



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Diseño de un sistema automatizado para control de consistencia en el proceso de preparación de pasta en una empresa papelera.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Eléctricista**

AUTORES:

Hernandez Infante, Alan Dany (orcid.org/0000-0002-8449-409X)
Martinez Sandoval, Wilson Millton (orcid.org/0000-0001-9754-4896)

ASESORES:

Dr. Lujan Lopez, Jorge Eduardo (orcid.org/0000-0003-1208-1242)
Ing. Sialer Diaz, Cesar Dany (orcid.org/0000-0002-7430-9524)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

En esta vida llena de retos y depende de nosotros conseguirlos y hacernos cada día más fuertes con las caídas que tenemos, agradecemos a la Universidad por darnos las bases para poder desenvolvernos no solo como futuros profesionales, sino para lo que concierne a nuestras vidas futuras.

Agradecemos a nuestros padres por ser los principales gestores para cumplir nuestros sueños, por su apoyo constante en esta travesía de formación como profesional, por su confianza y expectativa.

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios ya que por su bendición y su amor me dio la fuerza y el impulso de poder lograrlo. También para mi docente Ing. Cesar Sialer que gracias a su conocimiento, paciencia y apoyo pude concluir con éxito, a los compañeros de la empresa Trupal S.A. por su predisposición a brindarme su apoyo y a compartir sus experiencias. Y a mis compañeros que estuvieron todos los días pendientes y apoyándome para que nada salga mal y todo esté bien elaborado.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variables y operacionalización	22
3.3 Población, muestra y muestreo	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de análisis de datos	24
3.7 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
Objetivo Específico 1	25
Objetivo específico 2	33
Objetivo específico 3	34
Objetivo específico 4	41
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	59

Índice de tablas

Tabla 1. Técnica e instrumentos para la investigación de la variable independiente.	23
Tabla 2. Técnica e instrumentos para la investigación de la variable dependiente.	24
Tabla 3. Cantidad de variables de procesos en el área de HYDRAPULPER	25
Tabla 4. Número de variables en el proceso de preparación de pasta	26
Tabla 5. Criticidad de las variables en el proceso de preparación de pasta	26
Tabla 6. Tipo de control de las variables en el proceso de preparación de pasta	28
Tabla 7. Método de medición de las variables de proceso	29
Tabla 8. Equipos o instrumentos de medición de las variables de proceso	30
Tabla 9. Supervisión y monitoreo de las variables de proceso.....	31
Tabla 10. Ganancias proyectadas en un periodo anual.....	46
Tabla 11. Cuadro de la Tasa Interna de Retorno (TIR).....	47
Tabla 12. Indicadores de producción.	48
Tabla 13. Matriz de operacionalización de las variables de estudio.....	59
Tabla 14. Indicadores de producción.	65
Tabla 15. Detalle del transmisor de nivel de diafragma.	71

Índice de figuras

Figura 1. Nivel de criticidad en el proceso de preparación de pasta	27
Figura 2. Porcentajes de las variables de acuerdo al tipo de control	28
Figura 3. Cantidad de variables de proceso de acuerdo al tipo de medición	30
Figura 4. Porcentaje de variables de proceso monitoreadas	32
Figura 5. Consistencia en los tanques de Pasta papelera	33
Figura 6. Rutina Principal JSR para el llamado a las subrutinas	34
Figura 7. Bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.....	35
Figura 8. Configuración del bloque PID del Control de Consistencia de Pasta.	36
Figura 9. Configuración del bloque PID, opción del Tuning.....	37
Figura 10. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.	38
Figura 11. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.	38
Figura 12. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.	39
Figura 13. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.	39
Figura 14. Bloque PID del control de consistencia de salida de pasta papelera	40
Figura 15. Transmisor de nivel de diafragma	41
Figura 16. Transmisor de nivel tipo radar	41
Figura 17. Transmisor de flujo para pasta papelera y flujo de agua.....	42
Figura 18. Transmisor de consistencia KC/3 tipo paleta.....	42
Figura 19. Precio del transmisor de consistencia KC/3.....	43
Figura 20. Transmisor de presión diferencial tipo diafragma.....	43
Figura 21. Controlador lógico programable CompactLogix 5370.	44
Figura 22. Fuente de alimentación 24 VDC.	44
Figura 23. Interfaz hombre-máquina para monitoreo de las variables.	45
Figura 24. Gráfico Tasa Interna de Retorno.	48
Figura 25. Análisis mediante el uso de las herramientas VAN y TIR.	64
Figura 26. Mesa Plana (formación de la hoja de papel).	67
Figura 27. Zona de refinado de pasta.....	67
Figura 28. Sistema de prensas.....	67
Figura 29. Zona de secado.....	68
Figura 30. Bobinadora.....	68

Figura 31. Rebobinadora.....	68
Figura 32. Sistema de recuperación de agua.	69
Figura 33. Prensa Tornillo	69
Figura 34. Sistema no automatizado en el área Hydrapulper	70
Figura 35. Diagrama de procesos del Hydrapulper 7.	72
Figura 36. Detalle de costos de la propuesta de mejora.	73
Figura 37. Certificado de validez de instrumentos de recolección de datos – Experto 01.	74
Figura 38. Certificado de validez de instrumentos de recolección de datos – Experto 02.	75
Figura 39. Certificado de validez de instrumentos de recolección de datos – Experto 03.	76

Resumen

El presente trabajo de investigación, tiene por objetivo, diseñar un sistema automatizado para el control de consistencia de pasta papelera en una empresa productora de papel, pues se ha visto que empresas que han optado por implementar un sistema de automatización dentro de sus áreas de producción han obtenido resultados favorables. Esta investigación es de tipo aplicada de diseño no experimental y de corte transversal y de alcance descriptivo, con una población de estudio conformada por los procesos industriales en el área de HYDRAPULPER 7 de la empresa en estudio. Como técnicas de recolección de datos se usó la observación y como instrumento la ficha de observación y la ficha de registro, con lo cual se obtuvo como resultado analizar la situación del área de Hydrapulper logrando identificar las variables de procesos que conforma el proceso de preparación de pasta y se determinó el valor de la consistencia en 3.5% con lo cual se diseñó el programa para el autómata programable usando bloques PID, además se realizó el análisis Costo/Beneficio mediante el uso de las herramientas de análisis VAN & TIR obteniendo como resultado la viabilidad y rentabilidad de la propuesta de mejora. Como conclusión se obtuvo que el uso de bloques PID simplifica la programación del PLC y la vuelve práctica y con un gran potencial, además el sistema automatizado ayuda a incrementar la producción, reduciendo el tiempo de demora y accidentes laborales obteniéndose de esta manera una rentabilidad positiva.

Palabras Clave: Sistema de automatización, producción, HYDRAPULPER 7, VAN, TIR

Abstract

The objective of this research work is to design an automated system for the consistency control of paper pulp in a paper producing company, since it has been seen that companies that have chosen to implement an automation system within their production areas have obtained favorable results. This research is of an application type of non-experimental and cross-sectional design and descriptive scope, with a study population made up of industrial processes in the HYDRAPULPER 7 area of the company under study. As data collection techniques, observation was used and as an instrument the observation sheet and the registration sheet, with which the result was obtained to analyze the situation of the Hydrapulper area, managing to identify the process variables that make up the preparation process of paste and the consistency value was determined at 3.5%, with which the program for the programmable controller was designed using PID blocks, in addition the Cost/Benefit analysis was carried out through the use of the VAN & TIR analysis tools, obtaining as a result the feasibility and profitability of the improvement proposal. As a conclusion, it was obtained that the use of PID blocks simplifies PLC programming and makes it practical and with great potential, in addition, the automated system helps to increase production, reducing delay time and work accidents, thus obtaining positive profitability.

Keywords: Automation system, production, HYDRAPULPER 7, VAN, TIR.

I. INTRODUCCIÓN

La automatización industrial, es usada en diversas aplicaciones industriales para realizar tareas de inspección, control y monitoreo de los procesos que realizan los equipos y dispositivos junto a la maquinaria en una planta industrial (Alcocer, et al. 2020).

Mejía et al. (2019), menciona que, actualmente la industria moderna enfoca sus recursos a incorporar tecnologías de automatización para cubrir las necesidades de los clientes o consumidores logrando de esta manera mejorar la eficiencia y calidad de sus procesos productivos, generando una igualdad de costo-beneficio.

La automatización brinda acceso a información relevante, como indicadores de rendimiento, en tiempo real, permitiendo de esta manera gestionar y llevar un mejor control de todos los procesos y del recurso humano (Alward y Ansari, 2020).

En el contexto internacional, la automatización es muy aplicada en las industrias, sobre todo en países de Europa, donde existen muchas compañías líderes a nivel mundial en suministro, desarrollo, usos de sistemas y aplicaciones; no obstante, en países de América Latina como Argentina, Brasil, Chile y México están empezando a ahondar más en el uso de estas tecnologías (Sepúlveda, 2020).

Mejía (2019), hizo hincapié que, en algunos países de Latinoamérica como Argentina, las empresas industriales han empezado a invertir más en desarrollo e innovación y tecnológica, pero, todavía es notoria la diferencia con los países más desarrollados, y es por esta razón que no muestran un mayor crecimiento sectorial a nivel local y nacional.

Según el BID (2018), la automatización industrial mejora los procesos, los productos y servicios que se generan en un país donde se ha implementado mejoras tecnológicas, generando un impacto positivo en su economía y en su desarrollo sostenible. Es por ello que, la innovación tecnológica es primordial para el crecimiento y desarrollo empresarial de cada nación.

Es por esta razón que, la automatización industrial es un factor muy importante en los procesos productivos; se ha convertido en una herramienta eficaz que mejora la productividad, garantizando la calidad, y reduciendo el tiempo y los costes de producción (Pandini, et al. 2017).

El elemento o componente electrónico estándar utilizado en los sistemas de automatización industrial es el PLC, el cual proporciona un ecosistema de lógica de software para los sistemas automáticos, cumpliendo tareas de control, supervisión, y comunicación junto a otros componentes que conforman todo el lazo de control en una planta industrial (Sehr, et al., 2020.)

En el Perú, algunas empresas han optado por la innovación tecnológica y están automatizando sus procesos industriales con autómatas programables y controladores industriales para aumentar la productividad de sus procesos. No obstante, aún se encuentra muy lejos de países Sudamericanos que han implementado estas tecnologías en sus plantas; y esto se debe porque en el Perú todavía existen muchas empresas y fábricas que operan con maquinaria antigua usando tecnología obsoleta o descontinuada, siendo el control de sus procesos de forma manual.

La empresa de estudio, es líder a nivel nacional en la producción de caja de cartón corrugado, exhibidores (impresión flexo), offset y digital, así como empaques flexibles y embalajes a base de papel. En la planta de Trujillo, se presentan los siguientes inconvenientes en sus sistemas de control que afecta el proceso productivo tales como; falla en el control de consistencia de la pasta, falla en el control de nivel de los tanques de pasta y en los tanques de agua, flujo de agua y de pasta inestables, falla en la presión de agua en las tuberías que llegan a los tanques, esto, en el área de HYDRAPULPER (sección donde se encuentra la máquina llamada pulper), por la ineficiencia en el control de las variables del proceso y por falta de monitoreo y supervisión de las mismas.

Witte, et al, (2020), refieren que, las causas más comunes que se pueden presentar en un sistema de control son maquinarias antiguas u obsoletas, método o control manual ineficiente, desgastes o picaduras en las tuberías, falta de capacitación al personal, equipos de medición inadecuados, ausencia de equipos de medición para cada variable. De manera puntual, las causas en la empresa de estudio se relacionan con el ineficiente control manual, equipos de medición antiguos y obsoletos, la falta de capacitación del personal, la poca inversión que se ha realizado para automatizar los procesos, y la inexistencia de un registro de las variables que intervienen en el proceso de producción de pasta para papel.

Las consecuencias que generan este problema son los tiempos muertos en la producción, deficiencia en la calidad, improductividad e ineficiencia, aumento en los costos de producción, gasto en energía y pérdida de materiales, además del retraso en el cumplimiento de la entrega de pedidos; todo esto ha afectado negativamente a la empresa.

En la presente investigación, se diseñará un sistema de control automático y se evaluará la automatización en el proceso industrial de la empresa en estudio y conocer cuáles son sus beneficios, para esto se consideró los aportes de Fletcher, et al. (2020), Serrano y Ortiz (2012), Svensson, Fundin y Carlsson (2018), García (2001) y Alcocer, et al. (2020) para el estudio de la variable en mención.

Con respecto a la realidad problemática detallada, se formuló como problemas de investigación: ¿Cuáles son las variables de proceso que se controlan manualmente? ¿Cuáles son los valores del parámetro para el control de la consistencia papelera? ¿cuál es el efecto de la automatización en los procesos industriales de una empresa productora de papel?, y de manera específica: ¿la implementación de un diseño automatizado estabilizará la consistencia de pasta papelera en una empresa productora de papel?

La presente investigación se justifica al ser conveniente porque va brindar una mejora en los procesos industriales en una organización, posee relevancia social, la cual genera un gran beneficio al fomentar un sistema automatizado, otorgando una eficiencia en los operadores al momento de realizar sus labores. La implicancia práctica que posee esta investigación es solucionar el problema del control y método manual que existe en el proceso. De la misma manera, precisar que los valores teóricos que otorga la presente investigación es poner en contexto sobre el conocimiento vigente de la automatización en los procesos industriales, con un enfoque más tecnológico y claro enfocado en la industria 4.0 que contribuya con la mejora en la calidad de sus sistemas.

De tal manera, se tiene como objetivo general: Evaluar el diseño de un sistema automatizado con PLC para el control y monitoreo del proceso de preparación de pasta en una empresa productora de papel; y sus objetivos específicos: Analizar la situación actual del área HYDRAPULPER para conocer el proceso de preparación de pasta papelera, determinar los parámetros de control y los rangos de valores

para el control de consistencia de pasta, diseñar el sistema automatizado y el programa del autómeta programable utilizando bloques PID y analizar el costo beneficio de la propuesta de la automatización para el control y monitoreo de la consistencia en el proceso de preparación de pasta.

Como hipótesis de investigación se planteó, que, diseñar un sistema de control automatizado en el proceso industrial de una empresa productora de papel será positivo y significativo.

II. MARCO TEÓRICO

Sehr et al. (2020), en su artículo de investigación desarrollado en la ciudad de Berkeley – California (EE. UU.), plantearon como objetivo identificar oportunidades de mejora que permitan aplicaciones de automatización industrial más complejas centrándose en las características esenciales que poseen los PLC que los hacen robustos y confiables, al mismo tiempo que fortalecen la seguridad y confiabilidad de los sistemas automatizados. Los autores plantearon un estudio descriptivo no experimental, de enfoque cualitativo. Para ello, propusieron modelos de programación distribuidos y determinantes que abarcan tiempos explícitos, computación desencadenada por eventos y seguridad mejorada, creando modelos de software como prototipos virtuales para la simulación, análisis y verificación de controladores para sistemas de control inteligentes. Obtuvieron como resultados que existen requisitos en los PLC para que puedan operar de manera segura en un entorno de red abierto y que el comportamiento del software es adaptativo al hardware instalado como entorno de interoperabilidad con los elementos de campo y de gestión; pero también es necesario un cambio de paradigma, para agregar más propiedades a los PLC, como la temporización como noción lógica (sincronía lógica) y concurrencia determinista y ejecución multinúcleo. Concluyeron que los PLC son una tecnología antigua pero tenaz, y son parte importante porque la tecnología de software ofrece propiedades que son esenciales para la automatización industrial, como el control preciso del tiempo. Sin embargo, el modelo de programación para PLC debe evolucionar para soportar la creciente complejidad y la integración de red más amplia que exige la Industria 4.0. Esta evolución no puede comprometer los requisitos de seguridad, que siguen siendo la máxima prioridad. El aporte de esta investigación contribuirá a la elección del dispositivo de control que será programado para realizar las tareas de control del proceso, en este caso será el PLC por su tenacidad y confiabilidad que ofrecen en el uso de la industria.

Gil (2018), en su investigación, desarrollada en la ciudad de Santiago de Cali, tuvo como objetivo, diseñar un sistema que permita la reducción de esfuerzo físico de los colaboradores, mejorando y optimizando la productividad de la empresa COLDIDACTICAS LTDA, implementando un método de ingeniería la cual establece 6 etapas que garantizan un mejor diseño del sistema, dando como resultados una

disminución en los esfuerzos físicos, mejora de la productividad y reducción de la carga laboral; por ende se concluyó que la automatización en los sistemas reduce el riesgo de accidentes en los operarios, mejorando de tal manera la productividad en el proceso y la calidad del producto. Esta investigación aporta información importante a nuestro estudio porque es necesario que el sistema proteja la integridad del operador para así evitar accidentes que afecten la productividad del proceso.

González y Rodríguez (2018), en su artículo científico, desarrollado en España, tuvieron como objetivo, buscar una optimización integral de todo el proceso de fabricación en la industria de alimentación, para ello se empleó un método basado en sistemas de control industrial: sistema de control distribuido (DCS) y sistema de control centralizado (CCS); como resultado obtuvieron que es necesario implementar un sistema de adquisición de datos (SCADA) que compruebe la adecuada ejecución del sistema comparando situaciones reales y falsas; y concluyeron que el sistema planteado garantiza un alto porcentaje de disponibilidad, fiabilidad y da un seguimiento del proceso en tiempo real. Este aporte brinda soporte a nuestra investigación porque contribuye al cumplimiento de nuestro objetivo específico el cual es integrar un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) para controlar y monitorear nuestra variable de estudio (consistencia) y así tener un proceso estable.

Pico et al. (2019), en su artículo de investigación desarrollada en la ciudad de Quevedo - Ecuador, planteó como objetivo identificar problemas y oportunidades de mejora que aumenten la eficiencia y productividad en la empresa Termopichincha Quevedo II CELEC EP, con un método de investigación inductivo de observación – analítico, teniendo como resultados que la empresa tiene un nivel 5 de automatización esto gracias a que la mayoría de los procesos son automatizados, sin embargo el proceso de recepción de combustible y agua cruda requiere mejora, de esta manera se concluye una propuesta de mejora en la utilización de una boya industrial la cual minimiza las pérdidas de agua. Esta investigación contribuye a nuestro trabajo porque nos brinda la posibilidad de llevar nuestro estudio hacia un enfoque de la industria 4.0, puesto que, la meta a largo

plazo es la supervisión e inspección de todo el proceso de forma remota, desde cualquier parte del mundo.

Altamirano y Shuguli (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad de Quito, tuvo como objetivo el desarrollo de un sistema web que controle los procesos productivos de manera interna en la empresa Edinacho, así mismo implementando metodologías de desarrollo los cuales contribuyeron a la creación de un sistema confiable en la optimización de tiempos en la producción de las áreas involucradas, empleando un método inductivo y dos técnicas de investigación (observación – entrevista), como resultados se pudo verificar que la diversas áreas presentan una ineficiencia en sus procesos dado que no cuentan con un sistema automatizado, sin embargo se pudo concluir que la implementación de un software para el control automatizado de la producción permite un adecuado funcionamiento. Esta investigación contribuye al estudio del método y de la técnica de investigación (observación), la cual utilizaremos en el procedimiento de nuestra investigación.

Quintero y Cedeño (2006), en su investigación titulada diseño de un analizador de porcentaje de FREENESS y consistencia de pasta papelera desarrollada en la ciudad de Santiago de Cali – Colombia, tuvieron como objetivo, diseñar un analizador de porcentaje de drenaje en línea y un medidor de consistencia de pasta para la máquina productora de papel en la empresa PROPAL S. A., los autores utilizaron la metodología de diseño mecatrónico porque es un método confluyente partiendo desde las necesidades de la empresa hasta el diseño del prototipo fiable y funcional; obteniendo como resultados que el FREENESS (drenabilidad de la pulpa) y la consistencia de la pasta de papel sea más estable de acuerdo a los valores asignados en el proceso, para así facilitar su medición y de esta forma hacerla más confiable y robusta. Este aporte contribuye a nuestra investigación por el tipo de método a usar para realizar nuestro diseño de un sistema automatizado donde la variable de consistencia a controlar sea constante y estable en el tiempo, de acuerdo a los valores que se le asigne.

En una investigación realizada en la empresa Kimberly Clark Venezuela del sector paplero, se estudió diversas variables presentes en el proceso de producción de papel, entre ellas la variable consistencia; donde los autores plantearon una propuesta viable de un sistema de control automático para el procesamiento de la

materia prima con la finalidad de aumentar la productividad de dicha materia; aplicando una metodología de ejecución por fases; obteniendo como resultados la identificación de fallas en distintas variables de control del proceso producido por la falta de un método de control automático robusto y confiable, así mismo con el desarrollo del nuevo sistema se mejoró las condiciones de trabajo del personal y se obtuvo un mejor control y monitoreo de las variables que interactúan en el proceso (Blanco y Flores, 2011). Mediante la contribución de esta investigación, la identificación de la falla en la variable de consistencia será de gran valor para el diseño del sistema automatizado para estabilizar el proceso.

Taco (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad de Arequipa, tuvo como objetivo, aplicar el sistema de control distribuido (DCS), con fines estudiantil demostrando ventajas importantes al emplear un método experimental - didáctico con dos variables a controlar, el experimento fue realizado en el Laboratorio de Control y Automatización de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, donde desarrollaron un SCADA, el cual es un sistema que controla, monitorea y supervisa los procesos; este sistema está conectado a los PLC y a los variadores de frecuencia. Como resultado se obtuvo que la elección y configuración del variador de velocidad es importante para el control del motor, dado que regula el flujo de agua de la bomba, evitando de esta manera desgaste y averías; por último, concluyeron que para el proceso a través del SCADA, se tiene que utilizar un servidor OPC que permita una comunicación fluida con los demás elementos. Esta investigación aporta al estudio de la integración del PLC con el sistema SCADA, así de esta manera poder controlar y estabilizar las variables del proceso de preparación de pasta en una fábrica papelera.

Alcocer, et al. (2020), en su artículo científico, definen a la automatización industrial como un pilar indispensable para la competitividad en el sector productivo, aplicando el uso de distintas tecnológicas con la única finalidad de controlar y monitorear un infinito número de procesos industriales sin la necesidad de la intervención humana, adicional a eso, solucionar problemas como, paradas imprevistas por fallas en equipos, baja productividad y calidad en los procesos.

Fletcher et al. (2020), señaló que la automatización permite integrar las capacidades humanas y tecnológicas con el fin de explotar sus fortalezas y trabajar de manera conjunta para mejorar la eficiencia en los procesos industriales, reduciendo de esta forma los costos, peligros, mejorando la calidad del proceso y aumentando la productividad. Por su parte, Svensson, Fundin y Carlsson (2018), especificaron que los sistemas deben adaptarse a los cambios e incorporar la capacidad de disponibilidad, costo y rendimiento, para ello es importante la automatización, sin embargo, se debe abordar las particularidades que se presentan en cada área. Además, García (2001) indicó que la automatización agrupa conjuntos de ciencias teóricas y tecnológicas las cuales intervienen en la concepción, construcción y manejo de los sistemas automatizados;

De forma similar un sistema automatizado se encuentra formado por dos partes:

Parte operativa: Está enfocada directamente en la máquina provocando que lleven a efecto la producción y estos cuentan con actuadores y sensores que lo integran.

Parte de mando: Esta parte tiene un Controlador Lógico Programable por sus siglas en inglés PLC el cual es un elemento fundamental para el sistema, dado que este debe comunicarse con los demás sistemas que ejecutan la producción.

De igual importancia, Barrientos y Gambao (2014), nos explica los tipos de sistemas de automatización, la cual se encuentra dividida en automatización rígida; la cual se caracteriza por una inversión inicial alta enfocada en las maquinarias, en las líneas de producción con valores altos de productividad y relativa inflexibilidad en cambios enfocados en el proceso de producción; y por otro lado se encuentra la automatización flexible; que se caracteriza por una inversión en los sistemas de control, la cual es más flexible ante cambios de diseño de productos. Este aporte contribuye a la elección del tipo de sistema automatizado que se diseñará, en ese sentido nuestra investigación estará alineado al tipo flexible, la cual tendrá como característica la flexibilidad ante los cambios de procesos por cada producto a producir.

Como dimensiones del sistema automatizado en los procesos industriales, se consideró el aporte de los autores como Barrientos y Gambao (2014), de esta forma se puede considerar a los procesos; lo cual se define como la conversión de una materia prima a un producto terminado, el cual debe ser realizado de manera

secuencial disminuyendo así la intervención de los operarios; los indicadores a tomar en cuenta serán representativo, rentable, confiable y relativo en el tiempo. Por otro lado, se consideró también como dimensión, la producción; y corresponde a la mezcla del volumen de la producción con la cantidad de productos que se puedan realizar, y esto impacta significativamente en el área de producción; se tomará como indicadores; fórmulas, unidades, actividades o procesos.

Finalmente se evaluó la siguiente dimensión que es el rediseño, y se encontró aportes de Serrano y Ortiz (2012), quienes se basan en la descripción de los procesos, enfocándose en procesos críticos, analizando el valor de cada etapa, inquiriendo obtener resultados esperados, reduciendo los tiempos de parada por falla y mejorando la línea productiva; tomando como indicadores a la cantidad de procesos y el índice de procesos rediseñados. Por consiguiente, este aporte contribuirá a diseñar un sistema automatizado enfocado en la etapa de preparación de pasta papelera a base de cartón y papel reciclado, el cual es una etapa clave dentro del proceso de fabricación de papel.

Núñez (2008), en su investigación titulada Pulpa y Papel realizada en Argentina, define a la pasta de papel como mezcla de pulpa y agregados junto a otros aditivos químicos lista para entrar en la máquina de papel. En ese sentido, La Dirección General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas del Estado Peruano en su estudio titulado Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético en la Industria Papelera menciona que la pasta de papel cartón y/o papel reciclado es preparada en una máquina llamada pulper o desintegrador, el cual es un equipo semejante a una gran licuadora donde se mezcla agua con la pulpa de papel; así mismo, el pulper tiene la función de desintegrar las pacas (fardos) de cartón y papel reciclado para conseguir una suspensión fibrosa diluida en agua que permita continuar con el proceso.

Con la finalidad de profundizar sobre las variables de estudio, se realizó una revisión bibliográfica donde La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía de México (2009) definen a la consistencia de pasta papelera como “el peso dado en porcentaje (%) de material seco a la estufa con respecto al peso total de una suspensión de pulpa”. Del mismo modo, para Miranda y Mendoza (2014) la consistencia se mide en porcentaje y consiste en la concentración de celulosa (fibra

seca) que se encuentra suspendida en una porción de líquido. Para Blanco y Flores (2011), la consistencia de pasta es un factor relevante en el proceso de preparación de pasta y debe estar acorde a las exigencias del proceso y a los parámetros establecidos. En ese mismo sentido, León y Fuentes (2012), mencionan que la consistencia de pasta es una variable crítica en el proceso de formación del papel y debe estar controlada de una manera estricta. También Forestal (2012) lo define como la concentración de material fibroso contenida en una porción de pasta; y es un parámetro que interfiere en la capacidad al refinado.

En cuanto a la variable, control de consistencia de pasta papelera, se encontró algunos aportes de Blanco y Flores (2011) quienes lo dimensionan de la siguiente manera: el control automático que se refiere a la agrupación de distintos elementos físicos conectados entre sí, y que interactúan por sí mismos sin la intervención de agentes externos, incluida la intervención humana, corrigiendo y controlando los errores que se presenten en su funcionamiento.

Rakesh et al. (2020), define al PID (acrónimo de proporcional, integral, derivativo) como una herramienta de control con un lazo retroalimentando el sistema con información continua para regular distintas variables de un proceso, como, por ejemplo, la temperatura, el flujo, el nivel, la consistencia, presión, la velocidad, entre otras.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

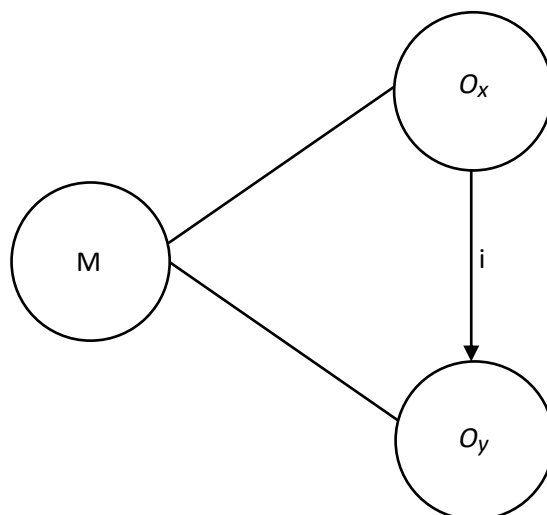
Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada según su finalidad, dado que se evalúa el conocimiento brindado por diversos investigadores para dimensionar y construir los instrumentos (Ortega, 2017); por ende, esta investigación será aplicada porque se buscará resolver el problema de la irregularidad de la consistencia en el proceso de preparación de pasta (pulpa) para la fabricación de papel, en base a conocimientos previamente adquiridos.

Y se analizará el diseño de la variable a partir de un análisis cuantitativo (Hernandez y Mendoza, 2018); porque se tiene una hipótesis y se efectuará la recolección de datos para luego ser analizados.

Diseño de investigación

Se empleó para esta investigación un diseño no experimental, porque no se manipulará la variable automatización en procesos industriales, solo se diseñará la propuesta de mejora. Así mismo, el estudio fue realizado de manera transversal porque los parámetros de diseño serán tomados en un determinado tiempo, momento y con la misma muestra.



Dónde:

M: Muestra

O_x: Observación de la variable automatización de los procesos industriales

O_y: Observación de la variable control de consistencia de pasta

i: Incidencia de automatización de los procesos industriales en el control de la consistencia de pasta.

3.2 Variables y operacionalización

Variable 1: Sistema automatizado en los procesos industriales

Es la variable independiente de categoría cuantitativa. Para Fletcher et al. (2020), la automatización permite integrar las capacidades humanas y tecnológicas con el fin de explotar sus fortalezas y trabajar de manera conjunta para mejorar la eficiencia en los procesos industriales, reduciendo de esta forma los costos, peligros, mejorando la calidad del proceso y aumentando la productividad.

Variable 2: Control de consistencia de pasta papelera

Variable dependiente en la investigación, de categoría cuantitativa. Según Miranda y Mendoza (2014) la consistencia se mide en porcentaje y consiste en la concentración de celulosa (fibra seca) que se encuentra suspendida en una porción de líquido.

Operacionalización:

La variable de estudio fue operacionalizada, describiendo la definición conceptual y operacional, basadas en los aportes de investigadores (anexo 1).

3.3 Población, muestra y muestreo

La población es el conjunto de procesos industriales de empresas productoras de papel en el Perú.

- **Criterios de inclusión:**

Todas las empresas que producen papel, usando como materia el cartón y papel reciclado.

- **Criterios de exclusión:**

Empresas que no utilizan un pulper para el proceso de preparación de pasta de papel.

Muestra:

La muestra de estudio para esta investigación, ha sido considerada por conveniencia, de esta forma se planteó estudiar el proceso de preparación de pasta de la empresa productora de papel TRUPAL S. A.

Muestreo:

No probabilística, por conveniencia.

Unidad de análisis:

Para la siguiente investigación se considera el proceso de preparación de pasta en la empresa productora de papel TRUPAL S. A.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el presente trabajo la técnica e instrumento a utilizar fue una ficha de observación, con énfasis en las siguientes dimensiones de proceso, producción y rediseño.

Tabla 1. Técnica e instrumentos para la investigación de la variable independiente.

Variable Independiente	Dimensión	Técnica	Instrumento
Sistema automatizado en los procesos industriales de una empresa productora de papel	Procesos	Observación	Ficha de Observación
	Producción	Observación	Ficha de Observación
	Rediseño	Observación	Ficha de Observación

Tabla 2. Técnica e instrumentos para la investigación de la variable dependiente.

Variable Dependiente	Dimensión	Técnica	Instrumento
Consistencia de pasta de papel	Medición de consistencia	Observación / Formulario	Ficha de Registro

Para la recolección de datos se aplicó una ficha de registro en el área de producción de la empresa en estudio, donde se evaluó las dimensiones de procesos, producción y rediseño.

3.5 Procedimientos

Para poder realizar un adecuado procedimiento y recolección de datos, primero se inició con la autorización correspondiente de la empresa papelerera; luego de su aprobación para el desarrollo de la investigación, se ejecutaron los instrumentos de recolección de datos para realizar un diagnóstico y analizar lo que sucede en el área de Hydrapulper, para luego identificar las actividades de los procesos y su impacto, todo ello por medio del uso de herramientas como el diagrama de flujo y el diseño de la planta productiva. Previamente se coordinó con la empresa de estudio para la realización de la investigación de la variable dentro de su área de Hydrapulper, sin afectar sus procedimientos.

3.6 Método de análisis de datos

De tal manera, para realizar un adecuado análisis de información y recolección de datos se emplea una estadística descriptiva, en el cual se presentarán los resultados obtenidos, mediante figuras y tablas, todo por medio del programa de Excel, con la finalidad de evidenciar el instrumento realizado hacia la población de estudio.

3.7 Aspectos éticos

Por otro parte se ha tomado en cuenta la estructura brindada por la Universidad César Vallejo, utilizando las normas ISO 690, el contenido de

la investigación fue realizado en prosa y parafraseo, de esta forma se pretende proteger el derecho de los autores citados en el estudio, así mismo para la investigación se usó el software anti-plagio Turnitin, con el cual se verificará el porcentaje de similitud.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos después de haber empleado el instrumento de investigación a la muestra correspondiente, se podrán observar a continuación:

Objetivo Específico 1

Analizar la situación actual del área HYDRAPULPER para conocer el proceso de preparación de pasta papelera.

Tabla 3. Cantidad de variables de procesos en el área de HYDRAPULPER

VARIABLES DE PROCESO	ni	Porcentaje (%)
Consistencia	2	18%
Flujo	2	18%
Nivel	3	27%
Presión	3	27%
Temperatura	1	9%

Nota: ni: número de variables

Interpretación

En la presente tabla se identificó las distintas variables que intervienen en el proceso de preparación de pasta. La cantidad total de variables es 11; de las cuales 2 variables son de consistencia y representan el 18% de la cantidad total; de flujo son 2 variables y representan el 18% del total; 3 variables son de nivel y 3 variables representan el 27% cada una del total; se encontró una variable de temperatura y esta representa solo el 9% del total de variables.

Tabla 4. Número de variables en el proceso de preparación de pasta

VARIABLES DE PROCESO	ni	Porcentaje (%)
Consistencia de pasta de envío a máquina	1	9.1%
Consistencia de pasta tanque pulmón	1	9.1%
Flujo de pasta papelera a máquina	1	9.1%
Flujo de agua al tanque de agua blanca	1	9.1%
Nivel del pulper	1	9.1%
Nivel del tanque de agua blanca	1	9.1%
Nivel del tanque de pasta	1	9.1%
Presión de pasta a la zaranda Black Clawson	1	9.1%
Presión de pasta en el Cyclón	1	9.1%
Presión de pasta entrada tanque pulmón	1	9.1%
Temperatura de aceite del motorreductor del pulper	1	9.1%

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Interpretación

La tabla 4 presenta a detalle las variables que intervienen en el proceso de preparación de pasta. Todas ellas representan el 9.1% de la cantidad total de las variables. De las cuales la de consistencia de pasta de envío a máquina, el nivel del pulper y presión en la zaranda de Black Clawson son las más importantes.

Tabla 5. Criticidad de las variables en el proceso de preparación de pasta

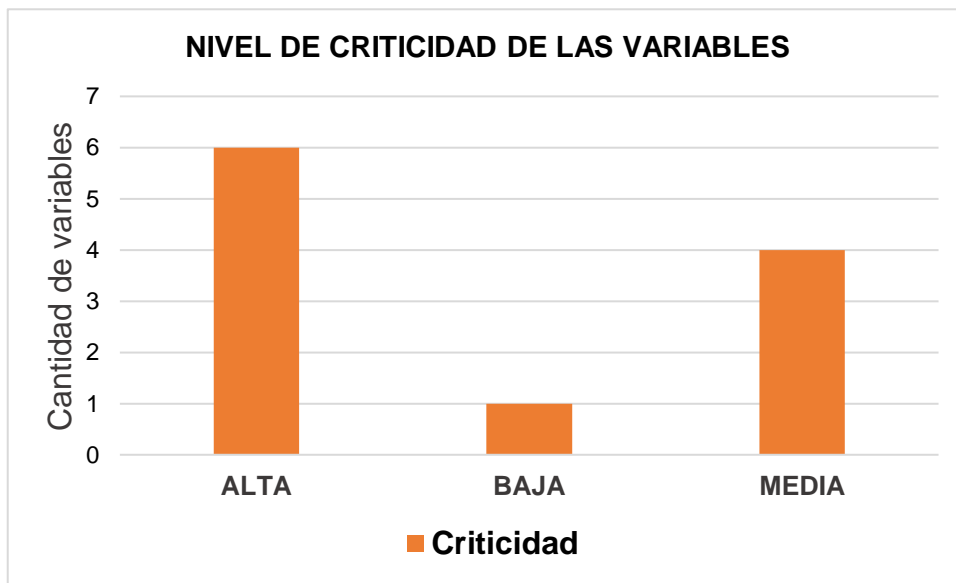
VARIABLES DE PROCESO	Criticidad	Porcentaje (%)
Consistencia	Alta	18%
Flujo	Media	18%
Nivel	Alta	27%
Presión	Media	27%
Temperatura	Baja	9%

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Interpretación

En la tabla 5 se describe el nivel de criticidad de las variables que intervienen en el proceso de preparación de pasta; donde la consistencia y el nivel cuentan con la criticidad alta; el flujo y la presión tienen el nivel de criticidad media y por último la variable de temperatura tiene un nivel de criticidad baja por ser una variable de indicación.

Figura 1. Nivel de criticidad en el proceso de preparación de pasta



Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Interpretación

En la figura 1 se presenta mediante barras la cantidad de variables correspondiente al nivel de criticidad. Donde 6 variables son altamente críticas, 4 variables tienen una criticidad media y solo existe una variable de proceso que tiene un nivel crítico bajo.

Tabla 6. Tipo de control de las variables en el proceso de preparación de pasta

VARIABLES DE PROCESO	CONTROL	ni
Consistencia	Manual	2
Flujo	Manual	3
Nivel	Automático	3
Presión	Manual	2
Temperatura	Manual	1

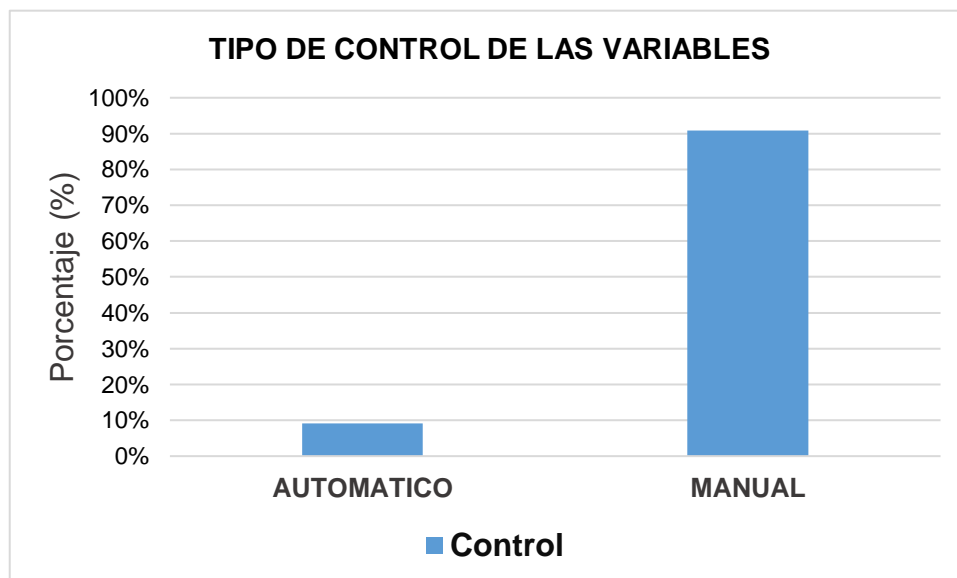
Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla 6 se presentan el tipo de control que existe, donde solo una variable perteneciente al nivel del pulper se encuentra automatizada. Las variables restantes son controladas manualmente.

Figura 2. Porcentajes de las variables de acuerdo al tipo de control



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la figura 2, se presentan en barras el control automático de una variable que representa el 9% del total de las variables; y una barra del control manual que representa el 91% del total de las variables.

Tabla 7. Método de medición de las variables de proceso

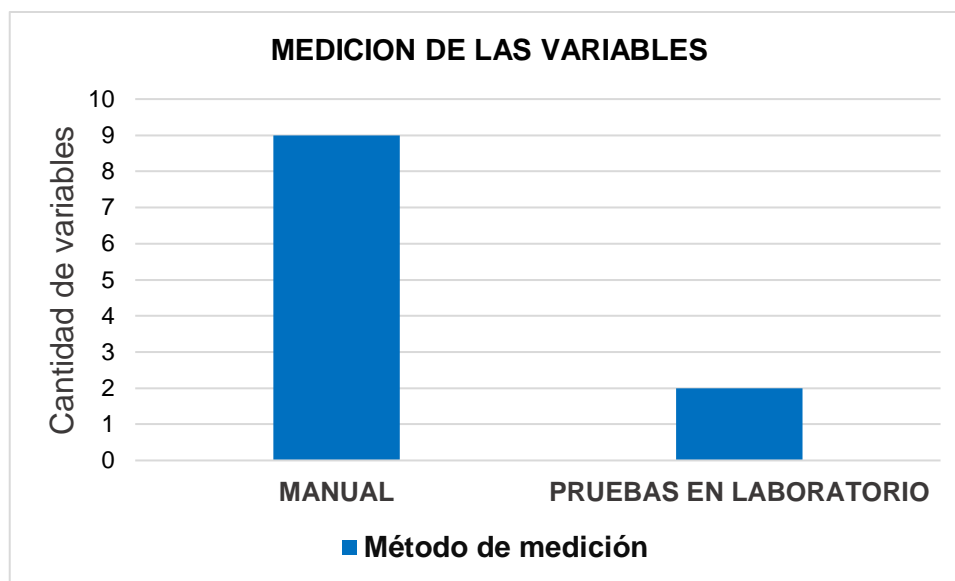
VARIABLES DE PROCESO	MÉTODO	PORCENTAJE (%)
Consistencia	Pruebas en laboratorio	18%
Flujo	Manual	18%
Nivel	Manual	27%
Presión	Manual	27%
Temperatura	Manual	9%

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Interpretación

En la tabla 7 se presenta el método de medición usado en cada variable de proceso, donde la medición de consistencia se realiza en el laboratorio de la empresa en estudio mediante pruebas; las demás variables se miden de manera manual, usando la experiencia del operador.

Figura 3. Cantidad de variables de proceso de acuerdo al tipo de medición



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La figura 3, muestra un gráfico de barras donde se presentan la cantidad de variables medidas; donde existen 9 variables que se miden manualmente y 2 variables que se miden mediante pruebas de laboratorio.

Tabla 8. Equipos o instrumentos de medición de las variables de proceso

VARIABLES DE PROCESO	EQUIPO / INSTRUMENTO	Porcentaje (%)
Consistencia	Pruebas en laboratorio	18%
Flujo	No existe	18%
Nivel	No existe	27%
Presión	No existe	27%
Temperatura	No existe	9%

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Interpretación

En la tabla 8 se presentan los equipos y/o instrumentos usados en la medición de las variables de proceso. Donde solo la variable de la consistencia se mide usando

equipos e instrumentos de laboratorio, y en las variables restantes no existe ningún instrumento de medición, solo la experiencia del operador.

Tabla 9. Supervisión y monitoreo de las variables de proceso

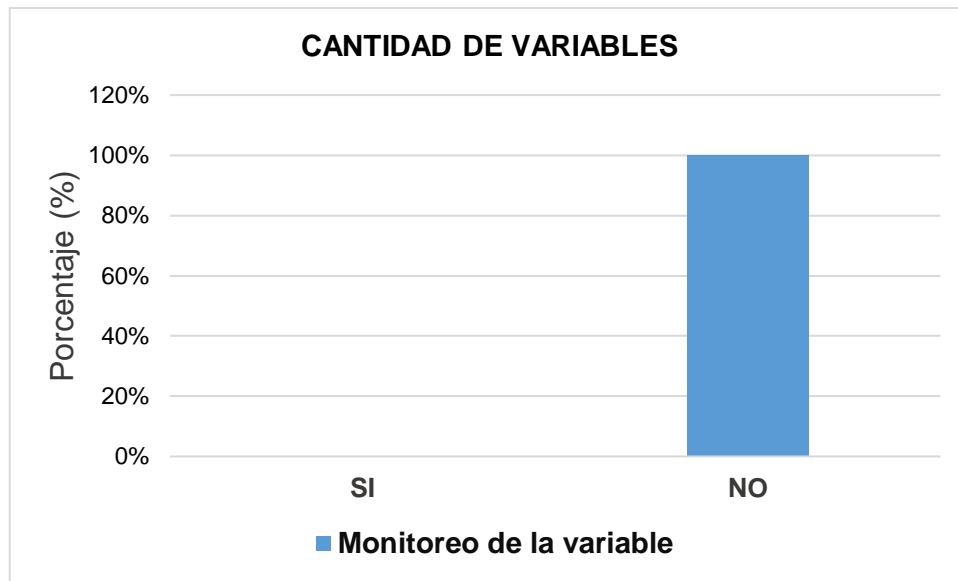
VARIABLES DE PROCESO	MONITOREO	PORCENTAJE (%)
Consistencia	No	18%
Flujo	No	18%
Nivel	No	27%
Presión	No	27%
Temperatura	No	9%

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Interpretación

En la tabla 9, se refiere a la existencia de un sistema de monitoreo y supervisión; en la cual, ninguna variable cuenta con ese sistema; no existe ningún registro.

Figura 4. Porcentaje de variables de proceso monitoreadas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

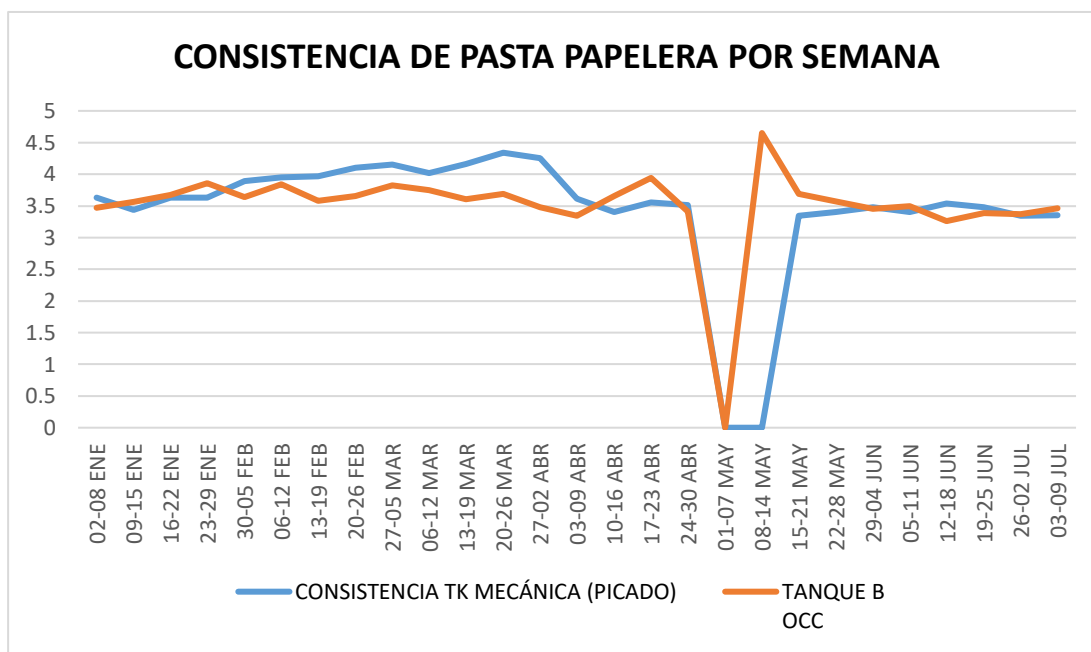
La figura 4, refiere al porcentaje de variables que no cuentan con un sistema de monitoreo, y esto representa al 100% del total.

Objetivo específico 2

Determinar los parámetros de control y los rangos de valores para el control de consistencia de pasta.

El valor de la consistencia se recolectó de las pruebas y medidas realizadas desde el mes de enero. Toda esa información se sintetizó y se procesó en una tabla, a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Figura 5. Consistencia en los tanques de Pasta papelera.



Nota: Información procesada de los datos recopilados.

Interpretación

La figura 5 muestra el valor promedio de la consistencia de pasta papelera que llega los tanques Mecánica (cartón picado) y al tanque B de recepción de pasta. El gráfico muestra la tendencia de la variable de proceso que es la consistencia durante las 27 semanas del año. En el grafico se observa un pico alto en el valor de la consistencia del tanque B, llegando a los 4.7% de consistencia de pasta papelera. Los valores de 0% se debe a que en dicha semana se realizaron mantenimiento en la planta, razón por la cual no hubo producción.

Después de procesar la información recolectada y con un consenso con el área de calidad de la empresa en estudio se obtuvieron los siguientes resultados;

Donde:

- Consistencia de pasta papelera máxima: 4.0%
- Consistencia de pasta papelera mínima: 3.0%

Y se definió el valor del parámetro de control de la consistencia de pasta papelera en **3,5%**, el se le considera como el valor óptimo.

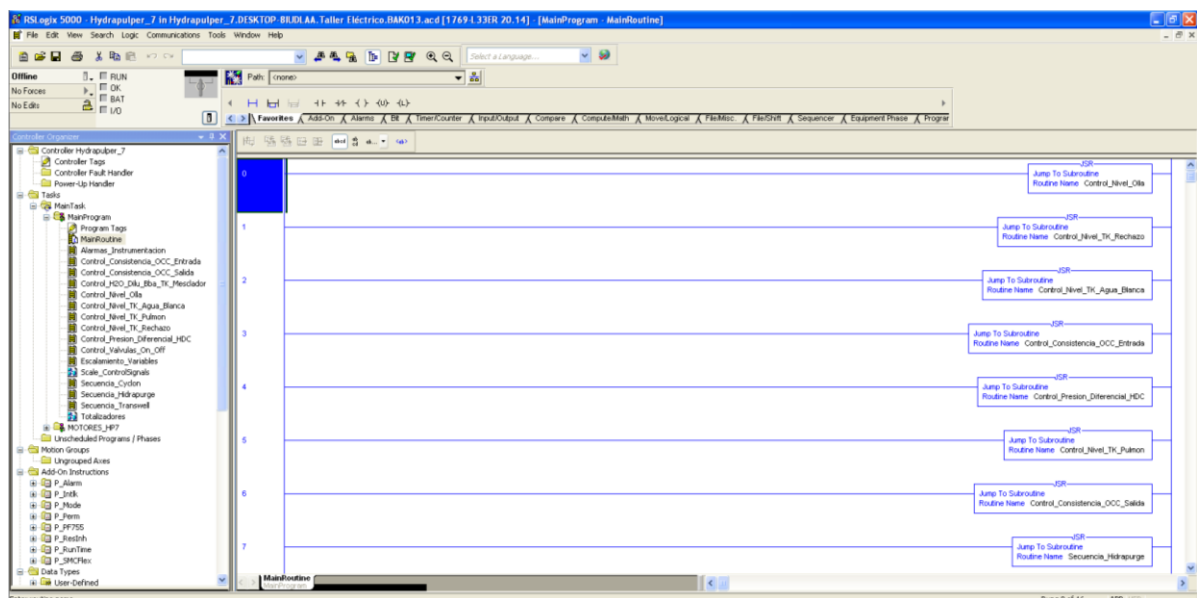
Objetivo específico 3

Diseñar el sistema automatizado y el programa del autómatas programable utilizando bloques PID.

Para el cumplimiento del objetivo 3 se utilizó el Software de programación RSLogix 5000. El cual es una herramienta usada para la configuración y programación de los Controladores Lógicos Programables, tales como, ControlLogix, CompactLogix, GuardLogix, SoftLogix y DriveLogix de la marca Allen-Bradley.

A continuación, se presentan los elementos más importantes que intervienen en el diseño del programa del autómatas programable usando bloques PID.

Figura 6. Rutina Principal JSR para el llamado a las subrutinas.

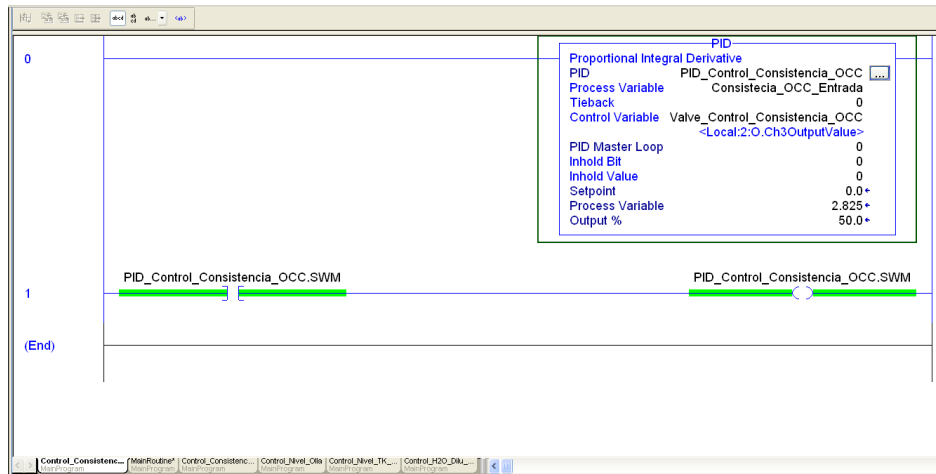


Nota: Información recolectada del software de programación.

Interpretación:

Para diseñar el programa de control del sistema automatizado se utilizó el Software de programación RSLogix5000. En el cual mediante el uso de bloques de JSR que se encuentran en la MAIN ROUTINE (Rutina Principal) se realiza el llamado a las subrutinas de los bloques PID, así como se muestra en la figura 6.

Figura 7. Bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.



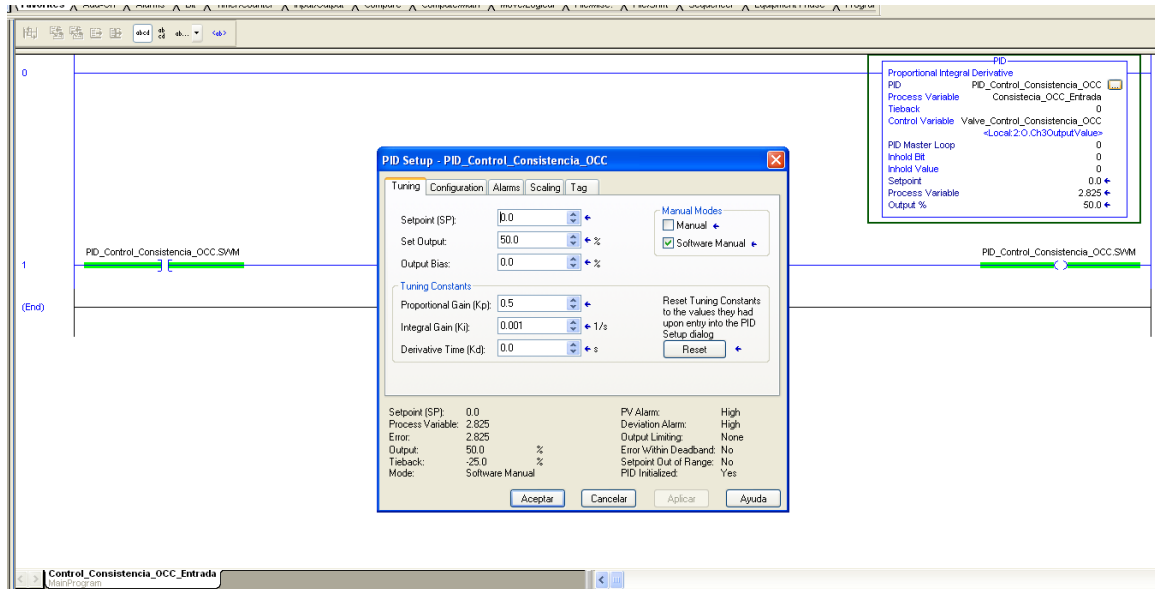
Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la figura 7, se observa el bloque PID que tiene por título PID_Control_Consistencia_OCC. OCC, su significado en español es reciclado de cartón corrugado. Dentro del bloque nuestra Variable de Proceso (Process Variable) es Consistencia_OCC_Entrada. El control de la variable (Control Variable), se realiza con una Válvula de Control de Consistencia de OCC (Valve_Control_Consistencia_OCC), esta válvula controla el ingreso de agua al tanque para mantener el valor de la consistencia estable. La salida de la señal está direccionada en el canal 3 del segundo módulo, el cual es representado por Local:2:O.Ch3OutputValue dentro del bloque PID. En el bloque PID, también se visualiza el Setpoint que es el valor deseado; el Process Variable es la variable de proceso que mide el equipo y por último el Output % que es el porcentaje de salida de la válvula (elemento final de control). El contacto Normalmente Abierto (NO) llamado PID_Control_Consistencia_OCC.SWM es un Bit Auxiliar que activa la

Bobina Auxiliar PID_Control_Consistencia_OCC.SWM, el cual cambia el tipo de control del Bloque PID. Cuando está activado el bloque PID pasa a modo manual.

Figura 8. Configuración del bloque PID del Control de Consistencia de Pasta.

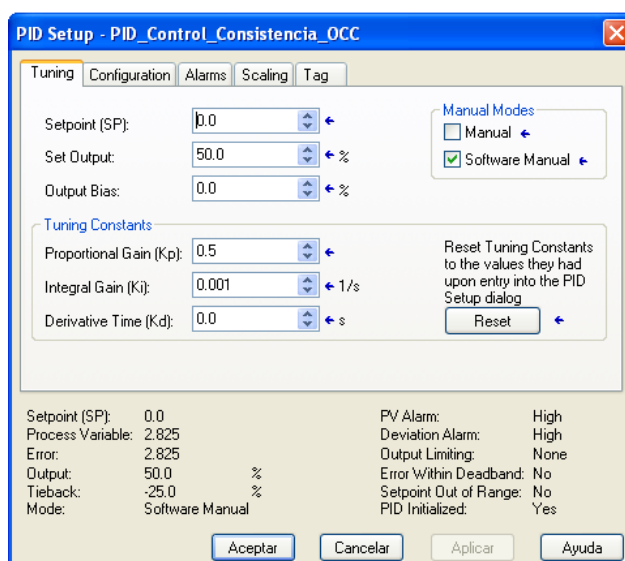


Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la figura 8, se muestra la ventana de configuración del bloque PID. Observamos la opción de Tunig (Sintonización), donde ajustamos la ganancia proporcional (Proportional Gain), la ganancia integral (Integral Gain) y el tiempo derivativo (Derivative Time) el cual son los componentes del mecanismo de control que calcula la diferencia entre nuestra variable real contra la variable deseada. El Setpoint (SP) es el valor deseado, el Set Output es el valor en porcentaje (%) del elemento final de control.

Figura 9. Configuración del bloque PID, opción del Tuning.

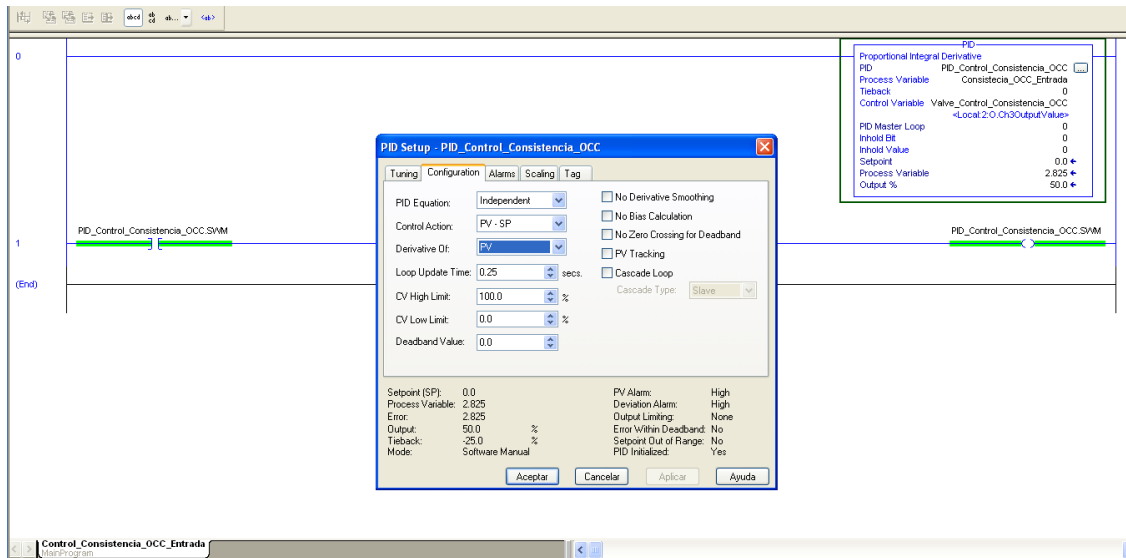


Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

Cuando hacemos clic en los 3 puntos suspensivos del bloque PID, nos sale una ventana de configuración del bloque que consta de 5 opciones: Tuning (Sintonía), Configuration (Configuración), Alarms (Alarmas), Scaling (Escalamiento) y Tag (Etiqueta). La opción Tuning es para configurar los valores de la Ganancia Proporcional (Kp), Ganancia Integral (Ki) y el Tiempo Derivativo (Kd). Además, se puede visualizar el lazo de control y los valores cuando el software se encuentre conectado al autómata, así como se muestra en la figura 9.

Figura 10. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.

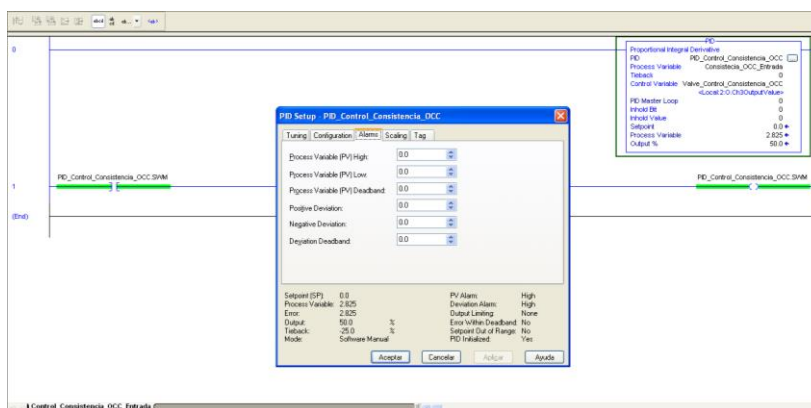


Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la figura 10 se muestra la opción de Configuración (configuración), donde se muestra la Acción del Control (Control Action) y los límites de salida del CV (%) que es el elemento de final de control. Los límites son CV High Limit (Límite alto), y CV Low Limit (Límite bajo).

Figura 11. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.

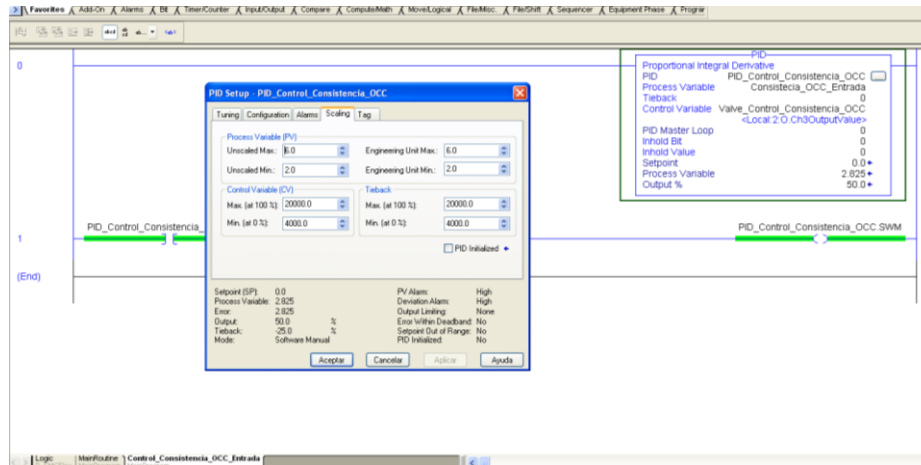


Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la figura 11 se muestra la opción de configuración de alarmas. Para esta variable no fue necesario configurar las alarmas de aviso.

Figura 12. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.

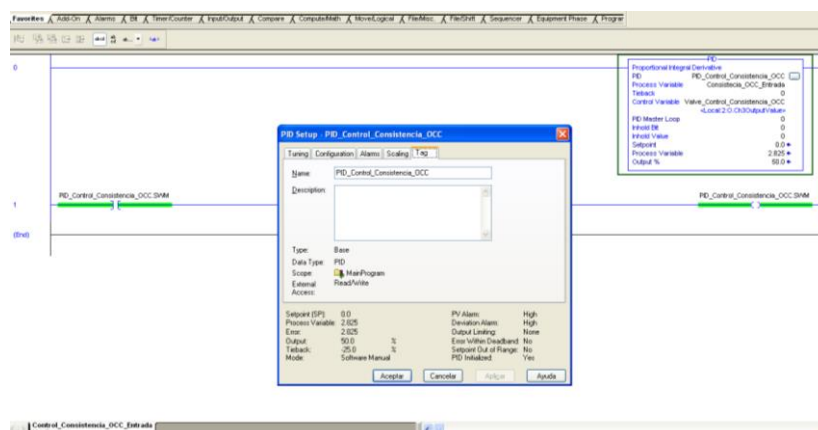


Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la figura 12 se muestra la opción del Scaling (Escalamiento). La variable de consistencia de pasta se escaló de 2 a 6 (%). Donde 2% es el LRV (Low Range Value – Valor de Bajo de Rango) y 6% es el URV (Up Range Value – Valor de Rango Alto).

Figura 13. Configuración del bloque PID del control de consistencia de entrada de pasta papelera.

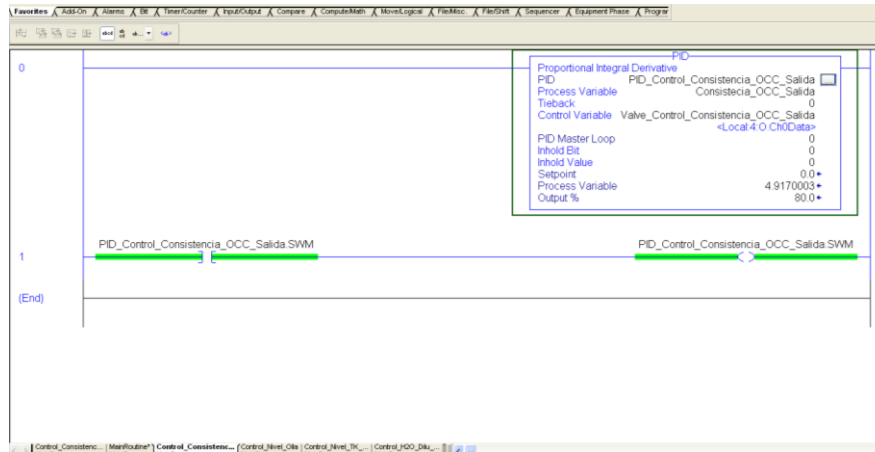


Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la opción de Tag que se muestra en la figura 13, se refiere al nombre o tageado del bloque de control PID. Es el nombre de referencia usado en el programa para ser identificado.

Figura 14. Bloque PID del control de consistencia de salida de pasta papelera.



Nota: Información recolectada del software de programación RSLogix5000.

Interpretación:

En la figura 14, se observa el bloque PID que tiene por título PID_Control_Consistencia_OCC_Salida. Dentro del bloque nuestra Variable de Proceso (Process Variable) es Consistencia_OCC_Salida. El control de la variable (Control Variable), se realiza con una Válvula de Control de Consistencia de OCC (Valve_Control_Consistencia_OCC), esta válvula controla el ingreso de agua al tanque para mantener el valor de la consistencia estable. La salida de la señal está direccionada en el canal 0 del cuarto módulo, el cual es representado por Local:4:O.Ch0Data dentro del bloque PID. En el bloque PID, también se visualiza el Setpoint que es el valor deseado; el Process Variable es la variable de proceso que mide el equipo y por último el Output % que es el porcentaje de salida de la válvula (elemento final de control).

Objetivo específico 4

Analizar el costo beneficio de la propuesta de la automatización para el control y monitoreo de la consistencia en el proceso de preparación de pasta. Para realizar el análisis se consideró los precios de los componentes y elementos que conforman el sistema automatizado. A continuación, se detallan la lista de los equipos:

Transmisor de nivel para ser usado en el tanque de pasta, y en el tanque de agua blanca. Información más detallada en anexo 12.

Figura 15. Transmisor de nivel de diafragma.



Listo para enviar En stock Envío rápido

Brida de 2", 3051 hart, tipo 4 ~ 20mA, transmisor de nivel de agua, precio/sensor con bajo costo

225,00 US\$ / Set | 2 Set/Set/s (Min. Order)

Personalización: Logotipo personalizado (La orden mínima: 1 Piezas)

[Proveedor de contacto](#) [Chat ahora](#) [Ver detalles del producto](#)

Nota: Recuperado de Instrumentos de medición de www.alibaba.com

Transmisor de nivel tipo sonda o radar para ser usado en el sistema de desintegración del cartón reciclado o también llamado pulper.

Figura 16. Transmisor de nivel tipo radar.



Listo para enviar En stock Envío rápido

Transmisor de nivel de agua HCCK 65, para sistema de medición de nivel de tanque, presión atmosférica, 4-20ma, HART/RS485, MODBUS

1 - 29 es	30 - 49 es	50 - 499 es	>= 500 es
454,00 US\$	453,00 US\$	452,00 US\$	450,00 US\$

Personalización: Embalaje personalizado (La orden mínima: 100 Piezas)
 Personalización gráfica (La orden mínima: 100 Piezas)
 Logotipo personalizado (La orden mínima: 100 Piezas)

[Proveedor de contacto](#) [Chat ahora](#) [Ver detalles del producto](#)

Nota: Recuperado de Instrumentos de medición de www.alibaba.com

El transmisor de nivel es un sensor de nivel de radar de alta frecuencia de 26G. Este instrumento industrial tiene la capacidad de realizar mediciones de hasta 73 metros. Además, tiene incorporado protocolo de comunicación industrial.

Transmisor de flujo para ser usado en el flujo de pasta papelerera es de un tipo electromagnético con una configuración de rango de hasta 2000 GPM.

Figura 17. Transmisor de flujo para pasta papelerera y flujo de agua.



Nota: Recuperado de transmisores de flujo de <https://pe.wiautomation.com/>
El transmisor de consistencia es de tipo paleta el cual su funcionamiento se basa en el principio de contacto por transferencia mecánica.

Figura 18. Transmisor de consistencia KC/3 tipo paleta.



Nota: Recuperado de analizadores de consistencia de www.engematic.com.br
Tiene un costo promedio de S/ 23000, según registro SAP de la empresa de estudio mostrado en la siguiente figura.

Figura 19. Precio del transmisor de consistencia KC/3.

Índice de materiales													
Material	Texto breve de material	UMB	/	TpMt	Precio	Mon.	Grupo art.	ABC	Centro	GCp	CaP	Creado	Última modif.
5668738	TRANSMISOR DE CONSISTENCIA DE PALETA	UND	1	ZERS	23.819,53	PEN	RE010		574	012	PD	MQUISPE	30.09.2022

Nota: Extraído del registro en SAP – Trupal S. A.

Los transmisores de presión diferencial para ser usados en el Cyclón y en las zarandas de filtración de pasta.

Figura 20. Transmisor de presión diferencial tipo diafragma.



Listo para enviar En stock Envío rápido

4-20mA diafragma transmisor de nivel con capilar China nivel transmisor de presión

1 - 99 es **280,00 US\$** >= 100 es **220,00 US\$**

Personalización: Logotipo personalizado (La orden mínima: 1 Piezas)

[Proveedor de contacto](#) [Chat ahora](#) [Ver detalles del producto](#)

Nota: Recuperado de Instrumentos de medición de www.alibaba.com

El transmisor de presión diferencial cuenta con tomas de medición de la variable (presión), lo cual le permite realizar el cálculo y entregar la diferencia de presión como resultado.

Controlador lógico programable se utilizará un Módulo procesador CompactLogix 5370 L1 de la marca Allen Bradley.

Figura 21. Controlador lógico programable CompactLogix 5370.



Compactlogix Allen bradley SKU 1769L18ERMBB1B

1769-L18ERM-BB1B ALLEN-BRADLEY

EN ESTOCK

15,696.53 PEN

- 1 +



Agregar

Calcular costo de envío

Contáctenos

Nota: Recuperado de Controladores lógicos programables de <https://pe.wiautomation.com/>

Fuente de alimentación de 24 VDC, usado para suministrar voltaje a los instrumentos de control del sistema automatizado.

Figura 22. Fuente de alimentación 24 VDC.



Fuente de alimentación Phoenix contact SKU 2866763

2866763 PHOENIX CONTACT - POWER SUPPLY UNIT

18 EN ESTOCK

937.77 PEN

- 1 +

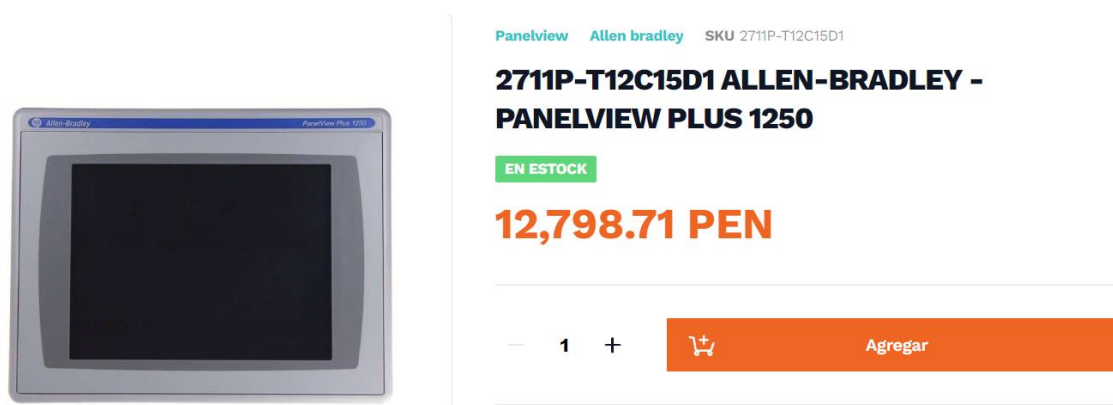


Agregar

Nota: Recuperado de Power supply unit de <https://pe.wiautomation.com/>

El elemento interfaz usado será el HMI Panel View Plus de 10" de la marca Allen Bradley. En su pantalla se mostrará los diversos controles de las variables de procesos y las tendencias en un determinado tiempo.

Figura 23. Interfaz hombre-máquina para monitoreo de las variables.



Nota: Recuperado de HMI industriales de <https://pe.wiautomation.com/>

Para realizar el análisis se emplearon las fórmulas financieras VAN y TIR. En la cual se evaluó la viabilidad y rentabilidad del proyecto con respecto a la Tasa de descuento y el TEA de inversión alternativa. También se realizó el cálculo del tiempo en que tardaremos en recuperar nuestra inversión inicial transcurrido cierto tiempo.

La Fórmula del VAN me permitió identificar si la inversión generará ganancias o no (si es positivo o negativo) y se representa de la siguiente manera:

$$VAN = -I + \sum \frac{FNE}{(1 + i)^n}$$

El VAN es la sumatoria de todos los flujos neto de efectivo dividido entre la suma de 1 más la tasa de descuento elevado a la cantidad de periodo transcurridos, obteniendo así el beneficio neto actualizado y a esto se le resta la inversión inicial. Si el resultado es positivo, obtendré una ganancia.

Los resultados obtenidos más detallados se pueden visualizar en el Anexo 5.

Interpretación:

El proyecto tiene una inversión de 65000 soles, la tasa de descuento es de 10% (esto sería como la tasa de interés pasiva que una entidad financiera pagaría por un depósito). El tipo de periodo es anual y el número de periodos es de 8 años.

En la siguiente tabla se muestra las ganancias proyectadas en cada periodo.

El periodo 0 corresponde a la inversión inicial, el cual representa a la suma de los elementos usados para lo propuesta de mejora y se representa con signo negativo (egreso).

Tabla 10. Ganancias proyectadas en un periodo anual.

Periodo (año)	FNE Proyectado (S/.)	BAN
2022	-65000	-65,000.00
2023	5000	4,545.45
2024	7000	5,785.12
2025	14000	10,518.41
2026	20000	13,660.27
2027	25000	15,523.03
2028	24000	13,547.37
2029	28000	14,368.43
2030	31000	14,461.73

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Se tiene una proyección de ganancia en el primer año de 5000 soles, a este flujo neto de efectivo se le divide entre uno (1) más la tasa de descuento y se eleva a la potencia del número de periodo, en este caso a la potencia uno (1), dando como resultado 4545.45 soles, esto es el BAN (Beneficio actual neto) correspondiente al año 2023. Este mismo cálculo se aplica a todos los FNE proyectados para los siguientes años y una vez obtenidos los BAN de todos los periodos, se suma junto al periodo donde se realizó la inversión inicial (periodo 0), esta sumatoria nos da S/ 27,409.82, que es el VAN, el cual es el valor actual neto. El valor obtenido es positivo, esto quiere decir que la propuesta de mejora es viable. El resultado procesado se obtuvo en una tabla Excel utilizando la siguiente función $VNA = BAN - Inversión\ Inicial$.

La tasa interna de retorno (TIR) nos permitió determinar hasta que porcentaje nos reditúa el proyecto y nos muestra el tipo de interés para que el VAN del proyecto sea igual a cero (0); en otras palabras, indica el porcentaje de beneficio o pérdida

que se obtiene en una inversión dependiendo el tipo de interés. En la siguiente tabla se visualiza los TIR de los posibles porcentajes de las tasas de descuentos y observamos que el valor del TIR, que hace que el VAN sea igual a cero (0), se encuentre entre los porcentajes de 15% y 20%. Todo esto se puede visualizar en la tabla 11, donde se visualiza la tasa de descuento y el VAN con respecto a la tasa de retorno.

Tabla 11. Cuadro de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

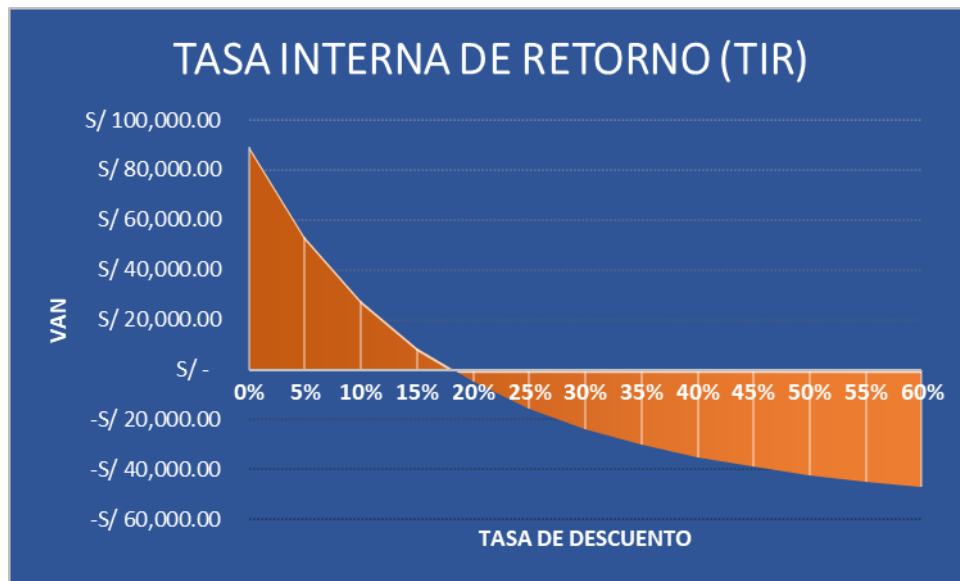
Tasa de descuento	VAN (S/.)
0%	S/ 89,000.00
5%	S/ 53,037.31
10%	S/ 27,409.82
15%	S/ 8,746.60
20%	-S/ 5,116.92
25%	-S/ 15,603.58
30%	-S/ 23,668.97
35%	-S/ 29,967.67
40%	-S/ 34,956.35
45%	-S/ 38,959.04
50%	-S/ 42,209.27
55%	-S/ 44,877.83
60%	-S/ 47,091.34

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Información recolectada de la muestra de estudio

Haciendo uso de la herramienta Excel determinamos el valor exacto del TIR. Aplicamos la fórmula =TIR (C11;K11). Obteniendo como resultado 18%, el cual es el valor que se iguala a cero (0) concluyendo así que la propuesta de mejora es rentable. Esto se puede visualizar a más detalle en la siguiente figura.

Figura 24. Gráfico Tasa Interna de Retorno.



Fuente: Elaboración propia.

Además, para realizar un análisis de costo/beneficio, se necesita saber los valores de producción en cuanto a toneladas procesadas. Estos valores se tomaron de los indicadores de producción de la empresa en estudio.

Tabla 12. Indicadores de producción.

Causas	Indicador actual	Indicador después de Propuesta
	$P_d = T_b * R_p$	$P_d = T_b * R_p$
Bajo ritmo de producción	$P_d = 48.23 \frac{\text{toneladas}}{\text{día}}$	$P_d = 63.8 \frac{\text{toneladas}}{\text{día}}$
	$Ep = \frac{Tsr}{Tse} * 100$	$Ep = \frac{Tsr}{Tse} * 100$
Eficiencia de producción	$Ep = \frac{2770.813}{5185} * 100$ $Ep = 53.44\%$	$Ep = \frac{3952.45}{5500} * 100$ $Ep = 71.86\%$
Costo de compra de repuestos de equipos	Costo de mantenimiento = S/.12000.00 mensual	Costo de mantenimiento = S/. 3050.00 mensual

Nota:

**P_d: Producción diaria*

**T_b: Tiempo base (24 h)*

**R_p: Ritmo de producción*

**T_{sr}: tasa de salida real*

**T_{se}: tasa de salida estándar*

**E_p: Eficiencia de producción*

Analizamos los factores que influyen y tienen consecuencia en los indicadores de producción que son el Bajo Ritmo de Producción, la Eficiencia de Producción y el Costo por compra de repuestos de equipos.

V. DISCUSIÓN

En el objetivo específico 1, se determinó analizar la situación actual del área HYDRAPULPER para conocer el proceso de preparación de pasta papelera. Moros et al (2004), nos explica que para poder analizar una determinada situación se debe de identificar procesos, seleccionar componentes e identificar las distintas actividades, que ayuden al análisis situacional que se desea realizar. En ese aspecto la investigación realizada aportó que 11 es el número de variables que conforman el proceso de preparación de pasta papelera en el área Hydrapulper donde una variable que representa el 9.1% del total es la que tiene un tipo de control automático, sin embargo el 91% del total pertenece a las variables que cuentan con un tipo de control manual, dentro de ellas se encuentran variables críticas como son la consistencia y esto implica un inconveniente y factor grave que afecta el proceso de preparación de pasta papelera y por ende la línea productiva. Además el 100% de las variables del proceso no son monitoreadas en tiempo real y algunas de los instrumentos y/o equipos de medición observados son muy antiquísimos y no cumplen su función correctamente porque presentan defecto por la obsolescencia y es por eso que el sistema con el que se ha estado trabajando ha provocado una deficiencia en los procesos y pérdida de tiempo, por esta razón se determinó proponer un sistema automatizado que mejore el proceso de preparación de pasta papelera en el área de Hydrapulper. Este resultado demuestra la diferencia entre el antes y el después de la implementación de la automatización en una empresa, Gil (2018) en su investigación, encontró que la automatización en los sistemas reduce el riesgo de accidentes en los operarios, mejorando de tal manera su productividad, reduciendo los costos de producción y aumentando la calidad de producto. De esta manera los resultados evidencian como la automatización tiene influencia en una empresa, como lo descrito por Moros et al (2004), quien hizo énfasis en el análisis previo de una determinada situación, para después enfocarse en el desarrollo de propuestas que le permite a la empresa reconocer lo que se encuentra pasando actualmente, así mismo en lo suscitado en la investigación de Gil (2018), es evidente como refleja a la automatización como un aliado clave para el desarrollo de una empresa de manera adecuada.

El objetivo específico 2, se basó en determinar los parámetros de control y los rangos de valores para el control de consistencia de pasta. Donde se estableció los

valores de rango mínimo en 3.0%, el rango máximo 4.0% y el valor óptimo requerido en 3.5% para un buen control de la consistencia de pasta papelera, la cual es una variable de gran importancia y relevante; así como lo menciona Quintero y Cedeño (2006) en su investigación dónde diseñaron un analizador de porcentaje de drenaje en línea y un medidor de consistencia de pasta partiendo desde las necesidades de la empresa para lograr que la consistencia de la pasta de papel sea más estable de acuerdo a los valores asignados en el proceso, y así facilitar su medición y de esta forma hacerla más confiable y robusta. De esta manera nuestra investigación se alinea con los resultados de la investigación de Blanco y Flores (2011) que mencionan que la determinación de diversas variables permite la identificación de distintas fallas en el proceso producido por la falta de un método de control automático robusto y confiable; dentro de estas variables se encuentra la consistencia de pasta papelera, la cual es una variable que es muy necesario ser monitoreada por su alta importancia dentro del proceso de preparación de pasta.

En el objetivo específico 3, consistió en diseñar el sistema automatizado y el programa del autómatas programable utilizando bloques PID. Los bloques PID son instrucciones muy importantes dentro del desarrollo del programa de automatización del proceso de preparación de pasta porque proporciona y realiza una comparación y una alteración continua de la salida dentro de un mecanismo de retroalimentación del lazo de control para controlar con exactitud el proceso, eliminando la variación y aumentando la eficacia. Estos resultados se asemejan a los resultados de la investigación de Rakesh et al (2020), titulada “Una revisión del control PID, métodos de ajuste y aplicaciones” los cuales concluyeron que un sistema con control PID se adapta a diversas aplicaciones donde es necesario automatizar un proceso dentro de la industria, eso debido a que la forma como está estructurada es simple y de fácil implementación; menciona también que un control automatizado con PID permite la integración de un sistema que se autoajuste dependiendo de los cambios de condiciones de la aplicación dentro del proceso. Además, Rajkumar et al (2021), en su investigación titulada “Automatización de Maquinaria Industrial Sostenible mediante PLC” menciona que esta capacidad y funcionalidad de los sistemas que usan bloques PID para el control de variables de procesos seguirán mejorando y evolucionando junto a los Controladores Lógicos Programables.

Por otro lado, como objetivo específico 4, se propuso a realizar un análisis costo beneficio de la propuesta de la automatización para el control y monitoreo de la consistencia en el proceso de preparación de pasta. Se procedió a realizar mediante el uso de las herramientas de análisis financiero VAN y TIR; con estas fórmulas se logró determinar si la inversión de la propuesta de mejora es viable o no y el tiempo en que tardaremos en recuperar nuestra inversión inicial transcurrido cierto tiempo. Obteniendo como resultado que la viabilidad de la propuesta de mejora es aceptable, y que mediante el TIR determinamos que es rentable. Además, se procedió a realizar un análisis costo-beneficio basado en los indicadores y enfocado en un sistema no automatizado y automatizado, orientado en las causas principales como; el bajo ritmo de producción, eficiencia de producción y costo de compra de repuestos de equipos, como resultado se pudo evidenciar que sin un sistema automatizado el ritmo de producción era de 48.23 toneladas / día y con la implementación de automatización, la producción aumentó a 63.83 toneladas/ día, la eficiencia de producción era de 53.44% y actualmente tiene un valor de 71.86 % presentándose un aumento del casi 20%. Así mismo el costo de mantenimiento se redujo a S/. 3050. Este resultado se relaciona con lo investigado por Alcántara (2017), quien en su investigación planteó una matriz de seguimiento, que se pueda monitorear el cumplimiento del objetivo de entrega a tiempo, realizando una evaluación técnica y económica de las propuestas de mejora, enfocándose en indicadores previos para su investigación. Según el aporte de Runbinfeld y Pindyck (2014), las cosas suelen cambiar mucho en varios países y también para las empresas, siendo circunstancias difíciles e incierta, es por ello la importancia de una adecuada evaluación técnica, teniendo en cuenta los indicadores que reflejen el buen desempeño y competitividad de la empresa.

VI. CONCLUSIONES

1. El diagnóstico de la situación actual en el área de HYDRAPULPER 7, demostró que existen problemas en las maquinarias, demora en la producción, inadecuada optimización en los procesos y pérdida de materia prima, sin embargo, se considera importante estandarizar los procedimientos de operación a otras áreas y de esta manera incrementar la eficiencia y eficacia de la empresa de manera global.
2. Se determinó los valores de consistencia (%) para la pasta papelera en el rango mínimo en 3.0%, en el rango máximo 4.0 % y el valor óptimo en 3.5%; pero estos valores tienen la tendencia a cambiar en un próximo y futuro tiempo. El sistema automatizado tiene la capacidad de adaptarse a las necesidades y cambios del área de producción y los requerimientos de cada proceso.
3. Los bloques PID, son instrucciones muy usadas dentro de la programación de cada control Lógico Programable. Se adaptan efectivamente para el control de variables de procesos, su configuración práctica lo convierte en una herramienta potente para el desarrollo de programas de control con PLC.
4. Para los indicadores que se encuentran enfocados en un sistema no automatizado y automatizado, nos permiten identificar las principales causas como; el bajo ritmo de producción, eficiencia de producción y costo de compra de repuestos de equipos, para proceder a realizar un diagnóstico de manera eficaz y posteriormente implementar estrategias o cambios que beneficien a la empresa y a sus colaboradores. Además, las herramientas VAN y TIR nos permitieron conocer que nuestra propuesta de mejora es viable y rentable.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con el sistema de automatización para el área de HYDRAPULPER 7 y de esta forma continuar con la mejoría en los procesos que realiza esta área, sin embargo, también se recomienda a la empresa estandarizarlo a otras áreas y de esta forma mejorar la eficiencia de tiempo y producción en toda la empresa, brinda un producto de calidad y generando confianza a sus colaboradores, pues ven como la empresa realiza esfuerzos para salvaguardar su bienestar laboral.
2. Se indica a la empresa realizar un diagnóstico de la situación actual que se está presentando dentro de la empresa, de manera trimestral y de esta forma poder visualizar alguna causa que perjudica en sus procesos, contrarrestarlo a tiempo.
3. Emplear indicadores que le permitan a la empresa ver sus progresos de manera general en una forma más didáctica y puntual, analizando de esta forma las estrategias que se puedan realizar a futuro.
4. En las futuras investigaciones se recomienda aplicar nuevamente el análisis/beneficio, puesto que, la empresa está en una etapa de crecimiento y renovación constante buscando siempre optimizar sus procesos industriales.

REFERENCIAS

ALCANTARA, Guillermo De Jesus. Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC. 2017. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9030>

ALCOCER, Patricio, MIRANDA, Betsy, ALAVA, Kevin & GASPAR, Ángel, 2020. Análisis de los niveles de automatización de los procesos industriales de la empresa “Balsariver Cía. Ltda”. Journal of Business and Entrepreneurial Studies [en línea]. Julio - diciembre Vol. 4 - 2 – 2020. ISSN: 2576-0971 Disponible en: <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.101>

ALTAMIRANO, Omar & SHUGULI, Iván. Desarrollo del módulo de producción para las empresas dedicadas al proceso de corte de papel. 2018. ISSN: UISRAEL-EC-SIS-378.242-2018-023. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1658>

ALWARD, Yahya & ANSARI, M. A. Industrial automation and control system development using different approaches, Journal of Information and Optimization Sciences. [en línea]. 2020. 41:1, 345-354, DOI: 10.1080/02522667.2020.1721631 <https://doi.org/10.1080/02522667.2020.1721631>

BARRIENTOS, Antonio & GAMBAO, Ernesto. Sistemas de producción automatizados. Madrid, Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid. 2014. ISBN: 9788416277001 8416277001 Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/sistemas-de-produccion-automatizados/oclc/904690123>

BLANCO, Fabián & FLORES, Maxibel. Diseño de un sistema de control automático del proceso de desintegración, almacenaje y depuración gruesa de materia prima de una empresa manufacturera de papel. 2011. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/123456789/7138>

BOSH, Mariano; PAGÉS, Carmen & RIPANI, Laura. El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Licensed under a Creative Commons IGO 3.0 Attribution-Noncommercial-No Derivative Works license. 2018. Disponible en: www.iadb.org/futurodeltrabajo

FLETCHER et al., Adaptive Automation Assembly: Identifying System Requirements for Technical Efficiency and Worker Satisfaction. Computers and Industrial Engineering. 2019. doi: 10.1016/J.CIE.2019.03.036

FORESTAL, Andreia. Análisis de la cuantificación de finos y fibrilación externa y su impacto en la calidad del papel. 2012. Bio Pappel, S.A.B. de C.V.

GARCÍA, Emilio. Automatización de procesos industriales. Robótica y Automática. 2020. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-894-2. Recuperado de:

https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8e93e52-34be-44c8-a377-364b03b76cfd/TOC_6607_01_01.pdf?quest=true

GIL, Juan. Diseño de una máquina dobladora de tubo redondo metálico automatizada para la empresa COLDIDACTICAS LTDA. 2018. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Dise%C3%B1o-de-una-m%C3%A1quina-dobladora-de-tubo-redondo-la-Brand-Jos%C3%A9./9fc32b3e3b4f2cc499674d8882ff156568954010#paper-header>

GONZÁLEZ, Gerardo & RODRIGUEZ, Francisco. Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnología de Información. ISSN-e 1696-9895, N° 27, 2018, págs. 1-17. DOI: 10.17013/risti.27.1-17

HERNÁNDEZ, R. & MENDOZA, C. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill. 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5

FUENTES MEDINA, Michel & LEON NIETO, Cindy. Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno. [en línea] Universidad de Cartagena, 2012 [Fecha consulta: 15 de junio 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/112>

MEJÍA, Ángel; JABBA, Daladier; CARRILLO, Garyn & CAICEDO, José. La Influencia de la Ingeniería del Software en los Procesos de Automatización Industrial. Información tecnológica. [en línea]. 2019, vol.30, n.5 [citado el 23-05-2022], pp.221-230. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

07642019000500221&lng=en&nrm=iso>.

ISSN

0718-0764.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500221>

MIRANDA, Melanie & MENDOZA, Erin. Investigación tecnológica para el mejoramiento de la calidad utilizando el compuesto CL – ARBOCEL en el proceso de fabricación del papel sanitario. 2014. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4000>

MOROS, Adriana; SANTACOLOMA, Beatriz & SÁNCHEZ, Laura. Rediseño de procesos productivos mediante reconversión tecnológica de las pequeñas empresas ladrilleras ubicadas en el parque minero industrial del Mochuelo. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. Pontificia Universidad Javeriana. 2004. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/7103>

Norma Mexicana. Pulp and paper industries – Freeness of Pulp – Test method. NMX-N-069-SCFI-2008. Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía. Diario Oficial de la Federación. 10 abril del 2009. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5438882

NÚÑEZ, Carlos. Pulpa y papel I. Dictado de Pulpa y Papel I de la ORICYP. 2008. Disponible en: www.cenunez.com.ar

ORTEGA, Julio. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. Journal of the Selva Andina Research Society, 8(2), 155-156. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-2192942017000200008&lng=es&tlng=pt

PANDINI, MM; SPACEK, AD; NETO, JM & ANDO, OH, "Diseño de un banco de trabajo didáctico de sistemas de automatización industrial para la educación en ingeniería", en IEEE Latin America Transactions, vol. 15, núm. 8, págs. 1384-1391, 2017, DOI: 10.1109/TLA.2017.7994783.

PICO et al., Análisis de los niveles de automatización de los procesos industriales. Revista centro sur 4 (2): 16-23. 2019. DOI: 10.37955/cs.v4i2.61 Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/357857673> Análisis de los niveles de automatización de los procesos industriales

PINDYCK, Robert & RUBINFELD, Daniel. Microeconomía Intermedia. Pearson Learning Solutions, 8th edición. 2014. ISBN-13: 978-1269251686

QUINTERO, Marco & CEDEÑO, Luis. Diseño de un analizador de porcentaje de drenaje en línea para pasta de papel. 2006. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10614/7612>

RAKESH et al., A review of PID control, tuning methods and applications. International Journal of Dynamics and Control. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40435-020-00665-4>

SEHR et al., "Controladores lógicos programables en el contexto de la industria 4.0", en IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, núm. 5, págs. 3523-3533, mayo de 2021, doi: 10.1109/TII.2020.3007764.

SEPULVEDA CASADIEGO, Y. A. (2020). Sociedad global industrial: industria 4.0 y su implementación en el contexto latinoamericano. Centro de Investigación en Agricultura y Biotecnología (CIAB). DOI: 10.13140/RG.2.2.20006.55369

SERRANO; Lupita & ORTIZ, Néstor. Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. Estudios Generales [en línea]. 2012. vol. 28, núm. 125, octubre-diciembre, pp.13-22. ISSN: 0123-5923. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21226279002>

SVENSSON, Natalia, FUNDIN, Anders, & CARLSSON, Anna. Components of the Design Process of Flexible and Reconfigurable Assembly Systems. Procedia Manufacturing 25 (2018) 549-556. DOI:10.1016/j.promfg.2018.06.118

TACO, Verde. Aplicación del sistema de control distribuido en la automatización industrial utilizando plantas didácticas con variables típicas. 2018. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8267>

WITTE et al., Opportunities for Industrial Control. IFAC PapersOnLine, volumen 53-2 (2020), págs. 7839–7844, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.1951>

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Tabla 13. Matriz de operacionalización de las variables de estudio.

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente Sistema automatizado en los procesos industriales	La automatización permite integrar las capacidades humanas y tecnológicas con el fin de explotar sus fortalezas y trabajar de manera conjunta para mejorar la eficiencia en los procesos industriales, reduciendo de esta forma los costos, peligros, mejorando la calidad del proceso y aumentando la productividad. Fletcher et al. (2020).	Se midió a través de la técnica análisis documental y el instrumento elegido fue la ficha de registro.	Proceso	<ul style="list-style-type: none"> Número de variables de proceso 	Razón
			Producción	<ul style="list-style-type: none"> Toneladas producidas / día 	Tn/día
			Rediseño	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de procesos 	Razón
Variable Dependiente Consistencia de pasta papelera	La consistencia se mide en porcentaje y consiste en la concentración de celulosa (fibra seca) que se encuentra suspendida en una porción de líquido Miranda y Mendoza (2014).	Se midió a través de la técnica análisis documental y el instrumento elegido fue la ficha de registro, los datos se obtuvieron del formato de reporte de laboratorio.	Medición de consistencia	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas de laboratorio 	%

Anexo 2. Ficha de observación

SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PASTA DE PAPEL	
Empresa de Estudio:	TRUPAL S. A.
Área de Proceso:	Hydrapulper
Información general del área	
Información general	Descripción / Detalle
Proceso industrial	Preparación de pasta usando cartón / papel reciclado.
Máquina principal	Pulper o Hidropulper.
Sistema de control / método de control del proceso	Método de control manual.
Sistema de monitoreo del proceso	No cuenta con un sistema de monitoreo del proceso. Método manual.
Antigüedad del sistema / maquinaria	Maquinaria antigua.
Grado de importancia en la línea productiva	Proceso sumamente importante dentro de la línea productiva.
Grado de importancia en la línea productiva	Proceso sumamente importante dentro de la línea productiva.
Proceso de preparación de pasta	
Información	Descripción / Detalle
Método de control	Método de control manual
Controlador del proceso	El operario
Variable importante en el proceso	La consistencia de pasta de papel
Variable de proceso: consistencia de pasta	
Información	Descripción / Detalle
Unidad de medida	El porcentaje (%)
Método de medición en tiempo real	No existe

Método de medición	Pruebas en laboratorio de planta.
Periodo de medición	Cada hora
Controla la consistencia	El operador, al tacto por su experiencia.
Forma de controlar	Con agua de dilución
Agua dilución	A través del flujo de agua
VARIABLES adicionales que afectan indirectamente	Nivel de pasta en el pulper, presión de agua en la tubería
Criticidad en el proceso	Altamente crítica
Equipos / instrumentos de medición para el proceso de preparación de pasta	
Equipos	Descripción / Detalle
Transmisor de consistencia	No existe
Transmisor de nivel del pulper	A través de un tubo burbujeador. Se mide el nivel a través de presión de aire. No es confiable.
Transmisor de nivel tanque de pasta	Equipo neumático. Con tecnología obsoleta y discontinuada. No existe los repuestos. Descalibración constante.
Transmisor de flujo de agua de dilución	No existe.
Transmisor de presión de agua	No existe.
Operador del proceso de preparación de pasta	
Información	Descripción / Detalle
Conocimiento del sistema	Empírica / por experiencia.
Actitud ante la oportunidad de mejora	Muy buena.
Condiciones de seguridad	
Información	Descripción / Detalle
Condiciones inseguras	El operador está expuesto al peligro. Interviene directamente en el proceso de preparación de pasta.

Anexo 3. Carta de autorización de uso de información de la empresa

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Yo **JORGE FERREL BERNUY**, identificado con DNI 41874208, en mi calidad de ANALISTA DE GESTIÓN HUMANA - APODERADO del área de **GESTIÓN HUMANA / RECURSOS HUMANOS** de la empresa **TRUPAL S. A.** con R.U.C N° 20418453177, ubicada en la ciudad de Santiago de Cao – Ascope.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor, **ALAN DANY HERNANDEZ INFANTE**, Identificado con DNI N° 47019525, de la Carrera profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Nombre de la Empresa **TRUPAL S. A.**; Nombre del área **HYDRAPULPER** y máquina papelera (MP7) donde se realizará la propuesta de mejora; Datos obtenidos del valor de la **CONSISTENCIA** tomados a partir de la medición y pruebas en **LABORATORIO DE PROCESOS**

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, (✓) Trabajo de Investigación, () Tesis para optar el Título Profesional, () Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

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

(✓) Mencionar el nombre de la empresa.



TRUPAL
Jorge Luis Ferrel Bernuy
APODERADO

Firma y sello del Representante Legal

DNI:41874208

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



Firma del Estudiante

DNI: 47019525

Anexo 4. Diagrama de flujo – planta de procesadora de OCC (cartón/papel reciclado) y máquina papelera

DIAGRAMA DE FLUJO – PLANTA DE OCC

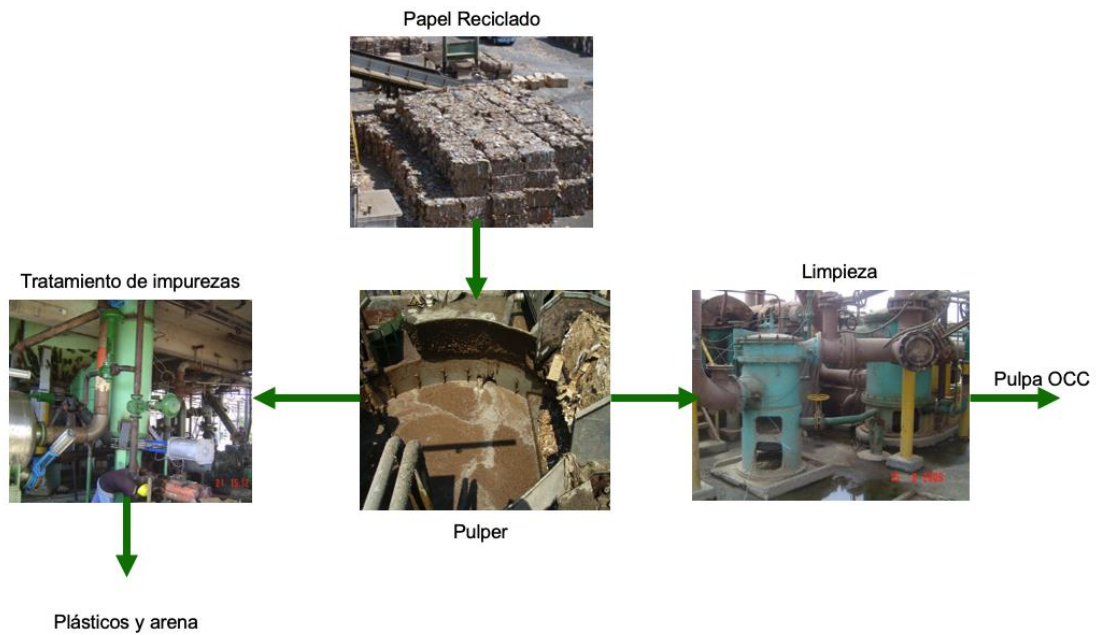
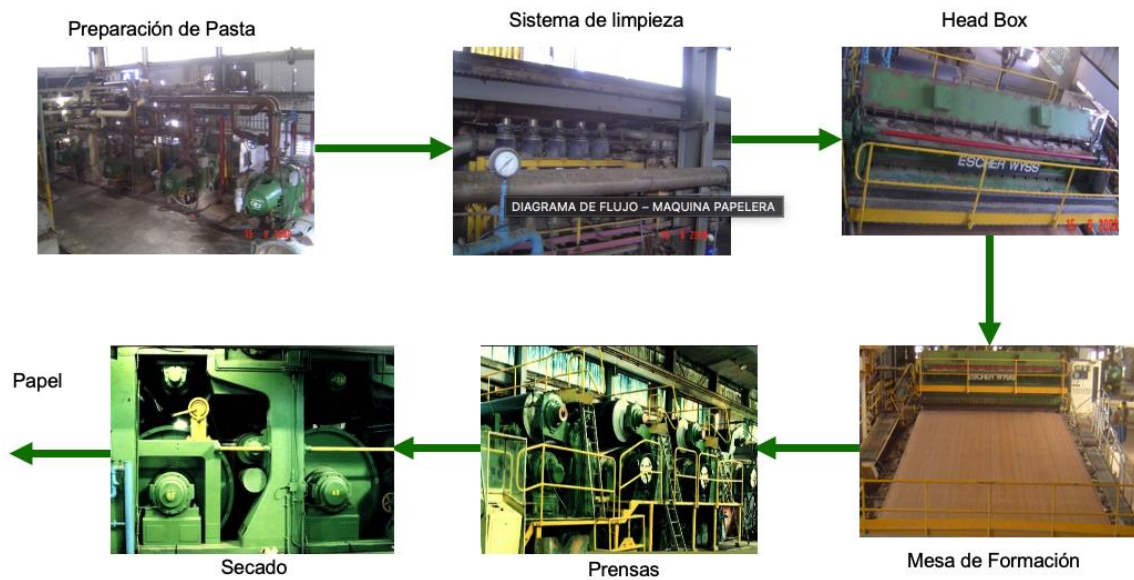


DIAGRAMA DE FLUJO – MAQUINA PAPELERA



Anexo 5.

Figura 25. Análisis mediante el uso de las herramientas VAN y TIR.

DATOS DEL PROYECTO	
DATOS	VALORES
Inversión	S/ 65,000.00
Número de periodos	8
Tipo de periodo	anual
Tasa de descuento (i)	10%

Nombre	Automatización Hydrapulper 7
--------	------------------------------

TEA de inversión alternativa	10%
------------------------------	-----

DETALLE	PERIODOS ANUALES									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
FLUJO NETO DE EFECTIVO PROYECTADO	-S/ 65,000.00	S/ 5,000.00	S/ 7,000.00	S/ 14,000.00	S/ 20,000.00	S/ 25,000.00	S/ 24,000.00	S/ 28,000.00	S/ 31,000.00	

Tabla. Valor Actual Neto (VAN)

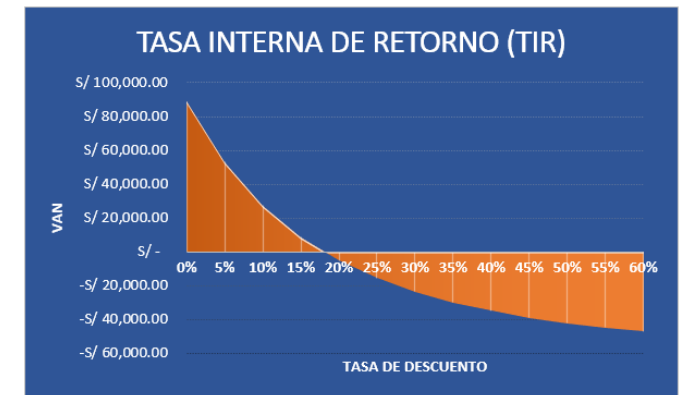
No	FNE (S/.)	$(1 + i)^n$	FNE / $(1 + i)^n$
0	-S/ 65,000.00		-S/ 65,000.00
1	S/ 5,000.00	1.10	S/ 4,545.45
2	S/ 7,000.00	1.21	S/ 5,785.12
3	S/ 14,000.00	1.33	S/ 10,518.41
4	S/ 20,000.00	1.46	S/ 13,660.27
5	S/ 25,000.00	1.61	S/ 15,523.03
6	S/ 24,000.00	1.77	S/ 13,547.37
7	S/ 28,000.00	1.95	S/ 14,368.43
8	S/ 31,000.00	2.14	S/ 14,461.73
TOTAL			S/ 27,409.82

VAN= S/27,409.82

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tasa de Descuento	VAN
0%	S/ 89,000.00
5%	S/ 53,037.31
10%	S/ 27,409.82
15%	S/ 8,746.60
20%	-S/ 5,116.92
25%	-S/ 15,603.58
30%	-S/ 23,668.97
35%	-S/ 29,967.67
40%	-S/ 34,956.35
45%	-S/ 38,959.04
50%	-S/ 42,209.27
55%	-S/ 44,877.83
60%	-S/ 47,091.34

TIR = 18%



Fuente: Elaboración propia.

Nota:

VAN: Valor actual neto.

TIR: Tasa interna de retorno.

FNE: Flujo neto de efectivo.

I: Inversión inicial del proyecto.

i: Tasa de descuento.

n: Periodo o Número de periodo.

Anexo 6. Indicadores

Tabla 14. Indicadores de producción.

Causas	Indicador actual	Indicador después de Propuesta
Bajo ritmo de producción	$P_d = T_b * R_p$ $P_d = 48.23 \frac{\text{toneladas}}{\text{día}}$	$P_d = T_b * R_p$ $P_d = 63.83 \frac{\text{toneladas}}{\text{día}}$
Eficiencia de producción	$Ep = \frac{Tsr}{Tse} * 100$ $Ep = \frac{2770.813}{5185} * 100$ $Ep = 53.44\%$	$Ep = \frac{Tsr}{Tse} * 100$ $Ep = \frac{3952.45}{5500} * 100$ $Ep = 71.86\%$
Costo de compra de repuestos de equipos	Costo de mantenimiento = S/.12000.00 mensual	Costo de mantenimiento = S/. 3050.00 mensual

Nota:

**P_d: Producción diaria*

**T_b: Tiempo base (24 h)*

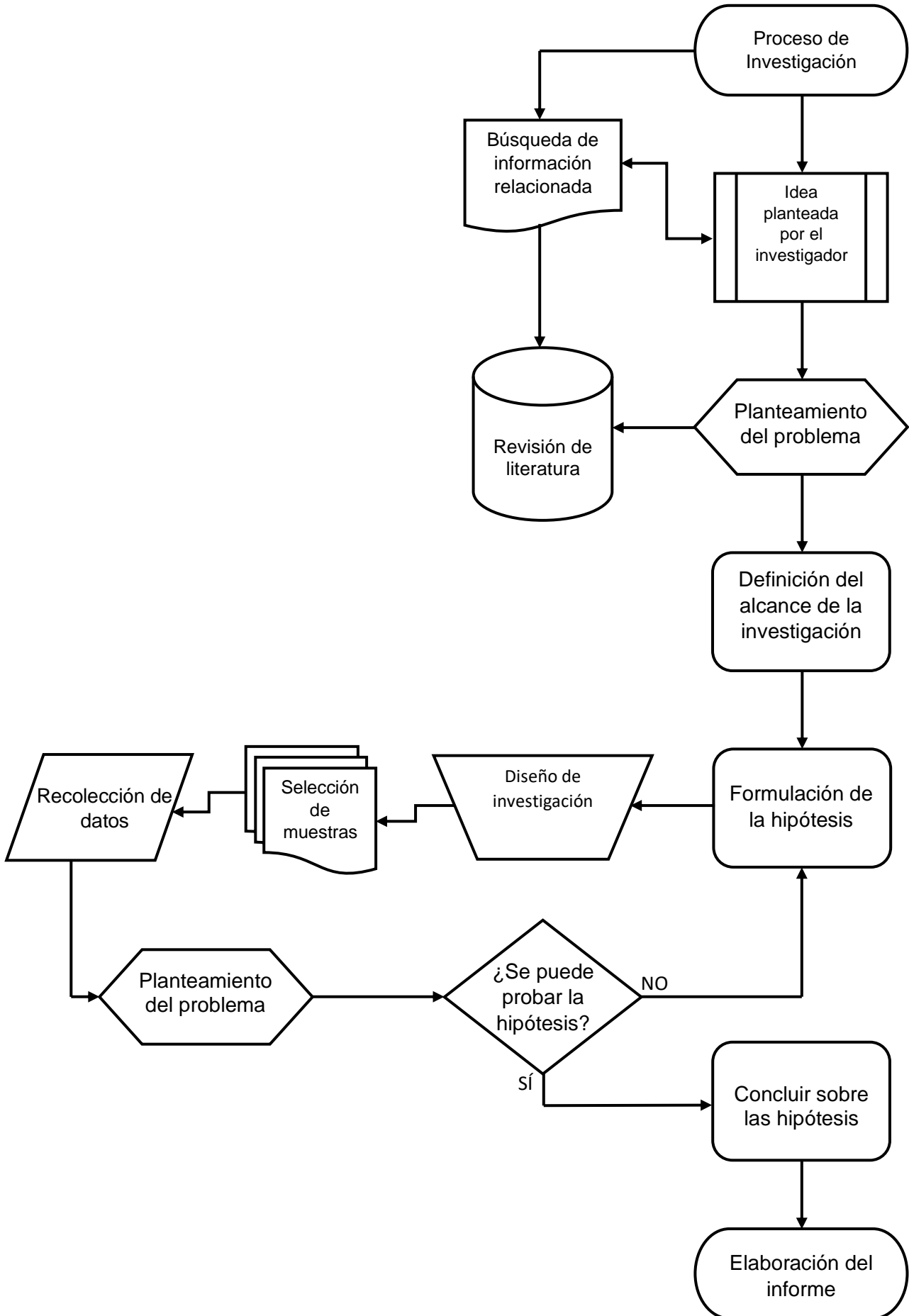
**R_p: Ritmo de producción*

**T_{sr}: tasa de salida real*

**T_{se}: tasa de salida estándar*

**E_p: Eficiencia de producción*

Anexo 7. Diagrama de bloques formulación de la hipótesis



Anexo 8. Imágenes de referencia

Figura 26. Mesa Plana (formación de la hoja de papel).



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 27. Zona de refinado de pasta.



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 28. Sistema de prensas.



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 29. Zona de secado.



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 30. Bobinadora



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 31. Rebobinadora



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 32. Sistema de recuperación de agua.



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Figura 33. Prensa Tornillo



Fuente: Fotografía propia. Maquina papelera – Trupal S. A.

Anexo 11. Sistema de control

Figura 34. Sistema no automatizado en el área Hydrapulper



Nota: *Panel antiguo en donde se realiza el control de los procesos de producción de manera manual.*

Anexo 12. Equipos que conforman el sistema automatizado

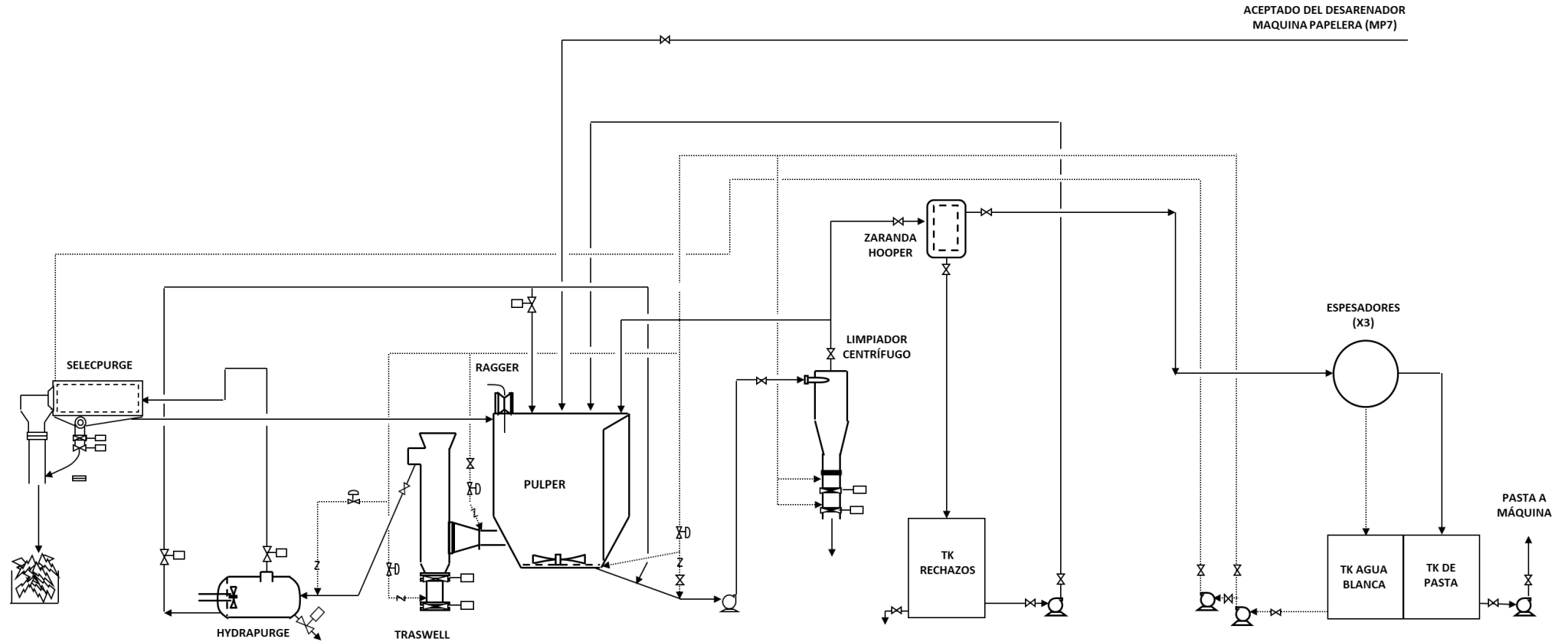
Tabla 15. Detalle del transmisor de nivel de diafragma.

Nombre	Especificación de código	Explicación		
3051LT		Transmisor de nivel		
	4	635-3810 mmH2O		
	5	3175-19090 mmH2O		
	6	11730-70380 mmH2O		
Señal de salida	E	4-20mA		
	S	4-20mA, comunicación de protocolo Heart		
Instalación de brida	H5	2"(DN50)		
	A8	3"(DN80)		
	B10	4"(DN100)		
Partes en contacto con el Material		Brida/conjunto	Escape/válvula de drenaje	Diafragma
	22			316L inoxidable De acero
	23	DE ACERO INOXIDABLE	DE ACERO INOXIDABLE	Hastelloy C-276
	24			De tantalio
La pantalla de cabecera (Opcional)	M2	LinealPunteroEncabezado (escala 0 ~ 100%)		
	M3	Cabezal de instrucciones de raíz cuadrada (0 ~ escala 100%)		
	M4	LCD Header (Lineal pantalla)		
Proceso de brida	D1	Descarga/escape de líquidoEn el lado superior		
	D2	Descarga/escape de líquidoEn el fondo		

Nota: Recuperado de Instrumentos de medición de www.alibaba.com

Anexo 13. Diagrama de procesos del área de Hydrapulper 7.

Figura 35. Diagrama de procesos del Hydrapulper 7.



Fuente: Adaptado de Sistema de procesamiento de fibras secundarias – Trupal S. A.

Anexo 14. Precios de los elementos que conforman la propuesta de mejora.

Figura 36. Detalle de costos de la propuesta de mejora.

ANALISIS COSTO-BENEFICIO CUALITATIVO			
RECURSOS	ÁREA AFECTADA		
	PRODUCCION	CALIDAD	MANTENIMIENTO
Nuevas implementaciones			
Calidad de la pasta papelera	Positivo	Positivo	
Control estadístico del proceso	Positivo		
Control de la consistencia	Positivo	Positivo	
Estabilidad de las variables de procesos	Positivo	Positivo	Positivo
Adaptación al cambio	Positivo		
Predisposicion al aprendizaje	Positivo		Positivo
Motivacion por las actividades que realizan	Positivo	Positivo	Positivo

ANALISIS COSTO-BENEFICIO CUANTITATIVO POR LA MEJORA				
Detalle de costos	Costos		Detalle de beneficios	Beneficios economicos
HMI - PANEL VIEW	S/	10,248.70	Aumento de la produccion	S/ 33,300.00
PLC - Modulos - Fuente	S/	10,328.00	Mejora en la Calidad	S/ 25,000.00
Transmisores	S/	10,389.00	Personal operativo calificado	S/ 12,600.00
Válvulas Automaticas	S/	27,000.00	Informacion disponible a todo el personal	S/ -
Salario mensual	S/	-	Variable de Consistencia Estabilizada	S/ 15,000.00
Tableros de Control	S/	250.00		S/ -
Cables, conectores, borneras	S/	300.00		S/ -
Capacitacion personal	S/	-		S/ -
Total costos por la implementación	S/	58,515.70	Total beneficios economicos por la mejora	S/ 85,900.00

RESUMEN ANALISIS COSTO-BENEFICIO TOTAL	
Mejora en Hydrapulper	
Costo inicial Total	S/ 58,515.70
Costos regulares mensuales Totales	S/ 8,600.00
Costos totales	S/ 67,115.70
Beneficio Total	S/ 18,784.30

Nota: Elaboración propia.

Anexo 15. Validación de instrumentos de recolección de datos por expertos.

Figura 37. Certificado de validez de instrumentos de recolección de datos – Experto 01.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA AUTOMATIZACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES Y LA CONSISTENCIA DE PASTA PAPELERA

JUICIO DE EXPERTO

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMATIZADO EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES.							
1	DIMENSIÓN 1: Proceso	X		X		X		
	Relativo en el tiempo							
2	DIMENSIÓN 2: Producción	X		X		X		
	Formulas							
	Unidades							
3	DIMENSIÓN 3: Rediseño	X		X		X		
	Cantidad de procesos							
	Índice de procesos rediseñados							
	VARIABLE DEPENDIENTE: CONTROL DE CONSISTENCIA DE PASTA PAPELERA.							
1	DIMENSIÓN 1: Valor de consistencia	X		X		X		
	Pruebas de laboratorio							
2	DIMENSIÓN 1: Agua de dilución	X		X		X		
	Flujo de agua							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SUFICIENTE**

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: **ING. BENJHY JORDAN CASTILLO VALERA**

DNI: 47710653

Especialidad del validador: **INGENIERO ELECTRÓNICO**



Ing. Benjhy J. Castillo Valera
SUPERVISOR DE INSTRUMENTACIÓN

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante

Figura 38. Certificado de validez de instrumentos de recolección de datos – Experto 02.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA AUTOMATIZACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES Y LA CONSISTENCIA DE PASTA PAPELERA

JUICIO DE EXPERTO 02

N°	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMATIZADO EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES.							
1	DIMENSIÓN 1: Proceso							
	Relativo en el tiempo	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Producción							
	Formulas	X		X		X		
	Unidades							
3	DIMENSIÓN 3: Rediseño							
	Cantidad de procesos	X		X		X		
	Índice de procesos rediseñados							
	VARIABLE DEPENDIENTE: CONTROL DE CONSISTENCIA DE PASTA PAPELERA.							
1	DIMENSIÓN 1: Valor de consistencia							
	Pruebas de laboratorio	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 1: Agua de dilución							
	Flujo de agua	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. **ING. YONEL EDUARDO SANCHEZ ROSALES**

DNI: 70939979

Especialidad del validador: **INGENIERO ELECTRÓNICO**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Sanchez Rosales, Yonel Eduardo
Firmado digitalmente por Sanchez Rosales, Yonel Eduardo
2022.12.07 11:48:51

Firma del Experto Informante



Figura 39. Certificado de validez de instrumentos de recolección de datos – Experto 03.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA AUTOMATIZACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES Y LA CONSISTENCIA DE PASTA PAPELERA

JUICIO DE EXPERTO 03

N°	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMATIZADO EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES.							
1	DIMENSIÓN 1: Proceso	X		X		X		
	Relativo en el tiempo							
2	DIMENSIÓN 2: Producción	X		X		X		
	Formulas							
	Unidades							
3	DIMENSIÓN 3: Rediseño	X		X		X		
	Cantidad de procesos							
	Índice de procesos rediseñados							
	VARIABLE DEPENDIENTE: CONTROL DE CONSISTENCIA DE PASTA PAPELERA.							
1	DIMENSIÓN 1: Valor de consistencia	X		X		X		
	Pruebas de laboratorio							
2	DIMENSIÓN 1: Agua de dilución	X		X		X		
	Flujo de agua							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. **ING. LARA MORENO WILLIAM PABLO** **DNI: 45709846**

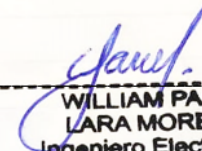
Especialidad del validador: **INGENIERO ELECTRÓNICO**

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

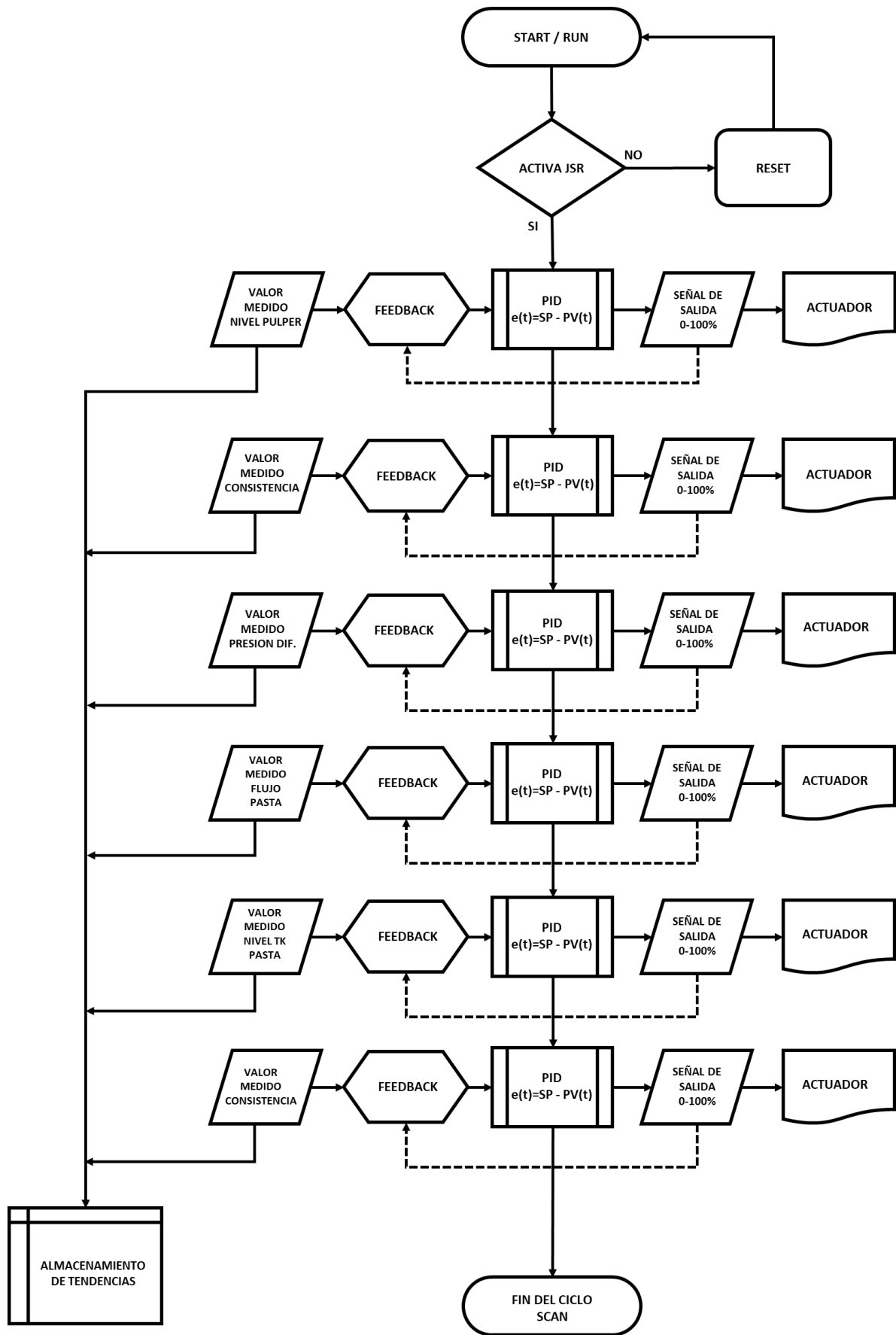
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


WILLIAM PABLO LARA MORENO
Ingeniero Electrónico
CIP N° 285571

Anexo 16. Flujograma del programa de control del proceso de preparación de pasta.



Fuente: Elaboración propia.

Nota:

SP: Set Point (Punto de consigna).

PV: Process Value (Variable de proceso).

e: error

FEEDBACK: Retroalimentación.

JSR: Jump Subroutine (Ir a la subrutina)

SCAN: escaneo de instrucciones.

RESET: Reinicio.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIALER DIAZ CESAR DANY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un sistema automatizado para control de consistencia en el proceso de preparación de pasta en una empresa papeleras.", cuyos autores son HERNANDEZ INFANTE ALAN DANY, MARTINEZ SANDOVAL WILSON MILLTON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 07 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIALER DIAZ CESAR DANY DNI: 16731363 ORCID: 0000-0002-7430-9524	Firmado electrónicamente por: SIALERDC el 20-12- 2022 16:37:39

Código documento Trilce: TRI - 0477627