la productividad respecto a la mano de obra en 1 cilindro/operario*día.
		Productividad Horas-Hombre	0.75	1	0.25	cilindros/hh*día	Se logró incrementar la productividad respecto las horas hombre en 0.25 cilindro/hh*día.
		Ciclo de trabajo	80	60	20	min/unid.	Se redujo el tiempo del ciclo de trabajo en 20 min/unid.

Hombre Máquina	Tiempo productivo hombre.	80	45	35	min	Se logró disminuir el tiempo empleado en el proceso de bruñido 35 min
	Tiempo productivo máquina.	50	15	35	min	Se logró disminuir el tiempo de la máquina bruñido 35 min
	% utilización del operario.	1.00	0.00	100.00%	Porcentaje	Mediante la simulación se logró reducir el porcentaje de utilización del operario asignado a bruñir cilindros hidráulicos en 100%.
	% utilización de la máquina	62.50	100	37.50%	Porcentaje	Mediante la simulación se logró aumentar el porcentaje de utilización de la máquina en un 37.50 %

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Resultados del análisis económico financiero.

4.8.1. Inversión Inicial.

Para el análisis del costo de implementación en el diseño de un sistema hidráulico a la máquina bruñidora para aumentar la calidad y productividad en el taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A se ha analizado los diferentes costos que requiere el proyecto.

4.8.1.1. Inversión de activos tangibles.

Los diferentes costos de activos que requiere el proyecto se detalla en la tabla 24, así como, los costos que implica el diseño del software FluidSIM-H y los materiales e equipos a emplear para su funcionamiento.

Tabla n° 24. Inversión de Activos Tangibles.

ITEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
UTILES DE ESCRITORIO				
USB	1	Unidad	S/. 30.00	S/. 30.00
Papel A4 (millar)	3	millar	S/. 12.50	S/. 37.50
Tintas	6	Unidad	S/. 40.00	S/. 240.00
CD's regrabables	6	conos	S/. 2.00	S/. 12.00
Lapiceros	3	caja	S/. 25.00	S/. 75.00
Archivadores	4	Unidad	S/. 7.00	S/. 28.00
Perforador	1	Unidad	S/. 15.00	S/. 15.00
Tijeras	3	Unidad	S/. 2.50	S/. 7.50
Engrapador y grapas	2	Unidad	S/. 32.00	S/. 64.00

EQUIPOS DE OFICINA				
Laptop con programas especializados	1	Unidad	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
Impresora	2	Unidad	S/. 420.00	S/. 840.00
Escritorio	1	Unidad	S/. 250.00	S/. 250.00
Sillas de oficina	2	Unidad	S/. 150.00	S/. 300.00
Stans	2	Unidad	S/. 100.00	S/. 200.00
Cámara fotográfica	1	Unidad	S/. 450.00	S/. 450.00
MATERIALES A IMPLEMENTAR				
Escoba	3	Unidad	S/. 2.00	S/. 6.00
Trapo	100	Unidad	S/. 0.70	S/. 70.00
Recogedor	3	Unidad	S/. 2.00	S/. 6.00
Thinner	7	galon	S/. 24.90	S/. 174.30
Guantes de nitrilo	10	Caja	S/. 258.00	S/. 2,580.00
Desinfectante	5	Unidad	S/. 6.10	S/. 30.50
Gasolina	8	galon	S/. 13.50	S/. 108.00
Aceite De Motor	1	Cilindro	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN				
Carro Metálico Stanley	2	Unidad	S/. 1,345.00	S/. 2,690.00
Depósito de aceite	1	Unidad	S/. 360.00	S/. 360.00
SOFTWARE A IMPLEMENTAR				
FluidSIM-H	1		S/. 3,076.92	S/. 3,076.92
TOTAL INVERSION				16,350.72

Fuente: Elaboración Propia.

4.8.1.2. Otros Gastos.

En la siguiente tabla se muestra los gastos adicionales generados en la simulación del sistema hidráulico.

Tabla n° 25. Otros gastos.

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSION
Luz	12	meses	S/. 180.70	S/. 2,168.40
Agua	12	meses	S/. 150.60	S/. 1,807.20
Impresión manuales	1	vez	S/. 130.00	S/. 130.00
Mantenimiento de Equipos	4	veces	S/. 189.00	S/. 756.00
TOTAL OTROS GASTOS				S/. 4,861.60

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1.3. Gastos Personales.

En la tabla 26 (gastos personales) se el personal necesario para la simulación del sistema hidráulico y el costo que se genera por mes.

Tabla n° 26. Gastos Personal.

MANO DE OBRA DIRECTA	CANTIDAD	SUELDO BRUTO	ESSALUD	GRATIFICACIÓN (Periodo Computable)	VACACIONES (Periodo Laborable)	CTS (Periodo Laborable)	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL ANUAL
			9%	6	12	12			
Supervisor de Control de calidad	1	S/. 1,800.00	S/. 162.00	S/. 300.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 2,562.00	S/. 30,744.00	S/. 30,744.00
Mecánico-01	1	S/. 1,200.00	S/. 108.00	S/. 200.00	S/. 100.00	S/. 100.00	S/. 1,708.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00
Mecánico-02	1	S/. 1,200.00	S/. 108.00	S/. 200.00	S/. 100.00	S/. 100.00	S/. 1,708.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00
Responsable de almacén	1	S/. 1,000.00	S/. 90.00	S/. 166.67	S/. 83.33	S/. 83.33	S/. 1,423.33	S/. 17,080.00	S/. 17,080.00
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA									S/. 88,816.00

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1.4. Gastos de Capacitación.

En la tabla 27 (gastos de capacitación) se detallan los gastos involucrados en la capacitación interna al personal, la cantidad de veces a requerir y total de inversión.

Tabla n° 27. Gastos de Capacitación.

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Capacitación al Personal	4	veces	S/.400.00	S/.1,600.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				1,600.00

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1.5. Costos Proyectados.

En la tabla 28 (costos proyectados) se detallan los costos proyectados a 5 años.

Tabla n° 28. Costos proyectados a 5 años.

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES						
UTILES DE ESCRITORIO						
USB	S/. 30.00	-	-	-	-	-
Papel A4 (millar)	S/. 37.50	S/. 37.50	S/. 44.25	S/. 44.25	S/. 52.22	52.215
Tintas	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 283.20	S/. 283.20	S/. 334.18	S/. 334.18
CD's regrabables	S/. 12.00	S/. 12.00	S/. 14.16	S/. 14.16	S/. 16.71	S/. 16.71
Lapiceros	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 88.50	S/. 88.50	S/. 104.43	S/. 104.43
Archivadores	S/. 28.00	S/. 28.00	S/. 33.04	S/. 33.04	S/. 38.99	S/. 38.99
Perforador	S/. 15.00					
Tijeras	S/. 7.50					
Engrapador y grapas	S/. 64.00	S/. 64.00	S/. 75.52	S/. 75.52	S/. 89.11	S/. 89.11
EQUIPOS DE OFICINA						
Laptop con programas especializados	S/. 3,200.00	-	-	-	-	-
Impresora	S/. 840.00	-	-	-	-	-
Escritorio	S/. 250.00	-	-	-	-	-
Sillas de oficina	S/. 300.00	-	-	-	-	-
Stans	S/. 200.00	-	-	-	-	-

Cámara fotográfica	S/. 450.00	-	-	-	-	-
MATERIALES A IMPLEMENTAR						
Escoba	S/. 6.00	S/. 6.00	S/. 7.08	S/. 7.08	S/. 8.35	S/. 8.35
Trapo	S/. 70.00	S/. 70.00	S/. 82.60	S/. 82.60	S/. 97.47	S/. 97.47
Recogedor	S/. 6.00	S/. 6.00	S/. 7.08	S/. 7.08	S/. 8.35	S/. 8.35
Thinner	S/. 174.30	S/. 174.30	S/. 205.67	S/. 205.67	S/. 242.70	S/. 242.70
Guantes de nitrilo	S/. 2,580.00	S/. 2,580.00	S/. 3,044.40	S/. 3,044.40	S/. 3,592.39	S/. 3,592.39
Desinfectante	S/. 30.50	S/. 30.50	S/. 35.99	S/. 35.99	S/. 42.47	S/. 42.47
Gasolina	S/. 108.00	S/. 108.00	S/. 127.44	S/. 127.44	S/. 150.38	S/. 150.38
Aceite De Motor	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00	S/. 1,770.00	S/. 1,770.00	S/. 2,088.60	S/. 2,088.60
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN						
Carro Metálico Stanley	S/. 2,690.00	-	-	-	-	-
Depósito de aceite	S/. 360.00	-	-	-	-	-
SOFTWARE A IMPLEMENTAR						
FluidSIM-H	S/. 3,076.92	-	-	-	-	-
TOTAL INVERSION	S/. 16,350.72	S/. 4,931.30	S/. 5,818.93	S/. 5,818.93	S/. 6,866.34	S/. 6,866.34
OTROS GASTOS						
Luz	S/. 2,168.40	S/. 2,168.40	S/. 2,558.71	S/. 2,558.71	S/. 3,019.28	S/. 3,019.28
Agua	S/. 1,807.20	S/. 1,807.20	S/. 2,132.50	S/. 2,132.50	S/. 2,516.35	S/. 2,516.35
Impresión manuales	S/. 130.00	S/. 130.00	S/. 153.40	S/. 153.40	S/. 181.01	S/. 181.01
Mantenimiento de Equipos	S/. 756.00	S/. 756.00	S/. 892.08	S/. 892.08	S/. 1,052.65	S/. 1,052.65
TOTAL OTROS GASTOS	S/. 4,861.60	S/. 4,861.60	S/. 5,736.69	S/. 5,736.69	S/. 6,769.29	S/. 6,769.29
GASTOS DE PERSONAL						

Supervisor de Control de calidad	S/. 30,744.00	S/. 30,744.00	S/. 30,744.00	S/. 30,744.00	S/. 30,744.00	S/. 30,744.00
Mecánico-01	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00
Mecánico-02	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00	S/. 20,496.00
Responsable de almacén	S/. 17,080.00	S/. 17,080.00	S/. 17,080.00	S/. 17,080.00	S/. 17,080.00	S/. 17,080.00
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA	S/. 88,816.00	S/. 88,816.00	S/. 88,816.00	S/. 88,816.00	S/. 88,816.00	S/. 88,816.00
GASTOS DE CAPACITACION						
Capacitación al Personal	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
TOTAL GASTO DE CAPACITACIÓN	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
TOTAL	S/. 111,628.32	S/. 100,208.90	S/. 101,971.62	S/. 101,971.62	S/. 104,051.63	S/. 104,051.63

Fuente: Elaboración propia.

4.8.2. Evaluación de Costo-Beneficio: VAN, TIR, IR.

Para el desarrollo de la evaluación Costo-Beneficio de la investigación se optó por realizar el análisis de tres escenarios: óptimo, pesimista y optimista.

1° Escenario Óptimo.

En este escenario se mostró los costos después de la implementación de la mejora en taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A sucursal Cajamarca.

Análisis de Indicadores.

En la tabla 29 se observa los indicadores del antes y después de la simulación del sistema hidráulico y los beneficios obtenidos en soles. Los porcentajes de mejora son: Costo de almacenaje a 30%, mantenimiento 30% e inventario 30 %.

Tabla n° 29. Análisis de indicadores después de la simulación.

INDICADORES	Antes	Después	Beneficio
Costo de almacenaje	S/. 49,356.44	S/. 34,549.51	S/. 14,806.93
Costo de mantenimiento	S/. 264,000.00	S/. 184,800.00	S/. 79,200.00
Costo de Inventario	S/. 246,782.19	S/. 172,747.53	S/. 74,034.66

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, después del desarrollo del sistema hidráulico los costos se redujeron de S/.560,138.63 a S/.392,097.04 soles.

Ingresos Proyectados.

En la tabla 30 se observa los ingresos proyectados durante los 5 primeros años, los que ascendieron a S/.168,041.59 soles cada año.

Tabla n° 30: Ingresos Proyectados después del desarrollo.

Ingresos	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
proyectados	S/. 168,041.59	S/. 168,041.59	S/. 168,041.59	S/. 168,041.59	S/. 168,041.59

Fuente: Elaboración propia.

Tasa de Costo de Oportunidad de Capital (COK)

Por medio de los datos obtenidos de los estados financieros de la empresa Ferreyros S.A-sucursal Cajamarca se logró realizar el cálculo de la tasa promedio ponderado del capital 0.70%, como se muestra a continuación:

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D + C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D + C} \times Ke$$

Donde:

D: Deuda

C: Capital

Kd: Costo Deuda

T: Impuesto a la Renta.

Ke: Rentabilidad accionistas.

CPPC: Costo Promedio del Capital.

Datos

Tabla n° 31. Datos para el desarrollo del COK.

Deuda	S/. 39,917.00	4%
Capital	S/. 1,014,326.00	96%
Total	S/. 1,054,243.00	100%
Renta Neta Imponible	S/. 121,791.00	
Imp. a la Renta	S/. 36,537.30	
Utilidad Neta	S/. 85,253.70	
Kd	14.46%	
Impuesto a la renta	28%	

Fuente: Elaboración propia.

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD NETA}{TOTAL PATRIMONIO}$$

$$ke = Roe = \frac{85253.70}{1014326} = 8\%$$

$$CPPC = WACC = \frac{S/. 39,917.00}{S/. 1,054,243.00} \times 14.46\% \times (1 - 28\%) + \frac{S/. 39,917.00}{S/. 1,054,243.00} \times 8\% = 0.70\%$$

Flujo de Caja Neto Proyectado

El flujo de caja después del desarrollo del diseño permite conocer los ingresos y egresos de dinero en el transcurso de 5 años, las cuales se muestran a continuación.

Tabla n° 32. Flujo de caja proyectado.

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -111,628.32	S/. 68,141.69	S/. 66,556.82	S/. 66,684.36	S/. 64,880.11	S/. 64,951.64

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 65 se observa el flujo neto proyectado en los 5 años, teniendo en cuenta que el COK es 0.70%.

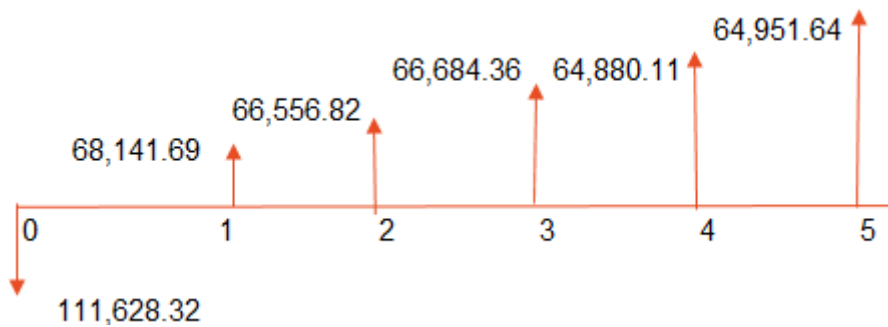


Figura n° 65: Diagrama de Flujo Económico.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores Económicos

Permite identificar el Valor Neto Actual (VAN) y conocer si el proyecto es viable, y este valor asciende a S/. 212,825.51, además se contó con una Tasa Interno de Retorno (TIR) de 53% siendo este mayor que el COK con 0.70%, lo que implica que el proyecto de implementación de un sistema hidráulico a la maquina bruñidora es aceptable. No obstante, el índice de Rentabilidad (IR) obtenido es 2.91, lo que implicó que por cada S/. 1.00 invertido retorna S/. 1.91 soles. (Véase tabla 33)

Tabla n° 33: Indicadores Económicos.

COK	0.70%
VA	S/. 324,453.83
VAN	S/. 212,825.51
TIR	53%
IR	2.91

Fuente: Elaboración propia.

VAN > 0 acepta el proyecto
 TIR > COK se acepta el proyecto
 IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
 Por cada sol de inversión retorna S/. 1.91 de rentabilidad

2° Escenario Pesimista

Análisis de indicadores en el escenario pesimista

En comparación a los indicadores obtenidos en el escenario óptimo, el beneficio anual se ha reducido en 25% con respecto al escenario óptimo.

Por lo que, para el análisis pesimista, en el indicador de valor de inventario se asumió una reducción en un 25%, así como en costo de compras e almacenamiento en un 25%.

Tabla n° 34: Análisis de los indicadores en escenario pesimista.

INDICADORES	ANTES	DESPUES	BENEFICIO
Costo de almacenaje	S/. 49,356.44	S/. 37,017.33	S/. 12,339.11
Costo de mantenimiento	S/. 264,000.00	S/. 198,000.00	S/. 66,000.00
Costo de Inventario	S/. 246,782.19	S/. 185,086.64	S/. 61,695.55

Fuente: Elaboración propia.

Ingresos Proyectos en escenario pesimista.

Los ingresos proyectados a los 5 años en el escenario pesimista se observan en la tabla 35.

Tabla n° 35: Ingresos proyectados en el escenario pesimista.

Ingresos	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
proyectados	S/. 140,034.66	S/. 140,034.66	S/. 140,034.66	S/. 140,034.66	S/. 140,034.66

Fuente: Elaboración propia.

Flujo de Caja Neto Proyectado escenario pesimista

El Flujo Neto Proyectado se observa en la tabla 36 en los 5 primeros años.

Tabla n° 36: Flujo de Caja Neto Proyectado en el escenario pesimista.

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -111,628.32	S/. 40,134.76	S/. 38,549.89	S/. 38,677.43	S/. 36,873.18	S/. 36,944.71

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 66 se observa la gráfica del Flujo de Caja Neto en el escenario Pesimista.

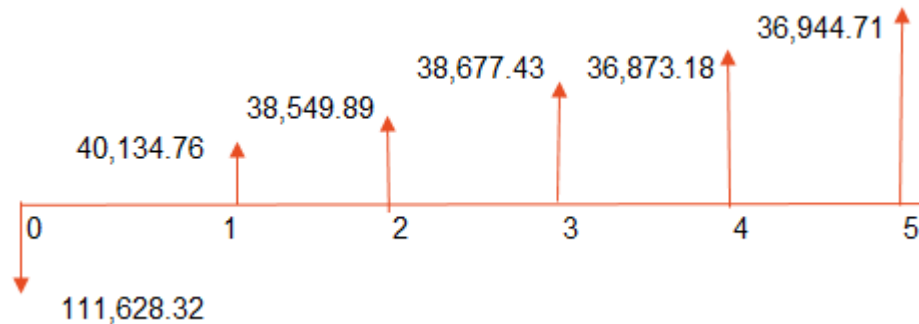


Figura n° 66: Flujo de Caja Neto Proyectado en el escenario Pesimista.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores Económicos Escenario Pesimista

Permite identificar el Valor Neto Actual (VAN) y conocer si el proyecto es viable en el escenario pesimista, y este valor asciende a S/. 75,672.45, además se contó con una Tasa Interno de Retorno (TIR) de 21% siendo este mayor que el COK con 0.70%, lo que implica que la simulación de un sistema hidráulico a la maquina bruñidora es aceptable. No obstante, el índice de Rentabilidad (IR) obtenido es 1.68, lo que implicó que por cada S/. 1.00 invertido retorna S/. 0.68 soles. (Véase tabla 37)

Tabla n° 37: Indicadores Económicos en el escenario Pesimista.

COK	0.70%
VA	S/. 187,300.77
VAN	S/. 75,672.45
TIR	21%
IR	1.68

Fuente: Elaboración propia.

- VAN > 0 acepta el proyecto
- TIR > COK se acepta el proyecto
- IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
Por cada sol de inversión retorna S/. 0.68 de rentabilidad

3° Escenario Optimista

Análisis de indicadores en el escenario optimista

En comparación a los indicadores obtenidos en el escenario óptimo, el beneficio anual aumentado en un 35% con respecto al escenario óptimo.

Por lo que, para el análisis optimista, en el indicador de valor de inventario se asumió un aumento en un 35%, así como en costo de compras e almacenamiento en un 35%.

Tabla n° 38: Análisis de Indicadores en el escenario Optimista.

INDICADORES	ANTES	DESPUES	BENEFICIO
Costo de almacenaje	S/. 49,356.44	S/. 32,081.68	S/. 17,274.75
Costo de mantenimiento	S/. 264,000.00	S/. 171,600.00	S/. 92,400.00
Costo de Inventario	S/. 246,782.19	S/. 160,408.42	S/. 86,373.77

Fuente: Elaboración propia.

Ingresos Proyectos en escenario Optimista.

Los ingresos proyectados a los 5 años en el escenario optimista se observan la tabla 45.

Tabla n° 39: Ingresos Proyectados en Escenario Optimista.

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. 196,048.52	S/. 196,048.52	S/. 196,048.52	S/. 196,048.52	S/. 196,048.52

Fuente: Elaboración propia.

Flujo de caja neto proyectado escenario pesimista

El Flujo Neto Proyectado se observa en la tabla 40 en los 5 primeros años.

Tabla n° 40: Flujo de Caja Neto Proyectado en el escenario Pesimista.

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -111,628.32	S/. 96,148.62	S/. 94,563.75	S/. 94,691.29	S/. 92,887.04	S/. 92,958.57

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 67 se observa la gráfica del Flujo de Caja Neto en el escenario Optimista.

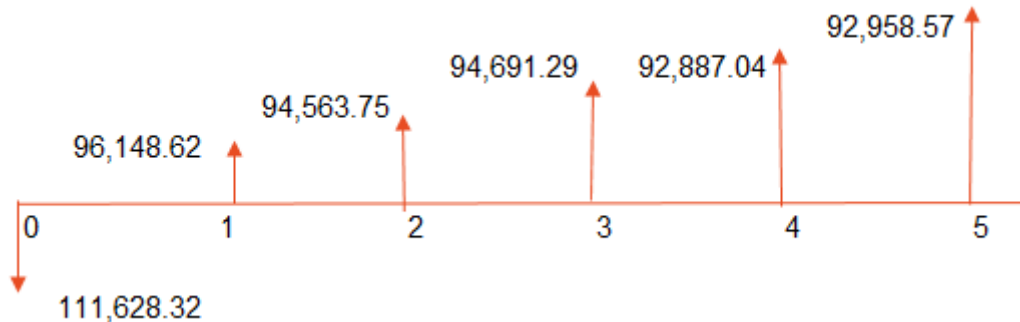


Figura n° 67: Flujo de Caja Neto en el escenario Optimista.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores Económicos Escenario Optimista

Permite identificar el Valor Neto Actual (VAN) y conocer si el proyecto es viable en el escenario optimista, y este valor asciende a S/. 349,978.58, además se contó con una Tasa Interno de Retorno (TIR) de 81% siendo este mayor que el COK con 0.70%, lo que implica que el proyecto de simulación de un sistema hidráulico a la maquina bruñidora es aceptable. No obstante, el índice de Rentabilidad (IR) obtenido es 4.14, lo que implicó que por cada S/. 1.00 invertido retorna S/.3.14 soles. (Véase tabla 41)

Tabla n° 41: Indicadores Económicos Escenario Optimista.

COK	0.70%
VA	S/. 461,606.90
VAN	S/. 349,978.58
TIR	81%
IR	4.14

Fuente: Elaboración propia.

- VAN > 0 acepta el proyecto
- TIR > COK se acepta el proyecto
- IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
- Por cada sol de inversión retorna S/. 3.14 de rentabilidad

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo demostrar que la simulación de un sistema hidráulico, asegura la productividad proceso de bruñido. Se realizó un diagnóstico inicial para encontrar las causas del problema principal, dentro de las cuáles eran, medidas incorrectas, desgaste prematuro de la máquina, costos elevados de fabricación.

Asimismo, (Shugulí, 2006), aportó que las medidas en un diseño al interior de un anillo dan como lugar que la fuerza ejerza en el lugar adecuado. En el sistema hidráulico se realizó las medidas de acuerdo al diámetro a considerar del brazo de bruñido, así como, del cilindro hidráulico; además, se consideró la distancia a recorrer de 70 cm.

Por otro lado, (Meza, 2005), hace mención que los sistemas hidráulicos con el pasar del tiempo se vuelven mas caros y sofisticados, esto es debido a la presión al que son expuestos. Es por ello, que se debe aprovechar y aplicar la tecnología que se cuenta en el analisis, ejecución y realización de diferentes diseños propuestos en la industria. En la investigación realizada, se realizó el diseño del circuito hidráulico asi como de la máquina a emplear en la operación de bruñido de cilindros hidráulicos con la finalidad de optimizar los recursos y aumentar su calidad y productividad.

En consiguiente, (Córdova, 2017), dió a conocer la importancia de los sensores en fallas en actuadores para el Proceso Hidráulico de cuatro tanques acoplados mediante un diseño, el cual, le permitia identificar las diferentes fallas que cuenta el proceso y asi analizar su comportamiento. Es por ello, que en la investigación realizada, el diseño e simulación cuenta con un sistema que le permite identificar las operaciones a realizar según lo indique el operario, como, distancia a bruñir; fuerza; tipo de material a emplear, etc.

Al simular y diseñar un circuito hidráulico a la máquina bruñidora se redujo los tiempos de operación de 80 min por unidad a 60 min/unid de cilindros bruñidos; se incrementó en 37.5% en utilización de la máquina bruñidora. Al simular se estableció la distancia correcta que debe recorrer el vástago de la máquina, la cual, realiza el proceso de bruñido, esta medida es de 1 metro correspondiente a las dimensión del cilindro. No obstante, esta medida es variable y se puede modificar en el software y obtener medidas y resultados según se requiera. Se logro reducir el tiempo de bruñido de cada cilindro hidráulico de 50 min/unid a 15 min/unid. Se redujo las revoluciones de bruñido a 12.52 revoluciones/min lo que permite reducir el desgaste de la máquina producto del proceso.

Se incremento la producción en 2 cilindros bruñidos por día. Asimismo, se incremento productividad respecto a cilindros bruñidos por operario en 1 unidad. También, se incremento en 0.25 cilindros/hhx día. El ciclo de trabajo se logró reducir en 20 minutos en el proceso de bruñido de cilindros hidráulicos.

Además, se optimizó el tiempo del operario productivo en 35 min. También, se redujo el tiempo empleado en la operación de bruñido en la máquina de un cilindro hidráulico en 35 min/unid.

Por lo que, a partir de la investigación realizada en el taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A-sucursal Cajamarca se recomienda realizar un estudio del número de revoluciones y distancia que recorre el vástago en el interior del cilindro hidráulico con el objetivo de obtener mejores áreas bruñidas. Además, se debe realizar una correcta inspección de los cilindros hidráulicos antes de ingresar a la máquina con el propósito de evitar fallas inesperadas (grietas). Es importante mencionar, que se pondría centrar en el estudio de mantenimiento y productividad de las máquinas dentro de los talleres para aumentar su calidad mediante aplicaciones o software que faciliten el proceso. Una implementación de un sistema automático sería beneficio en la reducción de costos de producción beneficiando a los trabajadores y al área administrativa.

CONCLUSIONES

Tras realizar el estudio y diseño de un sistema hidráulico en la empresa Ferreyros S.A-sucursal Cajamarca, se concluye lo siguiente:

- Se realizó la simulación y diseño de un circuito hidráulico en la máquina bruñidora para mejorar la productividad en el taller hidráulico de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca
- Se analizó la productividad de la máquina bruñidora actual en la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.
- Se realizó la simulación de un sistema hidráulico a la máquina bruñidora en el taller Hidráulico de la empresa Ferreyros S.A – Cajamarca.
- Se evaluó y comparó los resultados de aumentar la productividad en el taller hidráulico con los resultados iniciales de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca
- Se realizó un análisis costo–beneficio, para determinar la viabilidad del sistema hidráulico de la empresa Ferreyros S.A-Cajamarca.

RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis situacional de la empresa y resultados obtenidos en la investigación, se recomienda a la empresa:

- Controlar el tiempo de bruñido de los cilindros hidráulicos, para evitar el desgaste interno del cilindro hidráulico a causa de la fricción de la varilla de bruñido y el cilindro hidráulico.
- Controlar el nivel de refrigerante a emplear en cada operación de bruñido, para evitar generar costos innecesarios producto del proceso.
- Utilizar el diagrama hombre-máquina y así como el diagrama de análisis de operaciones del proceso de bruñido de cilindros hidráulicos, para realizar correctamente el proceso y evitar generar pérdida de tiempo y dinero.
- Aplicar e implementar el Sistema Hidráulico FluidSIM-H en el proceso de bruñido dentro del taller hidráulico, ya que permite, tener un control de tiempo y velocidad de cada cilindro a bruñir; así como, de los materiales a emplear.
- Realizar charlas, capacitaciones de métodos de trabajo y/o funcionamiento de cada equipo que se encuentra dentro de los talleres, con el objetivo de garantizar su producción, compromiso y estabilidad con la empresa.

REFERENCIAS

SITIO WEB

Aeromarine. (05 de Febrero de 2015). *aeromarinesoftware.wordpress.com*. Obtenido de <https://aeromarinesoftware.wordpress.com/2015/02/05/el-mantenimiento-de-un-sistema-hidraulico/>

Autobaterias. (s.f.). *¿Qué es Capacidad de Arranque?* Obtenido de <http://www.autobaterias.com.mx/4.htm>

Céspedes, N., Lavado, P., & Ramírez, N. (11 de Mayo de 2016). *http://repositorio.up.edu.pe*. Obtenido de <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1083/C%C3%A9spedesNikita2016.pdf?sequence=4>

DelaPena Honing Equipment Ltd. (s.f.). *Proceso de Bruñido*. Obtenido de <http://www.mafer.es/data/brunido.html>

El Comercio. (3 de Mayo de 2017). *CCL: Perú creció 2,2% en productividad laboral en el 2016*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/ccl-peru-crecio-2-2-productividad-laboral-2016-422902>

El Comercio. (11 de Diciembre de 2017). *Subastas online de maquinaria pesada suman más de US\$ 7mlls*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/subastas-online-maquinaria-pesada-suman-us-7mlls-noticia-480666>

El Comercio. (11 de Enero de 2017). *El control remoto se afianza en la maquinaria pesada*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/negocios/control-remoto-afianza-maquinaria-pesada-158446>

Ferreyros CAT. (2014). Máquinas. Obtenido de https://www.ferreyros.com.pe/productos/equipos-nuevos/maquinas?pf=222&utm_campaign=Search-Generico-Ferreyros&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=maquina_cat&utm_content=maquinas4&gclid=EAlaIQobChMI5NPE_brd2AIVg0BpCh26xQrpEAAYASAAEgI0O_D_BwE

GEO Tutoriales. (2015). *Ejemplo de gráfica de Promedios y Gráfica de Rangos en el Control Estadístico de Procesos*. Recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/control-estadistico-de->

procesos/ejemplo-de-grafica-de-promedios-y-grafica-de-rangos-en-el-control-estadistico-de-
procesos/

GEO Tutoriales. (2017). *Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto*. Recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

Gordillo, A. (10 de Septiembre de 2013). *Diagrama de Actividades del Proceso para la Obtención del Ajo deshidratado en Polvo*. Obtenido de <http://lilibethcelendin.blogspot.pe/2013/09/diagrama-de-actividades-del-proceso.html>

HARTMETALL. (2013). *Bruñido de Tubos*. Obtenido de <http://hartmetallgroup.com/sitio/brunido-de-tubos/>

INACAL. (14 de Enero de 2017). *Solo el 1 % de empresa en el Perú emplea Sistema de Gestión de Calidad*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/normalizacion/noticia/empresasinsistemadegestion>

INACAL. (19 de Abril de 2017). *Costo de la No Calidad*. Recuperado de <http://www.inacal.gob.pe/principal/noticia/lanocalidad>

INGENIO EMPRESA. (2016). *Gráfico de Control*. Recuperado de <https://ingenioempresa.com/grafico-de-control/>

Léon, B. (11 de diciembre de 2015). *La importancia de la Calidad en las empresas*. Obtenido de <https://www.emprendices.co/la-importancia-la-calidad-las-empresas/>

LIEBHERR. (s.f.). *Sistema Hidráulico*. Obtenido de <https://www.liebherr.com/es/arg/productos/componentes/sistema-hidraulico/sistema-hidraulico.html>

Marketing-Branding. (17 de Octubre de 2013). *Layout*. Obtenido de <http://www.marketing-branding.cl/2013/10/17/layout/>

MIGUELTECNOLOGIA. (2016-2017). *Sistemas Automáticos*. Obtenido de https://sites.google.com/site/migueltecnologia/4o-eso-div/tema-6-sistemas-automticos#_Toc353865476

- Nava, J. (s.f.). *Control Estadístico de la Calidad*. Obtenido de <https://nava-nava-controlestadistico.weebly.com/321-grafico-p.html>
- Negocios. (25 de Mayo de 2013). *El Costo de Oportunidad del Capital (COK)*. Obtenido de <http://ideasdenegocioinnovadoras.com/el-costo-de-oportunidad-del-capital-cok.html>
- Ochoa, N. (29 de Mayo de 2013). *Diagramas para el estudio de trabajo*. Obtenido de <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>
- QuimiNet . (22 de Febrero de 2008). *¿Qué es la automatización?*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-automatizacion-27058.htm>
- RENTAFER . (2016). *Alquiler de Equipos*. Obtenido de <http://www.rentafer.com/equipos-en-alquiler.html>
- Rodríguez , O. (25 de Febrero de 2016). *Análisis del Proceso*. Obtenido de <http://soloindustriales.com/analisis-del-proceso/>
- SAP Business One. (4 de Enero de 2018). *Ciclo de Operaciones y Proceso*. Obtenido de <http://www.taktik.com.mx/index.php/page/9.html>
- SCI. (2017). *¿Qué es una inspección por líquidos penetrantes?*. Obtenido de <http://scisa.es/ensayos-no-destructivos-y-laboratorio-metalurgico/ensayos-no-destructivos/inspeccion-por-liquidos-penetrantes/#>
- Sevilla , A. (2015). *Economipedia*. Obtenido de <http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Sevilla , A. (s.f.). *Productividad*. Obtenido de <http://economipedia.com/definiciones/productividad.html>
- SIDEX. (8 de Septiembre de 2017). *La correcta elección de cilindros hidráulicos en el trabajo*. Obtenido de <http://www.sidex.es/es/la-importancia-una-correcta-eleccion-cilindros-hidraulicos-trabajo/>
- Sierra,, L. (27 de Agosto de 2011). *INDICADORES LOGISTICOS*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/luisasierra86/indicadores-logisticos-9038911>
- Suministros Técnicos del Sur S.A. (2003). *Cilindros Hidráulicos*. Obtenido de <http://www.sts.es/archivos/PRODUCTOS/CATALOGO/CILINDROS%20HIDRAULICOS.pdf>

Vargas, R. (1999). *Maquinaria Pesada de Movimiento de Tierras-Etapas, Métodos y Rendimiento..*
Recuperado de <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/3094-manual-maquinaria-pesada-movimiento-tierras-etapas-metodos-rendimiento>

LIBROS WEB

Deming, W. (1989). *Calidad, Productividad y Competividad*. Madrid, España: Díaz de Santos. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=d9WL4BMVHi8C&printsec=frontcover&dq=Productividad&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwig3cvc9t_NAhXIXh4KHRJhDCEQ6AEIHDA#v=onepage&q=Productividad&f=false

Rodríguez, J., Pierdant, A., & Rodríguez, C. (2014). *Estadística Aplicada II*. San Juan Tliluaca, México: Patria. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=Q9nhBAAQBAJ&pg=PR11&dq=formulas+de+grafica+de+control&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiO65iGlt3YAhUC0VMKHbe9A80Q6AEIMzAC#v=onepage&q=formulas%20de%20grafica%20de%20control&f=false>

VIDEO

Marcin Zala. (27 de Junio de 2014). Large Tube Honing at Zala Machine Co.,Inc. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=c2MbC83REzE>

UTP 2016. (13 de Junio de 2016). *Diagrama Hombre-Máquina*. [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=en_oMa1HaMo

TESIS

Córdova, J. (2017). *Diseño de un Sistema de Diagnóstico y Control Tolerante de Fallas en Actuadores para el Proceso Hidráulico de Cuatro Tanques Acoplados (Maestría en Ingeniería de Control y Automatización)*, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

Meza, H. (Abril de 2005). *Principios sobre Filtración en Aceites Hidráulicos de Aceite (Ingeniero Mecánico)*, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala

-
- Jara, E. (2016). *Diseño de un Banco de Pruebas para Bombas de Pistones Axiales con Sensor de Carga hasta 140 cc/rev* (Ingeniero Mecánico), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Santa, A. & Quintero, J. (2010). *Desempeño Hidráulico y Ambiental de un Modelo de Trinchera de Retención utilizada como Componente del Drenaje Urbano* (Ingeniero Civil), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Shugulí, C. (1 de Junio de 2006). *Construcción de una Prensa Hidráulica Manual para el Montaje y Desmontaje de Rodamientos Rígidos de Bolas con Diámetro Interior desde 20 mm hasta 30 mm.* (Tecnólogo en Proceso de Producción Mecánica), Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador
- Terán, E. (2010). *Diseño Asistido por Computadora de un Martillo Excavador.* (Ingeniero Mecánico), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

ANEXOS

Anexo nº 1: Máquina bruñidora de Cilindros Hidráulicos.



Fuente: Toma propia en la Estación

Anexo nº 2: Garantía de Ferreyros CAT S.A



una empresa Ferreyrcorp

GARANTIA CATERPILLAR

Piezas o Componentes Armados Nuevos o Remanufacturados

Caterpillar Inc. o una de sus subsidiarias ("Caterpillar") garantiza que los productos designados por Caterpillar OEM Solutions Group (Grupo de soluciones para otros fabricantes) como piezas o componentes armados nuevos o remanufacturados y que se venden para ser utilizados en productos nuevos de otros fabricantes, están libres de defectos materiales o de fabricación.

Una garantía adicional contra roturas se aplica a algunas Herramientas de Corte Caterpillar.

Esta garantía no se aplica a motores nuevos ni a piezas o componentes armados nuevos o remanufacturados que se utilizan en productos de otros fabricantes que no son productos nuevos.

Esta garantía está sujeta a las siguientes estipulaciones:

Fuente: Área de administración de Ferreyros S.A-Cajamarca.

Anexo n° 3: Balance General Proyectado 2016.

BALANCE GENERAL

PERIODO: 2016

RUC:

APELLIDOS Y NOMBRES, DENOMINACIÓN O RAZÓN

SOCIAL: FERREYROS CAT. SA

**esta expresado en miles de
soles**

ACTIVO		PASIVO	
ACTIVO CORRIENTE			
10	EFFECTIVO Y EQUIVALENTE DE EFFECTIVO	76,663.00	19 ESTIMACION. PARA CTAS.DE COBRANZA DUDOSA
12	CUENTAS POR COBRAR COMERCIALES TERCEROS	126,523.00	29 DESVAL. EXISTENCIAS 0.00
14	CTAS. POR COB. A ACC.(O SOC.) Y PERS.		39 DEPRECIAC. Y AMORTIZ. ACUMULADAS

16	CTAS. COBRAR DIVERSAS TERCEROS		40	TRIBUTOS Y APORTES AL SIST PRIVAD DE PENS	
18	SERVICIOS Y OTROS CONTRATADOS POR ANTICIP.	0.00	41	REMUNERAC. Y PARTICIPAC. POR PAGAR	
20	MERCADERÍAS	0.00	42	CUENTAS POR PAGAR COMERCIALES - TERCEROS	52,109.00
21	PRODUCTOS TERMINADOS	0.00	45	OBLIGACIONES FINANCIERAS	39,917.00
22	SUBPRODUCTOS DESECHOS Y DESPERD.	0.00	46	CUENTAS POR PAGAR DIVERSAS -TERCEROS	
23	PRODUCTOS EN PROCESO	0.00	47	CUENTAS POR PAGAR DIVERSAS -RELACIONADAS	
24	MATERIAS PRIMAS	0.00	48	PROVISIONES	
			49	PASIVO DIFERIDO	
			50	OTROS PASIVOS FINACIEROS	1,098,403.00
	TOTAL ACTIVO	203,186.00		TOTAL PASIVO	1,190,429.00
	CORRIENTE				

ACTIVO NO		PATRIMONIO	
CORRIENTE			
32	ACTIVOS ADQUIRIDOS EN ARRENDAMIENTO FINANCIERO	1,635,536.00	50 CAPITAL 1,014,326.00
33	INMUEBLES, MAQUINARIA Y EQUIPO	348,111.00	51 PRIMAS EMITIDAS 73,536.00
34	INTANGIBLES		52 ACCIONES PROPIAS DE CARTERA -27,048.00
37	ACTIVOS DIFERIDOS	697,743.00	56 RESULTADOS NO REALIZADOS 0.00
38	OTROS ACTIVOS		57 EXCEDENTE DE REVALUACIÓN 0.00
			58 RESERVAS 414,454.00
			59 RESULTADOS ACUMULADOS 218,879.00 (anteriores)

59 RESULTADOS ACUMULADOS			
(Ut.o Pérd.presente)			
TOTAL ACTIVO NO	2,681,390.00	TOTAL	1,694,147.00
CORRIENTE		PATRIMONIO	
TOTAL ACTIVO S/.	2,884,576.00	TOTAL	2,884,576.00
		PASIVO Y	
		PATRIMONIO	
		S/.	

Fuente: Área de administración de Ferreyros S.A-Cajamarca.

Anexo n° 4: Guía de Resolución de Problemas de Rectificación.

Situación que se debe corregir	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	
Eliminación lenta del material	Aumente la velocidad de la punta de eje.	la Aumente de la presión de corte.	Utilice exclusivamente Aceite de Rectificación 9U-6484	Utilice piedras de más blandas	Utilice piedras de grano más basto.	
Las piedras no cortan	Las piedras están vitrificadas (la superficie de la piedra parece limpia pero los granos de corte están sellados).	Afile las piedras con una Barra Alisado 9U-6748	Aumente la presión de corte.	Aumente la velocidad carrera.	Utilice piedras más blandas (con un valor de dureza menor)	Asegúrese de que está utilizando Aceite de Rectificación Industrial 9U-6484
	Las piedras están cargadas (la superficie de la piedra presenta un aspecto sucio y con lascas.	Limpie las piedras con un Barra Alisado.	Aumente la velocidad de carrera	Utilice piedras más blandas (con un valor de dureza menor)	Utilice piedras más blandas (con un valor de dureza menor)	
Poca duración de la piedra	Disminuya la presión de corte.	la Utilice de una velocidad	Utilice piedras más duras (con	Utilice piedras de		

		de la un valor de grano punta de dureza mayor) más eje más basto. rápida.
Vibraciones	Cambie las revoluciones por minuto y la velocidad de carrera.	Afloje las guías 1 mm (0.039 pulg) Disminuya la presión de corte Pase a utilizar piedras sin guías a menos que el calibre y el chavetero sean mayores de 203 mm (8 pulg).
Aborcardamiento	Disminuya el tiempo de sobre carretera.	Utilice piedras más blandas Preocupación: si corrige demasiado el abocardamiento, producirá un efecto barril.
Tambor	Aumenta el valor de sobrecarrera sobrepase la carrera en más de 1/3 de la longitud de la piedra.	Utilice piedras de gran fino. Precaución: si corrige demasiado el efecto barril producirá un aborcamiento.
Ahusamiento en el extremo abierto del calibre	Carrera corta (parada) en el extremo estrecho del calibre.	
Ahusamiento en el extremo cerrado del calibre	Proporcione un flujo de aceite adecuado al fondo del calibre lavar los restos.	Carrera corta en el externo cerrado del calibre Si el fondo del calibre presenta una zona de alivio insuficiente o inexistente, utilice un juego de piedras de punta dura. Proporcione una zona de alivio mayor en el fondo de calibre.
El calibre de cilindro no es esférico	Asegúrese de que la herramienta de rectificación es del tamaño recomendado para el	Si las piedras dejan de cortar a esta menor presión, utilice piedras más blandas (con un valor de dureza menor).

	diámetro que se desea rectificar.
Ondulación en la Superficie	Utilice herramientas de rectificación con una longitud de piedra suficiente para corregir la ondulación (o los orificios en los cilindros)
El acabo de la superficie es demasiado basto	Disminuya la presión de corte. Utilice piedras con grano más fino (con un valor de grano mayor) Utilice exclusivamente Aceite de Rectificación 9U-6484.
Rayas aleatorias en el calibre.	Disminuya la presión de corte. Utilice piedras de grano más fino. Utilice piedras blandas (con un valor de dureza menor). Utilice exclusivamente Aceite de Rectificación 9U-6484.

Fuente: Área de administración de Ferreyros S.A-Cajamarca.