



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Automatización con PLC del proceso de trillado de café para planta
cafetalera del norte**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Campos Chavez, Edwin Fernando (orcid.org/0000-0002-9777-7742)

Capuñay Rebillá, Wilmer Joel (orcid.org/0000-0002-2759-8423)

ASESOR:

Mg. Sanchez Huertas, Carlos Enrique (orcid.org/0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

En primer lugar, agradecemos y dedicamos este trabajo a Dios, quien nos ha permitido llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional y nos ha brindado las fuerzas para seguir adelante.

Agradecimiento

Damos gracias a Dios por habernos dado vida y salud para llegar a estos momentos, en momentos de alegría y aun en los más difíciles que actualmente atravesamos, en su infinita misericordia nos ha cuidado, guiado y brindado el conocimiento para poder llegar a la meta trazada, sin él nada somos y con él lo tenemos todo. Agradecer a nuestras familias porque son la base fundamental en la cual nos hemos apoyado para poder llevar a cabo todo el proceso de formación profesional, siendo de suma importancia para cada etapa de nuestras vidas sus consejos y aliento que nos ha fortalecido y motivado para seguir adelante y poder alcanzar un objetivo más. A la Universidad Cesar Vallejo por habernos albergado durante todo este tiempo de formación, brindándonos su apoyo para alcanzar cada nuevo que serán aplicados en las oportunidades que nos presente la vida profesional. Agradecemos también a cada docente de la universidad Cesar Vallejo que sumo con cada uno de sus conocimientos y sabiduría en todos estos años de preparación, de igual forma hacemos llegar un agradecimiento especial a nuestro asesor el Mg. Sánchez Huertas, Carlos Enrique quien de manera continua y de forma incansable colaboro con nosotros en el desarrollo de nuestra investigación, agradecemos su dedicación, paciencia y sobre todo su disciplina como docentes que nos impartieron en todo este proceso.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	22
3.1 Tipo y diseño de investigación	22
3.2 Variables y operacionalización	22
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	23
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5 Procedimientos	25
3.6 Método de análisis de datos	25
3.7 Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES	71
VII. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXO	78

Índice de tablas

Tabla 1: Técnicas de recolección de datos	24
Tabla 2: Listado de expertos	24
Tabla 3: Procesos desarrollados en el trillado de café	29
Tabla 4: Lista de motores y equipos del proceso de secado	30
Tabla 5: Lista de motores del proceso de pilado	30
Tabla 6: Lista de motores del proceso de selección	31
Tabla 7: Parámetros de operación para el proceso de secado	36
Tabla 8 Señales de eventualidades del proceso de pilado	38
Tabla 9: Señales de eventualidades del proceso de selección	39
Tabla 10: Datos de los motores calculados	48
Tabla 11: Variables sub proceso de pilado	57
Tabla 12: Variables sub proceso selección de grano	57
Tabla 13: Variable sub proceso de secado	58
Tabla 14: Asignación de variables señales analógicas	58
Tabla 15: Asignación de variables salidas digitales	59
Tabla 16: Asignación de variables salidas digitales	59
Tabla 17: Asignación de variables salidas digitales	60
Tabla 18: Principales contactos lenguaje ladder	61
Tabla 19: Detalles económicos	65
Tabla 20: Detalle de gastos actuales mensualmente.	65
Tabla 21: Detalle de ingresos y egresos anuales.	66
Tabla 22: Cálculo de VAN y TIR	66

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Diagrama de inicio del proceso actual de secado	32
Figura 2: Distribución mecánica del proceso de secado actual	33
Figura 3: Continuación de la figura 1, diagrama del proceso actual de pilado	34
Figura 4: Diagrama de continuación del proceso de pilado a proceso de selección	35
Figura 5: Diseño de la distribución mecánica como propuesta.	40
Figura 6: Distribución actuadores neumáticos	45
Figura 7: Diagrama eléctrico proceso de secado	49
Figura 8: Diagrama PID sub proceso de secado.	51
Figura 9: Diagrama de arquitectura de control	53
Figura 10 : Tablero de control	53
Figura 11: Inicio de la programación	62
Figura 12: Selección de pantalla HMI	63
Figura 13: Programación de pantalla HMI	63
Figura 14: Panel HMI monitoreo proceso de secado	64

Resumen

La presente investigación se tuvo como principal objetivo diseñar un sistema Automatizado del trillado de café para planta cafetalera del norte, para ello se realizó una investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Como resultados, al realizar la evaluación inicial del proceso de trillado de café se pudo identificar que los puntos críticos son el control de humedad, el control de temperatura y el traslado del producto, los mismos que se ubican en el proceso de secado de grano y también se encontró que los tableros de control de los procesos de pilado y selección no cuentan con la señalización indicada para realizar el encendido y monitoreo de funcionamiento de los motores, pero la automatización desarrollada a través de los parámetros de operación realizará el control de los puntos críticos así como el encendido y monitoreo de los motores de los procesos de pilado y selección, lo que contribuirá con la mejora en el proceso. En cuanto al análisis de costo beneficio se obtuvo VAN de S/ 24,397.69 y un TIR de 2%, lo que demuestra la viabilidad del proyecto. Finalmente se concluye que es posible mejorar la calidad del proceso de trillado de café mediante la automatización.

Palabras claves: Automatización, trillado de café, parámetros de operación.

Abstract

The main objective of this investigation was to design an automated coffee threshing system for a northern coffee plant, for which an applied type of investigation was carried out, with a quantitative approach and non-experimental design. As results, when carrying out the initial evaluation of the coffee threshing process, it was possible to identify that the critical points are humidity control, temperature control and the transfer of the product, the same ones that are located in the grain drying process and It was found that the panels for the control of the piling and selection processes do not have the indicated signaling to perform the ignition and monitoring of the operation of the motors, but the automation developed through the operation parameters carried out the control of the points. Critical as well as the ignition and monitoring of the motors of the piling and selection processes, which will contribute to the improvement in the process. Regarding the cost-benefit analysis, a NPV of S/ 24,397.69 and an IRR of 2% were obtained, which demonstrates the feasibility of the project. Finally, it is concluded that it is possible to improve the quality of the coffee threshing process through automation.

Keywords: Automation, coffee threshing, operating parameters.

I. INTRODUCCIÓN

Los rápidos avances en la industrialización y métodos de informatización, estimulan un enorme progreso en el desarrollo de tecnologías fabricadas, lo que facilita el paso a la cuarta revolución industrial (Xu et al. 2018). Esta misma, se vuelve un asunto indispensable puesto que tiene como objetivo lograr una mayor productividad, mejorar su calidad industrial y establecer la eficiencia de los procesos productivos empleando nuevas tecnologías, así como la automatización, haciendo uso del Controlador lógico programable (PLC) (Fernández, et al. 2021; Langmann and Stiller 2019).

Asimismo, el PLC, se ha convertido en un componente electrónico estándar de los sistemas de automatización industrial (Cetnarowicz et al. 2018), y actualmente, dicho procedimiento involucra una cantidad significativa de sensores y actuadores (Vandervelden et al. 2022), lo que conduciría a la automatización de muchas tareas desde el diseño hasta las puestas en servicio y operación. De manera análoga, cabe recalcar que este artículo examina diferentes dominios, desde la automatización industrial hasta la automatización de edificios y redes de sensores (Dibowski et al. 2018).

Con la llegada de la de la industria 4.0, las empresas se ven obligadas a competir y surge la necesidad de adaptarse rápidamente a las nuevas tendencias y responder a las nuevas tecnologías existentes (Peña-Cabrera, M. et al. 2019). Actualmente el sector industrial, que no cuenta con sistemas automatizados, muestra problemas en su rendimiento de producción y muchos de sus procesos se realizan manualmente ocasionando el bajo rendimiento de los mismos (Adrita, M.et al.2021). Estos nuevos retos de hoy en día, permiten que el análisis y la gestión de los datos conduzcan a la optimización de los diferentes procesos industriales, domésticos y energéticos (Bakar et al. 2021)

En la actualidad, las posibles causas del problema, se debe a que muchas de las empresas cafetaleras no tienen la orientación de implementar nuevas tecnologías además de nuevos desarrollos para llevar a cabo sus procesos de manera eficiente, lo que a su vez, limita mejorar la calidad de sus procesos productivos (Sehr, et al. 2021) y De acuerdo a los acontecimientos que vienen ocurriendo, observamos la falta de estudios en los nuevos avances del sector industrial orientado a la automatización, lo que, a su vez, da origen a no contar con personal capacitado para las diferentes tareas (Yücel, D.2022). Asimismo, la empresa en estudio, como muchas de las empresas en la industria peruana, no emplean sistemas automatizados por falta de conocimiento, los nuevos sistemas empleados en los grandes países industrializados o debido a que las inversiones que se necesiten para contar con dichos sistemas suelen tener costos elevados. Sin embargo, se considera una muy buena alternativa realizar y promover ciertos sistemas autosuficientes haciendo uso de las tecnologías ya existentes.

Asimismo, en un estudio sobre la automatización del proceso trillado de café, se enmarcó un proyecto practicable y en progreso en siguientes etapas: resultado, diseño e indagación de factibilidad. De tal manera que, la problemática suscitada fue la exposición de los trabajadores, quienes se encargan de los trabajos en proceso de trillados de café manualmente (Génesis, C. 2017). Del mismo modo ocurre con la empresa en estudio, la cual tiene como rubro el proceso de trillado de granos de café. Actualmente, la demora generada en la parte inicial del proceso, como lo es el secado del grano, ocasiona el incremento en los tiempos al igual que la mayor demanda de personal para llevar a cabo dicho proceso. Además, este se desarrolla de manera convencional, controlada y supervisada manualmente influyendo en algunos casos con la calidad del producto, así como también la exposición accidental de los trabajadores como son los estibadores, pues en ocasiones, sufren de dolores y lesiones musculares debido a que se encargan del transporte de los sacos de café, esto ocasiona en algunos casos la ausencia de los mismos para realizar dicho trabajo.

Con el diseño de un sistema para la automatización del proceso de trillado de café haciendo uso del Controlador Lógico Programable, se permitirá desarrollar las distintas tareas de manera autosuficiente mejorando la calidad de dicho proceso, mejorar el tiempo que se emplea en el mismo; en cuanto a su implementación, se accedería en reducir la exposición de los trabajadores a dichas tareas.

En relación a los objetivos, se planteó como objetivo general: Diseñar un sistema para la automatización del proceso de trillado de café en planta cafetalera del norte haciendo uso del PLC, con la finalidad de solucionar la problemática suscitada. Los objetivos específicos: Identificar la situación actual del proceso de trillado de café para conocer su funcionamiento., Determinar los parámetros operativos del proceso de trillado de café, cálculos y selección de componentes., Desarrollar la programación PLC y HM, para el control y monitoreo del proceso de trillado, Elaborar presupuesto económico para la futura implementación del sistema de automatización del proceso de trillado de café en planta cafetalera del norte.

II. MARCO TEÓRICO

Cuando se refiere al café en sus formas y estados tenemos en cuenta al: pergamino, verde, tostado, e incluye el café molido, descafeinado, liofilizado, líquido y soluble. Los cuales, al ser procesados, pasan por distintas etapas. En primer lugar, se abarca las actividades agrícolas elaboradas, tales como: la siembra, la recolección y secado. Asimismo, en esta última actividad que se lleva a cabo con la máquina o tirado al sol, el café es nombrado seguidamente como café pergamino mojado, pergamino húmedo y pergamino seco, el cual es el producto final de esta fase. Inmediatamente, al café pergamino seco se traslada a la trilladora donde se procede a descascarillarlo, se extrae por medio de las máquinas especializadas, el endocarpio que lo cubre, transformándolo en café verde, para posteriormente catalogarlo según tamaño y la calidad del grano. Cabe recalcar que, el término “verde” no se refiere al grado de madurez del producto, sino al hecho de no ser aún tostado, donde el grano consigue su color de café característico (Espinal C., Martínez H. and Acevedo X 2005).

(Carlos Valencia, 2017), desarrolló un análisis en Bogotá, Colombia. De la indagación, se planteó Como objetivo diseñar el sistema para automatización en SCADA para la planta trilladora de café, tomándose como muestra el proceso de trillado. Asimismo, se precisa la estrategia de automatización, la cual es efectuar un estudio de distribución de la empresa para determinar las áreas primordiales de producción en desarrollo, como identificar los equipos y motores. Se selecciona el diseño de automatización, se realizó la selección del equipo de control, así como los métodos de programación del mismo basándose en la ubicación de las señales. Analizando la producción de la planta trilladora. Se estableció que tiene tres procesos diferentes como: la recepción, la sección mecánica y la sección electrónica donde los motores son accionados de manera manual y semiautomático. Cuenta con 110 motores, se escoge 86 que se puede ingresar para la automatización del proceso de encendido y apagado, el modo de operacional: en manual, automático y control de grupos. En cuanto se refiere a resultados, se logró mejorar la eficiencia de los procesos. Como conclusión, el sistema de automatización establece 3 Controladores

lógicos programables marca siemens, los cuales están conectados en el proceso a través de la red de comunicación Profinet utilizando pantallas HMI.

(Gerardo González, 2018), se desarrolló una investigación en la Universidad de Coruña, España, como objetivo del proyecto, se requiere la automatización del proceso de fabricación en las zonas llenado, cocción, vacío y retorno. Como muestra la planta de fabricación de postres de arroz con leche, utilizaron un PLC S7-314-2 DP que ordenara todo el proceso, 2 módulos CPU S7-224 esclavas y módulos EM 277 DP que se comunicaran mediante los módulos S7-200, los EM 223 módulos para ampliación de las entradas y las salidas digitales, el EM 231 las entradas y las salidas analógicas. Los procesos se dividen en 3 bloques: Bloque Arroz, Bloque Leche y Bloque Mezcla y Envasado. Se utiliza el sistema SCADA para el control, escogiendo el software WinCC de Siemens. El proceso de análisis es dividido en 2 partes: el trabajo operativo tiene los elementos como los motores, los cilindros neumáticos, las válvulas. Su sistema de control comanda las secuencias que se necesitan para la parte de operación. Como resultados se establece la simulación del proceso mediante el sistema SCADA se verificar el funcionamiento del sistema, y compara la situación real y la desea. Se concluye con sistema de automatización de fabricación de postres de arroz con leche. Este diseño consiguió la creación del sistema de control que les permite programar a los dispositivos para el proceso, este proceso presenta las ventajas y la actualización con los datos del tiempo real de baja rentabilidad, un programa facilidad para el mantenimiento y una mejor extensión del proceso.

(Gilber, 2021), se expuso una investigación de la privada de Tacna. Se desarrolló un diseño e implementación de un prototipo para automatizar un proceso de embotellado de yogurt, se requiere automatizar los procesos de embotellamiento por los derrames de productos de lácteos, se tomó como muestra una planta de procesos de envasado donde utilizan el PLC para la automatización y para la supervisión una pantalla HMI, de la marca siemens, usaron electroválvulas, variadores, motores. Este diseño consiguió la creación del sistema de control que les permite programar los dispositivos para que el proceso sea más eficiente, como conclusión el proceso de embotellamiento es eficiente consiguiendo buenos

resultados que demuestran comprimir las pérdidas del producto, su rentabilidad del proyecto es buena logrando así recuperar la inversión

(Yang Zhengtao, 2022), se ejecutó la investigación en United Kingdom, Bristol, Donde se desarrolló La electrificación y la transformación inteligente de la cosechadora para que tenga una capacidad de operación independiente es una encarnación importante de la tendencia de desarrollo de la inteligencia y la automatización agrícola. Se tomó como muestra una cosechadora de alimentación completa. Se utiliza módulo bus RS485 para controlar y leer la velocidad de cada motor, el bus CAN se configura como la transferencia del valor actual y la lectura de la velocidad de la cosechadora, la plataforma de control es una computadora industrial de modelo es nuvo-5095gc, su CPU es Intel Core i7, la fuente de alimentación es de 24V CC, el sistema operativo que elegimos ROS (sistema operativo de robot) como nuestra plataforma de implementación del núcleo de control. Su desarrollo se realiza una transformación eléctrica para su parte de cosecha y trilla, incluido el diseño mecánico, la construcción del circuito eléctrico, la instalación y la prueba del motor de CC (corriente continua) sin escobillas. Como conclusión el sistema de operación eléctrica de la cosechadora basada en un motor sin escobillas y un sistema de bus RS485 / CAN puede completar de manera estable y continua la tarea de cosecha al cosechar arroz y trigo. El funcionamiento del sistema se supervisa y ajusta automáticamente mediante la recopilación de la velocidad y la corriente de los motores en tiempo real.

(Xie, Fuxiang, 2022), se indago en San Francisco Estados Unidos, se diseñó un dispositivo para automatizar pelado y triturado de brácteas que consiste principalmente en un dispositivo de pelado, un dispositivo triturador y un marco. Se analizaron la cinemática y la dinámica del rodillo del dispositivo de pelado de brácteas de maíz, se obtuvieron las condiciones de pelado de brácteas. Se utilizó servomotor de la serie 110, modelo 110ST-M05030, con una potencia de 1,5 KW, un voltaje de 220 V y una velocidad de 2000 rad/min, el controlador del servomotor controla la velocidad del motor para controlar la velocidad del rodillo de pelado. Los resultados mostraron que cuando se alimentaron tres mazorcas de maíz al mismo tiempo, el efecto de pelar y triturar las brácteas de maíz fue mejor con el aumento del

número de maíz. Como conclusión el rodillo de pelado solo agarra la mayoría de las brácteas de maíz en 0,019 s, después de pelar las brácteas en el dispositivo triturador, antes las brácteas se trituraron después de 0,077 s, haciendo que el tiempo de trituración de las brácteas fuera eficiente, aumentado cuatro veces mejor. Astapenko NV (2021), se realizó en la Universidad M. Kozybayev North Kazakhstan, Kazajstán. un prototipo de tipo innovador de almacenamiento de granos utilizando silos horizontales, diseñado para reducir el costo de construcción y reconstrucción de elevadores al tiempo que mejora la calidad, aumenta los tiempos de almacenamiento y reduce los costos actuales de almacenamiento. La característica de diseño permite automatizar el sistema de control con la mayoría de las operaciones del proceso tecnológico de almacenamiento de granos. Este propone un método para la formación automatizada de acciones de control en equipos de almacenamiento de granos como resultado del análisis de datos de sensores de temperatura, humedad, nivel de dióxido de carbono y visualizaciones de las mediciones en 3D de la superficie del grano. Se ha desarrollado un proyecto de sistema automatizado de seguimiento y control de almacenes de cereales con silos horizontales. Como conclusión presenta un sistema automatizado con PLC, se tomaron en cuenta los conocimientos y logros científicos en el campo del almacenamiento de granos y la teoría de las mediciones de identificación, lo que hace posible utilizar los algoritmos descritos en sistemas de información para monitorear instalaciones de almacenamiento de granos de otros tipos.

(Wang, Xijuan, 2022), se indaga en la Universidad Normal de Luoyang, china, como objetivo los problemas técnicos como la volatilización incompleta y la difícil estabilidad de la temperatura y de la humedad en el secado rápido. Donde el secado requiere alta temperatura y velocidad del viento, la mayoría de los métodos tradicionales de control de temperatura se controlan manualmente. El carbón se agrega a la estufa de aire caliente manualmente, y la temperatura de aire caliente es controlada por la cantidad de carbón añadido, este método conducirá a una fluctuación de temperatura excesiva en el proceso de adición de carbón. Como parámetros el diseño de hardware del sistema de control de temperatura, humedad en detalle y dibuja el diagrama de flujo de diseño general del sistema de control de

secado donde el PLC es seleccionado como el controlador del proceso, de acuerdo con los requisitos del sistema de control, el hardware del sistema de control es contado según la dirección de E/S se asigna mediante la combinación con la prueba de secado. Como conclusión se demuestra que la precisión del control del contenido de la investigación en este documento es más precisa, lo que no solo mejora el nivel de automatización en el proceso de secado, sino que también reduce el costo de mano de obra en el proceso, y Tiene un alto valor de aplicación técnica.

(Luis Omar, 2018), se llevó a cabo un estudio en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, El diseño completo del layout de la distribución de las instalaciones industriales dentro del contexto de la industria 4.0, la instalación industrial tal y como se conoce hoy en día ha evolucionado hasta el punto de integrar sistemas de automatización e información. De hecho, tal evolución ha dado lugar a la llamada fábrica inteligente. La metodología incorpora en su estructura un sistema de diseño integrado (IDS) en su estructura, que permite el trabajo colaborativo con diferentes herramientas de diseño y simulación CAD. Asimismo, los resultados del diseño de distribución obtenidos del estudio de caso demuestran el beneficio y la utilidad de la metodología propuesta, se considera un estudio en una planta procesadora de café.

(Freedy Sotelo, 2020) se realizó el estudio en la Universiti Sains Malasia, su objetivo es un prototipo de sistema de secado de granos de café, donde se realiza los parámetros de selección de componentes, utilizando un horno, un sensor de temperatura pt100, un PLC (controlador lógico programable), 3 motores eléctricos, con un sistema de control automatizado para programar el proceso. Cuando los granos de café ingresan húmedos al sistema y luego son sometidos a una temperatura estable de 45°C, logrando tener un secado uniformemente eficiente. Probando una versión inicial, se ha dimensiona el envase para 500grs y se ha calculado tanto la temperatura como el tiempo de secado para garantizar la calidad del secado. Como conclusión mejoro el sistema de secado utilizando un horno automatizado mejorando los tiempos y haciendo eficiente el proceso de secado.

Según Agudelo (2020), la automatización es empleada en el área industrial, pues permite que una máquina elabore procesos o tareas sin la participación humana con

la ventaja de ahorrar tiempo y dinero. Según Escaño (2019) define a la automatización industrial como la disciplina que estudia conocimientos basados en ramas como: ingeniería eléctrica, electrónica, química, mecánica, informática y de comunicaciones. Para Linares (2018) la automatización industrial es la facilitación del trabajo humano, dando paso a máquinas que realicen tareas automáticas de manera adecuada, garantizando así la seguridad de las personas. Asimismo, para Arias (2020), la automatización reemplaza total o parcialmente al humano pues los operadores virtuales artificiales tienen la función de ser programadas para ejecutar distintas ocupaciones establecidas dentro de la producción industrial para el control automático y brindar certidumbre en la comunicación, monitoreo e inspección de los procesos para prevenir el desmesurado uso de cableado. Para Moreno (2001) la automatización establece uno de los objetivos más fundamentales de las empresas en la indagación de la competitividad. Además, es la integración de una agrupación de componentes y aparatos tecnológicos que garantizan el control y su óptima operación.

Por otro lado, los parámetros de operación son Variables o factores que proporcionan datos actuales a los fabricantes de máquinas, asimismo, es provechoso para la utilización y manejo de los procesos. Según Zambrano (2015), estos parámetros perfeccionan el rendimiento del proceso, señalan las condiciones para su operación, brindan seguridad a sus operarios y proporciona una mejor calidad de servicio para un buen funcionamiento. Es un componente de un procedimiento que permite catalogar y evaluar algunas características. Enrique Rus (2020) señala que, son un valor medible y estadísticamente es útil para comprender las propiedades de la distribución de datos. Asimismo, si se habla de los parámetros matemáticos, se refiere a las funciones matemáticas y variables independientes que son consideradas ventajosas.

Según Cequea (2012) la eficiencia es un criterio económico que se manifiesta en la técnica administrativa para producir el máximo resultado con mínimos recursos, energía y duración, además, se refiere a una aplicación óptima de recursos aptos para obtener los resultados requeridos. Para Ledinek et al. (2022), al explicar la eficiencia, se basa en el origen de la economía como el incremento en los

parámetros de la producción cuidando el rendimiento, calidad y rentabilidad de las unidades. Para Forsund (2013) es una escala de proporción precisa para que las unidades ineficientes se planifiquen en función de la producción; asimismo, la define como un índice de productos sobre insumos ponderados.

(Torrez, 2017), en el Perú se utiliza un estudio centrado de las técnicas e instrumentos de investigación empleando una encuesta o ficha de observación cuando una persona requiere medir u obtener información para la elaboración de la investigación.

(Idrogo, 2019) en las investigaciones utilizan diagramas para poder dar entender o conocer los procedimientos que realizan en algunos procesos, los planos que muestran son diagramas unifilares eléctricos, donde se muestra los componentes que utilizan, en los planos mecánicos muestran la estructura de la implementación.

(Bravo, 2022), la humedad de los granos de café varía al momento de la cosecha y recepción por lo que se requiere hacer mediciones antes del secado, para ello utilizan sensor de humedad como el LM35DH lo que les ayuda a ver la humedad del grano, la media del sensor les indicara para que continúen a la secadora sabiendo que tienen una temperatura de 4 a 50° C, el sensor HIH 4000-002 les indicara que parámetros deberán poner para que seque uniformemente.

(Eaton, 2019, p.5), El arranque directo es un método sencillo para arrancar un motor trifásico asíncrono. Pero como resultado tenemos altos picos de corriente que afecta la caída de tensión en la red por lo que sugiere buscar alternativas de arranque como el uso de variadores. Para calcular la potencia de motor se puede ver en placa o calcular con las siguientes formulas:

Fórmula 1: se halla la potencia en kw (kilovatios).

$$P(kW) = HP \times 0.746 \quad (1)$$

P= potencia activa (kW)

HP: caballos de fuerza

Fórmula 2: se halla la intensidad de corriente de un motor trifásico para poder seleccionar el guardamotor.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot VL \cdot \cos \phi \cdot N} \quad (2)$$

I= corriente (amperaje)

P= potencia activa (kW)

VL= voltaje de línea (voltios)

FP= factor de potencia

N= eficiencia

El variador de velocidad, es un dispositivo que puede dar un arranque continuo a un motor asíncrono trifásico. Su variación de frecuencia reduce los picos de corriente en el la red eléctrica y las inesperadas cargas de las partes mecánicas de las máquinas como también de los sistemas. Eaton, 2019, p.9).

El arrancador de estado sólido nos permite un aumento continuo y lineal, ayuda a la reducción de la corriente del arranque. La tensión del motor aumenta a partir de la tensión inicial y del tiempo de aceleración, que es seleccionado mediante unos selectores hasta llegar a su tensión nominal. El arrancador también puede controlar la parada del motor, a través de la reducción de la tensión. Eaton, (2019, p.7).

Manuel, Escaño Y Javier (2019) señalan que los esenciales objetivos de la automatización son: La incorporación de distintos aspectos en lo que se refiere a la operación dentro de la manufactura, para desarrollar una mejor calidad como una equivalencia en cuanto a la obtención del producto final. Minimizando la dificultad y el tiempo con una mano de obra más económica. Con la automatización, disminuyen considerablemente los precios de fabricación, donde progresa así mismo la productividad. Se perfecciona la calidad para los procesos con tareas reiterativas. Reduce la participación de los trabajadores en cuanto a los procesos repetitivos y evita los errores.

Debido a la complicación y gran cantidad de variables en muchos procesos de control, se utilizan los controladores lógicos programables (PLC). El PLC se puede configurar para recibir un pequeño número de entradas analógicas y digitales, controlar un pequeño número de salidas. Asimismo, el sistema gracias a los módulos conectados se puede extender para recibir una numerosa cantidad de señales y

controlar a la vez una gran cantidad de actuadores, pantallas u otros tipos de dispositivos en sistemas muy complejos. Cabe recalcar que, los PLC tienen la capacidad de comunicarse entre sí de forma global, remitir datos operativos y ser controlado desde una terminal de computadora central Dunn (2018).

La sigla HMI significa Interface Humano Maquina, cuyo objetivo es enlazar una comunicación entre el usuario y el estado actual de las maquinas que constituyen un sistema o proceso. Las principales funciones del HMI es el monitoreo, supervisión, alarmas, control y el historial. Todas las funciones son reflejadas a través de la pantalla. Rodríguez de Ávila. And Jesús Enrique (2012)

Un actuador es un instrumento capaz de convertir la energía eléctrica en movimiento para afectar mecánicamente un proceso automatizado. Por ejemplo, tenemos un motor que se puede mover o dominar su mecanismo o sistema mediante un actuador regulador de potencia eléctrica proceso entrada parámetro salida variable 12 en base a un conjunto de instrucciones, nuestros actuadores son de tipo hidráulico, neumático y electrónico.

Un sensor es el instrumento capaz de transformar un valor de una magnitud física en una señal eléctrica del proceso, y es enviado a un sistema de control, lo graba y lo procesa. Se puede estar determinado para las distintas aplicaciones, como la medición de humedad, temperatura, etc.

El transmisor, son nombrados transductores, sirven para transformar las magnitudes físicas clásicas en una señal eléctrica. Se emplean principalmente en los instrumentos de medición electrónicos. Tiene como tipo transmisores de presión o de temperatura. Hacen la conversión y tiene como resultado las señales normalizadas, como de 4 a 20 mA. En la actualidad varios instrumentos están equipados para laborar principalmente con las magnitudes normalizadas especiales. Para poder comparar y procesar diferentes magnitudes físicas, es preciso recurrir a los transmisores.

Inventor, el software CAD en 3D, ofrece las herramientas profesionales para los diseños mecánicos, elabora la documentación y la simulación de los productos. Asidek (2022)

AutoCAD es una de las aplicaciones de software de dibujo asistido por el ordenador

(CAD) desarrollado por Autodesk que permite a los arquitectos, dibujantes, ingenieros y otros profesionales para crear modelos bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D) de las mallas y superficies sólidas. Autodesk (2022)

La plataforma SoMachine V4.1 Este software de programación básico es una herramienta fácil de usar diseñada para desarrollar proyectos en controladores lógicos. Puede convertir aplicaciones creadas en TwidoSuite y TwidoSoft. Es compatible con el controlador HMI es la solución completa para la automatización de procesos. Schneider Electric, (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Investigación aplicada: Se refiere a que el estudio debe alcanzar un nuevo conocimiento que permita la solución de problemas prácticos (Álvarez-Risco 2020); esta investigación será aplicada, pues se buscará resolver la problemática suscitada en el proceso de trillado e incrementar la calidad del mismo en base a los conocimientos adquiridos previamente.

Diseño de investigación

Diseño no experimental: No existen los estímulos o índoles que se experimentan y ser sometidas las variables de indagación, pues no se pueden manipular. Asimismo, a los sujetos se les evalúa en su contexto natural sin cambiar ninguna situación. Existen además dentro de este diseño no experimental dos tipos: Transversal y longitudinal, con la disimilitud de época o tiempo en que se efectúan (Arias J. and Covinos M., 2021); se utilizará un modelo no experimental: la automatización con sistema PLC es descriptivo porque tiene como objetivo realizar un análisis y descripción en el contexto de la realidad sin que se lleven a cabo cambios o modificaciones en las variables. Estas se examinan tal como se presentan en la realidad, de este modo, los sujetos no son condicionados ni estimulados desde el exterior, pues se observan como son sin cambiar su realidad.

3.2 Variables y operacionalización

Variable 1: Automatización industrial

Es la variable independiente de categoría cuantitativa. Para Linares (2018) la automatización industrial es la facilitación del trabajo humano, dando paso a máquinas que realicen tareas automáticas de manera adecuada, garantizando así la seguridad de las personas.

Variable 2: Parámetros de operación

Variable dependiente en la investigación, de categoría cuantitativa. Para Zambrano (2015), estos parámetros perfeccionan el rendimiento del proceso, señalan las condiciones para su operación, brindan seguridad a sus operarios y proporciona una mejor calidad de servicio

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: De esta investigación la población será el grupo de plantas cafetaleras que realicen procesos de trillado de café conformadas por un aproximado de 30 plantas cafetaleras distribuidas en las 10 regiones productoras de café a nivel nacional. Asimismo, se tomaron en cuenta las perspectivas de inclusión y exclusión.

- **Criterios de inclusión:** A las empresas que realizan sus procesos de trillado básicos y/o manuales, al igual las empresas formales.
- **Criterios de exclusión:** Aquellas plantas cafetaleras que ya cuentan con procesos de trillado automatizados y también a aquellas que no están en el ámbito de la formalidad.

Muestra: Estará basada en el proceso de trillado de café en una planta cafetalera del norte.

Muestreo: Será no probabilístico, pues, la investigación fue apartada por conveniencia de los investigadores.

Unidad de análisis: Proceso de trillado de café en una planta cafetalera del norte.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1: Técnicas de recolección de datos

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Observación	Comprender el desarrollo y las condiciones de operación del proceso de trillado	Guía de observación
Encuesta	Determinar la percepción de los trabajadores con respecto a la eficiencia del proceso de trillado	Cuestionario

Validez

La validez de los instrumentos estuvo a cargo de dos profesionales expertos en automatización industrial y un profesional experto en la materia de electrónica e instrumentación, quienes evaluaron cada uno de los enunciados de los cuestionarios.

Tabla 2: Listado de expertos

Experto	Especialidad
Ing. Víctor Antonio Pérez Villalobos	Mecánico eléctrico
Mg. Miguel Segura Requejo	Mecánico eléctrico
Mg. Jorge Villanueva Zapata	Ing. Electrónica

Nota; Ing., Ingeniero Mg.: Magíster ver anexo 45

3.5 Procedimientos

Se coordinó el contacto con el área administrativa de la empresa cafetalera de la sede Chiclayo, para solicitar la visita de sus instalaciones.

Se llevó a cabo una investigación reciente del proceso de trillado de café que presenta un sistema de control a base de contactores, su operación se realiza manualmente.

Se realizó las consultas a los trabajadores del área, delegados de vigilar el buen manejo del proceso actual y así conocer su percepción de la eficiencia de los sub procesos que intervienen en el proceso de trillado.

Se desarrolló también la inspección y se distinguirá los factores del desarrollo que participan en el proceso de trillado de café.

Seguidamente de la observación, se escogerá los componentes de novedosa tecnología para el control de parámetros acorde a las necesidades del proceso y protocolos de comunicación para la ejecución de un proceso automatizado.

Después de realizar estas actividades se procederá a realizar el diseño para la automatización del proceso haciendo el uso de un controlador lógico programable (PLC).

Por último, se elaboró el presupuesto para la implementación del sistema de automatización de trillado de café para planta cafetalera del norte.

3.6 Método de análisis de datos

Método descriptivo: Se preparó una data en función al levantamiento de información de la situación actual que ayudará a estimar el problema y de plantear sistemas automatizados de reciente generación. Después, se elabora tablas que señalen conceptos, números, porcentajes y otros fragmentos beneficiosos para el estudio, así como también, detalles vinculados con el sistema de automatización del proceso de trillado. Seguidamente, se llevó a cabo una sugerencia de costo del sistema automatizado en Excel y finalmente se hará representaciones conectadas a los indicadores o variables de estudio.

Método inferencial: Se aplicó la prueba de estadística inferencial a los datos obtenidos antes de la automatización y como esta influirá en la mejora del proceso de trillado de café, así como también en base a las estimaciones correspondientes el tiempo que se emplearía para poder recuperar la inversión económica.

3.7 Aspectos éticos

Este trabajo de investigación consideró los buenos principios y conductas admisibles en todo el análisis del estudio; empleando normas ISO 690 para citar correctamente respetando siempre el autor y año de investigación, además de la problemática, antecedentes de estudio y marco teórico. Asimismo, se acató la normativa de la guía vigente de la Universidad César Vallejo y finalmente por lo que concierne a datos encuestados y procedimientos de las empresas, se empleó con total confidencialidad.

IV. RESULTADOS

Objetivo específico 1: Identificar la situación actual del proceso de trillado de café para conocer su funcionamiento.

Como parte inicial de los resultados se evaluó el desarrollo actual del proceso de trillado de café que se viene desarrollando actualmente en planta cafetalera del norte, se elaboró un diagrama de flujo (**ver anexo 5**)

Recepción del grano de café

Luego de recepcionar el café, es llevado al almacén donde es apilado en parihuelas de madera, el operario extrae una muestra de café para identificar el porcentaje humedad del grano y así determinar si necesita pasar por la etapa de secado.

Secado

Para proceder al proceso de secado, los estibadores cargan los sacos de café del almacén para llenar la Guardiola giratoria (horno), que tiene una capacidad de 5 mil kilos. Una vez lleno la Guardiola, prenden el horno de paja, a través de una turbina pasa el aire caliente y haciendo uso de una compuerta manual se regula el aire verificando en el termómetro la temperatura la misma que no debe exceder de 45°C para el secado del café. Posteriormente el producto seco es llenado nuevamente en sacos y trasladado con ayuda de los estibadores hacia el silo de producto seco para continuar con el proceso.

Proceso de pilado

Mesa Prelimpia

Se encarga de retirar el polvo y las impurezas que pueda traer el grano de café.

Mesa Despregradora

Se encarga de separar las piedras y objetos pesados del grano de café

Molino de pilado

El molino tiene por función separar la cascarilla del grano, para obtener un grano limpio para ser procesado.

Mesa clasificadora

Se encarga de separar el grano por medio de 2 mallas de donde tiene como números 15 y 16 el grano supremo y 13 y 14 especial

Mesas gravimétricas

Realiza la selección del grano por su peso a través de aire y vibración

Selectoras

Se encarga de seleccionar el grano de café según el color para su envasado

Envasado

Se procede hacer el llenado de los sacos de café y verifica mediante una balanza que cada saco cuente con el peso requerido. Posteriormente los sacos son almacenados hasta que se realice la distribución y comercialización correspondiente del producto.

- Se procedió a la recolección de datos con la ayuda de los instrumentos de la encuesta para saber cuáles son los procesos del trillado de café. **(Ver anexo 4)**

Tabla 3: Procesos desarrollados en el trillado de café

Tillado de café	Desarrollo
Sub Proceso de secado	<ul style="list-style-type: none">➤ Traslado de producto desde almacén a la Guardiola cuya una capacidad de 5 mil kilos su llenado es manualmente.➤ Secado de producto a una temperatura de 40° C, supervisado y controlado manualmente➤ Producto seco y con la humedad adecuada del 12% es llenado y transportado manualmente hasta silo de proceso de pilado
Sub Proceso de pilado	<ul style="list-style-type: none">➤ Proceso se realiza a través de máquinas que cuentan con sistema de motores.➤ Accionamiento de los motores del sistema mecánico es manualmente
Sub Proceso de selección	<ul style="list-style-type: none">➤ Proceso se realiza a través de máquinas que cuentan con sistema de motores.➤ Realizado a través de 3 máquinas electrónicas automáticas

Fuente: elaboración propia

Nota: se muestra las principales actividades por cada sub proceso del trillado

Interpretación: la tabla 3 describe de manera sintetizada el proceso de trillado de café en planta cafetalera del norte

Tabla 4: Lista de motores y equipos del proceso de secado

Proceso de secado			
Equipos	Cantidad	Trifásico (voltaje)	Potencia (HP)
Motor de la Guardiola	1	380	3.7
Motor de inyector de aire	1	380	7.5
Motor de elevador 1	1	380	3
Compuerta manual	2		

Fuente: elaboración propia

Nota: elaboración propia, actualmente los sistemas de arranque de los motores es un arranque directo.

Tabla 5: Lista de motores del proceso de pilado

Proceso de pilado			
Equipos	Cantida d	Trifásico (voltaje)	Potencia (HP)
Motor Elevador de pilado	1	380	3
Motor mesa prelimpia	1	380	3
Motor extractor de mesa prelimpia	1	380	5
Motor elevador de mesa prelimpia	1	380	0,75
Motores de Mesas despregradoras	2	380	3
Motor elevador mesa despregradora	1	380	0.75
Motor piladora	1	380	70
Motores extractores de piladora	2	380	3
Motores de elevadores de piladora	2	380	1
Motor mesa clasificadora	1	380	3
Motor extractor mesa clasificadora	1	380	5
Motores de elevadores de mesa clasificadora	2	380	1

Fuente: elaboración propia

Nota: elaboración propia, actualmente los sistemas de arranque de los motores son a través de arranques directo a excepción del motor de la piladora que cuenta con un variador de velocidad con una frecuencia ya establecida utilizado para evitar el pico de arranque. **(Ver anexo 9)**

Tabla 6: Lista de motores del proceso de selección

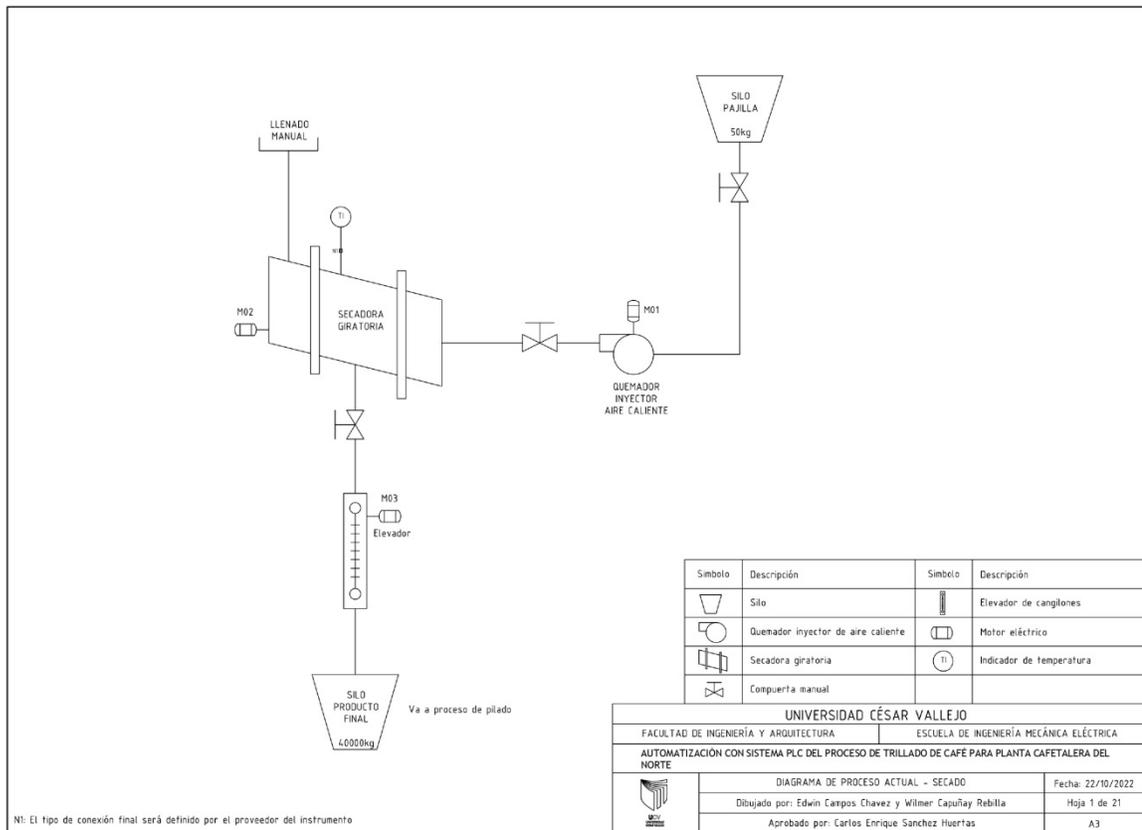
Proceso de selección			
Equipos	Cantidad	Trifásico (voltaje)	Potencia (HP)
Motor elevador separador de grano	1	380	3
Motor mesa grabimetrica 1	1	380	3
Motores de elevadores de mesa gravimétrica 1	2	380	1
Motor mesa grabimetrica 2	1	380	3.5
Motores de elevadores de mesa grabimetrica 2	2	380	1
Motor mesa grabimetrica 3	1	380	3
Motores elevadores de mesa grabimetrica 3	2	380	1
Motor mesa gravimétrica 4	1	380	3
Motor elevador mesa grabimetrica 4	1	380	1
Motor sin fin descarte	1	380	2
Motores de elevadores de selectoras	3	380	0.75

Fuente: elaboración propia

Nota: elaboración propia, actualmente los sistemas de arranque de los motores son arranque directo. **(Ver anexo 9)**

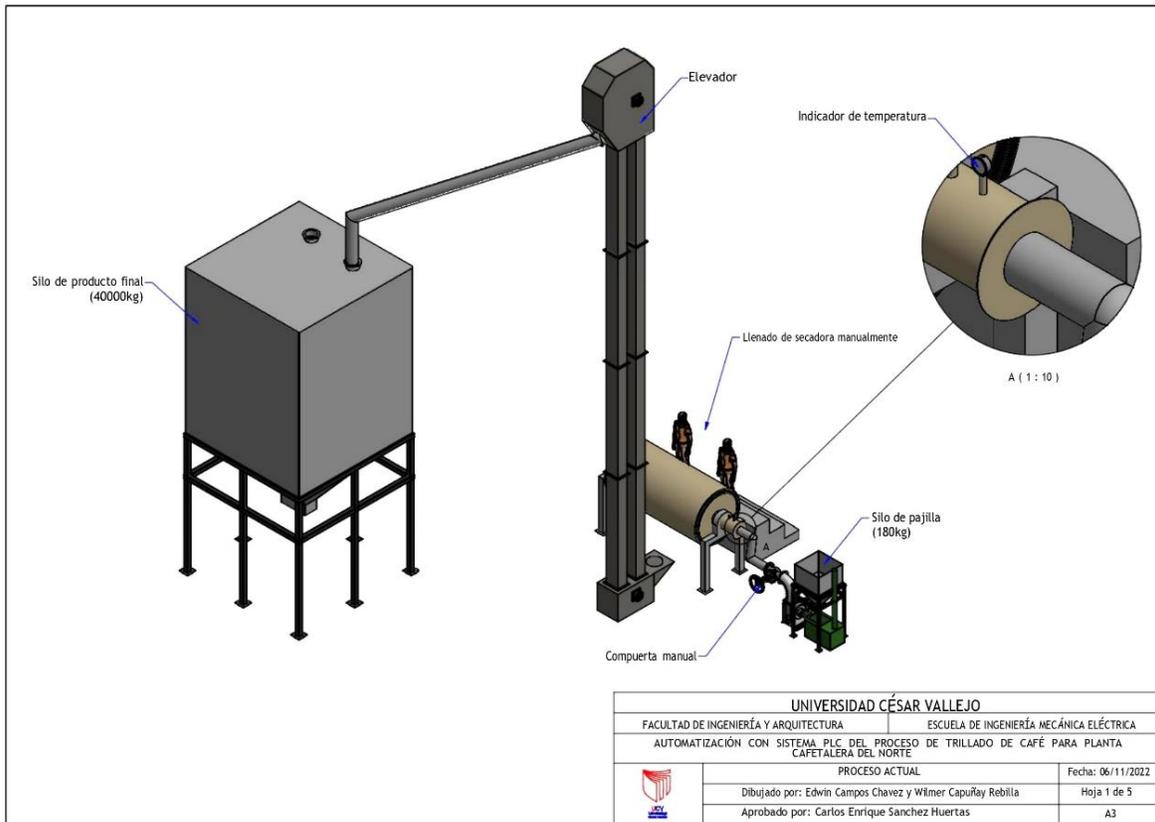
- Se realizó el levantamiento de los diagramas de proceso actual para conocer los componentes y equipos que intervienen en los mismos para determinar las características del sistema de automatización a utilizar, así como realizar los análisis de integración del proceso actual al control mediante el PLC

Figura 1: Diagrama de inicio del proceso actual de secado



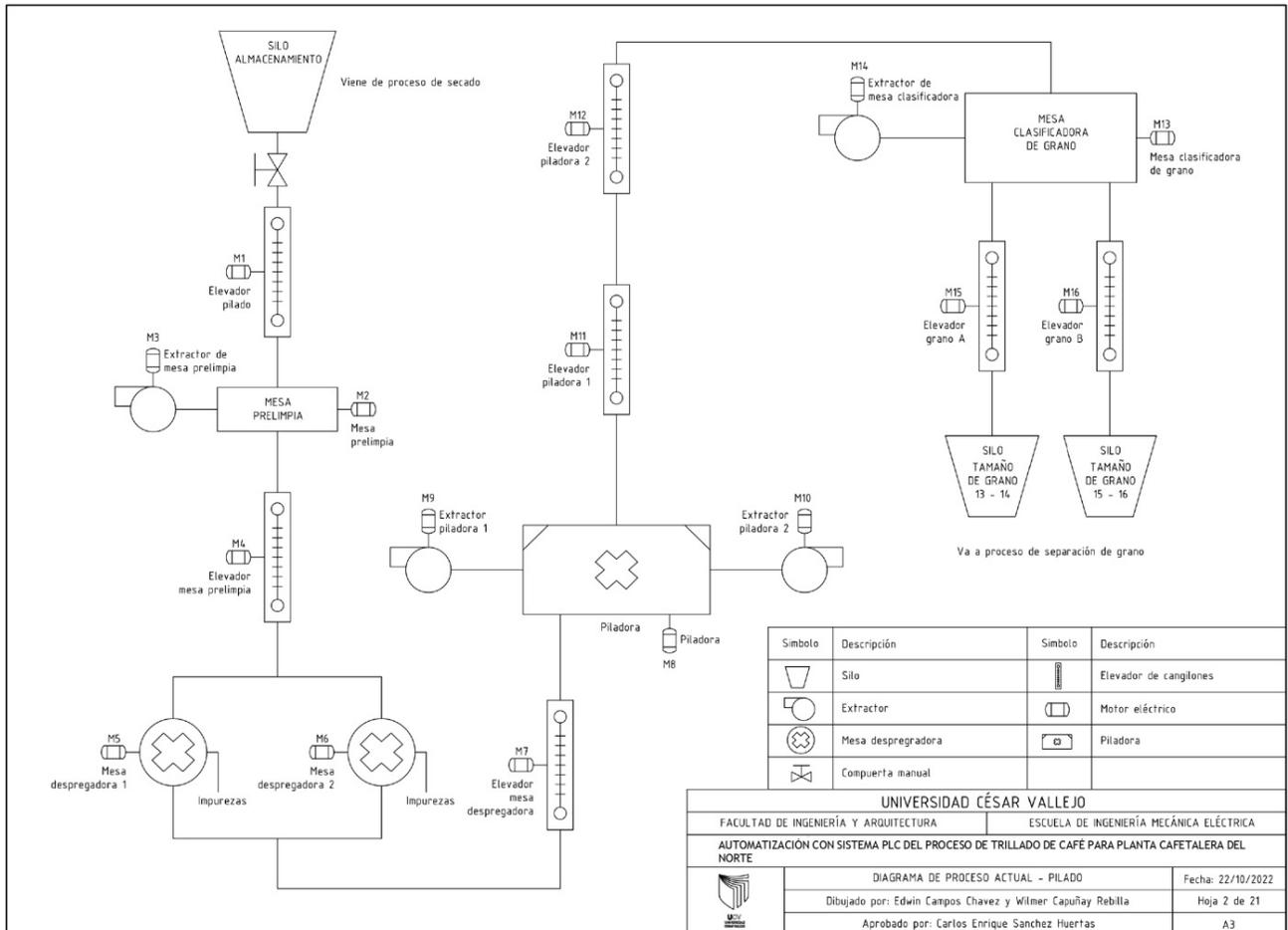
En la figura 1 se muestra el diagrama del proceso de secado actual y los componentes que intervienen en el mismo. Va al siguiente proceso.

Figura 2: Distribución mecánica del proceso de secado actual



Nota: plano muestra el sistema mecánico del proceso de secado actual que se desarrolla manualmente. Donde intervienen 3 motores eléctricos.

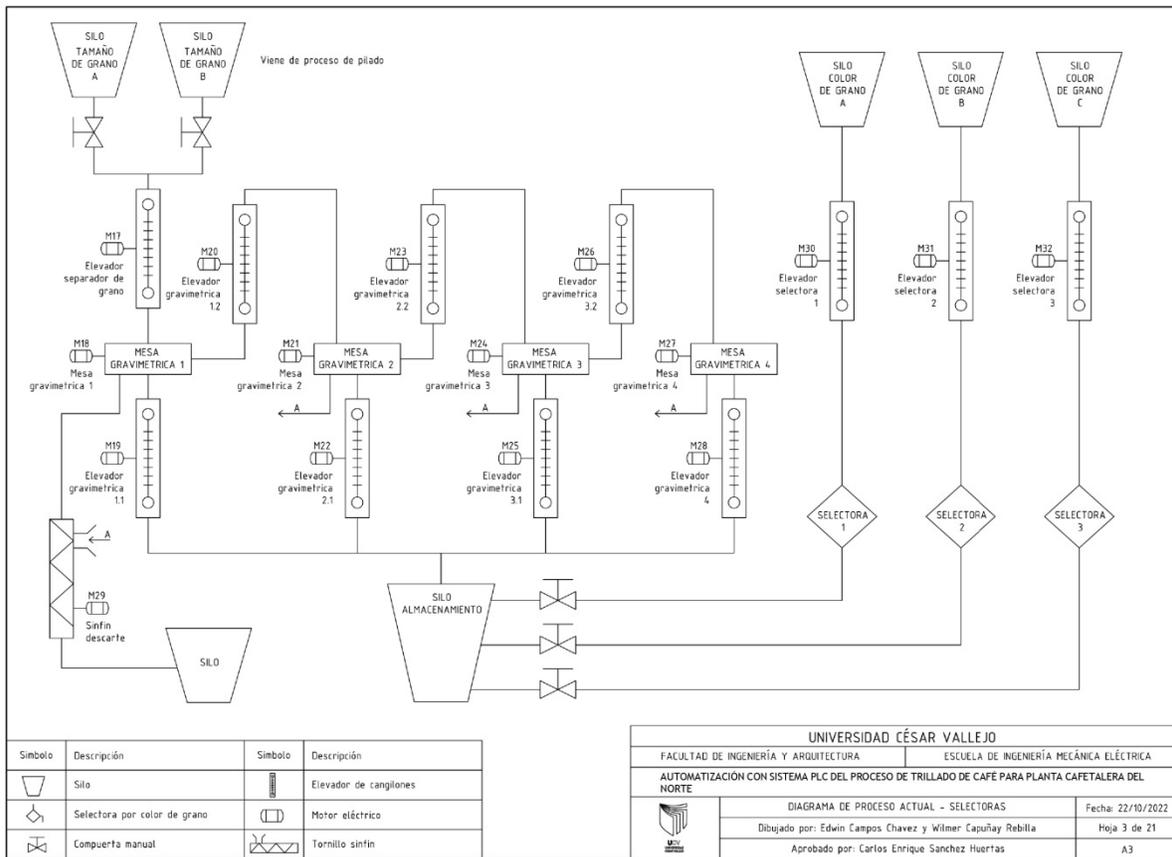
Figura 3: Continuación de la figura 1, diagrama del proceso actual de pilado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2: muestra la representación del proceso de pilado actual y la distribución de los 16 motores que interviene en dicho proceso. va al siguiente proceso.

Figura 4: Diagrama de continuación del proceso de pilado a proceso de selección



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3: se muestra el desarrollo del proceso de selección de grano y la distribución de los motores que intervienen en el mismo.

Objetivo específico 2: Determinar los parámetros operativos del proceso de trillado de café, cálculos y selección de componentes.

Parámetro de secado de café

- La importancia de tener en cuenta los niveles de temperatura y la humedad en un proceso de secado hace que el mismo sea de mejor calidad y tenga un nivel bueno y aceptable para poder ser procesado Daily, (2020) guía para el secado de café.

Tabla 7: Parámetros de operación para el proceso de secado

Parámetros	Niveles
Temperatura de secado de grano	➤ Entre 40 C ^a y 45 C ^o .
Humedad ideal del grano	➤ Entre 11 y 12%

Fuente: <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/>

Interpretación

La tabla 7 muestra los parámetros extraídos de una guía exclusiva sobre el secado de granos de café, dichos parámetros son los adecuados para poder llevar a cabo un secado de calidad del grano de café. Cabe mencionar que en la actualidad la empresa en estudio utiliza los mismos valores, pero debido al control manual que se realiza los mismos son variables

- **Selección de equipos para el control parámetros secado de café:** para el control de humedad se consideró el transmisor SF52 Transmisor de punto de rocío, fue elegido por ser un sensor sencillo y económico diseñado para secadores industriales y de fácil montaje.

Transmisor de humedad	
Trasnmisor	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición -40 a +60 °C (-40 a +140 °F) punto de rocío • Precisión ± 2 °C ($\pm 3,6$ °F) punto de rocío • Precisión (humedad absoluta) 0,4 a 3g/m³ en valor de humedad absoluta

Para el control de temperatura se consideró el transmisor temperatura por ser un transmisor altamente preciso además de ser económico y de fácil acceso en el mercado.

Transmisor de temperatura	
Transmisor	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona alta precisión, estabilidad y confiabilidad • Convierte la entrada del sensor en una señal analógica de 4 a 20 mA • ofrece una gran capacidad de resistencia a entornos duros

Parámetros de arranque: El arranque de los motores que intervienen en el proceso de secado, los 16 motores del sub proceso de pilado y los 16 motores del proceso de selección de grano el encendido y/o apagado se realizara a través del PLC de manera automática y a través de la pantalla HMI de manera manual el cambio entre manual y automático será a través de un selector, dicho control de encendido y apagado se realizara en los tableros existentes de dichos sub procesos. **(Ver anexo 7 y 8)**

Parámetros de control y protección de motores eléctricos: señales extraídas de los contactos de los guardamotores de los 32 motores existentes (**Ver Figura 3 y 4**), ubicados 16 en el tablero del sub proceso de pilado y 16 en el tablero del sub proceso de selección las mismas que indican las eventualidades que se puede presentar en los distintos motores y serán utilizadas para la programación del PLC. (**Ver anexo 9, 10, 11**)

Tabla 8 Señales de eventualidades del proceso de pilado

Proceso de pilado	
Señales	Equipos
Gv1	Motor Elevador de pilado
Gv2	Motor mesa prelimpia
Gv3	Motor extractor de mesa prelimpia
Gv4	Motor elevador de mesa prelimpia
Gv5	Motor de Mesa despregradora 1
Gv6	Motor de Mesa despregradora 2
Gv7	Motor elevador mesa despregradora
Gv8	Motor piladora
Gv9	Motor extractor de piladora 1
Gv10	Motor extractor de piladora 2
Gv11	Motor de elevador de piladora 1
Gv12	Motor de elevador de piladora 2
Gv13	Motor mesa clasificadora
Gv14	Motor extractor mesa clasificadora
Gv15	Motor de elevador 1 mesa clasificadora
Gv16	Motor de elevador 2 mesa clasificadora

Fuente: Planta cafetalera del norte

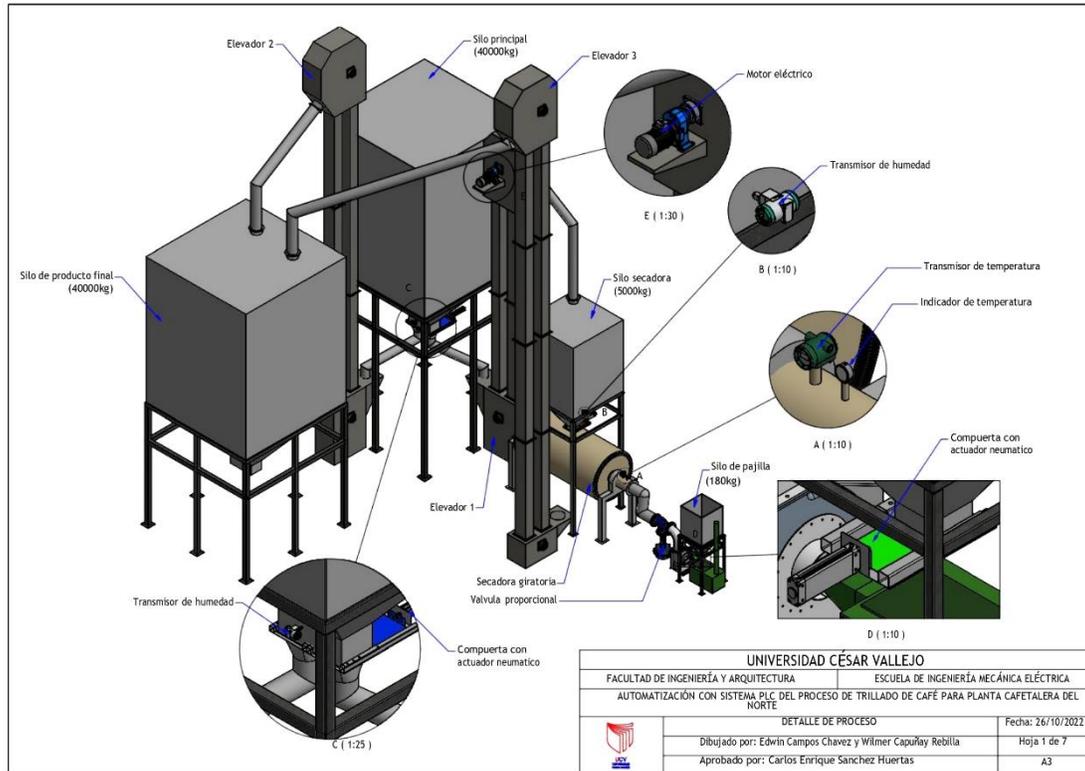
Tabla 9: Señales de eventualidades del proceso de selección

Proceso de selección	
Señales	Equipos
Gv17	Motor elevador separador de grano
Gv18	Motor mesa grabimetrica 1
Gv19	Motor de elevador 1 de mesa gravimétrica 1
Gv20	Motor de elevador de mesa gravimétrica 2
Gv21	Motor mesa grabimetrica 2
Gv22	Motor de elevador 1 de mesa grabimetrica 2
Gv23	Motor de elevador 2 de mesa gravimétrica 2
Gv24	Motor mesa grabimetrica 3
Gv25	Motor elevador 1 de mesa grabimetrica 3
Gv26	Motor de elevador 2 de mesa gravimétrica 3
Gv27	Motor mesa gravimétrica 4
Gv28	Motor elevador mesa grabimetrica 4
Gv29	Motor sin fin descarte
Gv30	Motor de elevador de selectoras 1
Gv31	Motor de elevador de selectoras 2
Gv32	Motor de elevador de selectoras 3

Fuente: Planta cafetalera del norte

Parámetros mecánicos para proceso secado: Para realizar el control PID del proceso de secado se considera como propuesta realizar el diseño de 2 tolvas de almacenamiento y 2 elevadores de cangilones para el transporte de producto los mismos que se integran al proceso de secado. **(Ver figura 2)**

Figura 5: Diseño de la distribución mecánica como propuesta.



Fuente: Elaboración propia

Nota: se muestra la distribución mecánica como propuesta con la incorporación de los elevadores y tolvas para el correcto montaje de los equipos para los lazos de control de humedad y temperatura.

Cálculos de tolvas de almacenamiento: Fueron realizados en el software Mathcad muy usado en los ámbitos de la ingeniería

Tolva de almacenamiento de producto (ver anexo 12)

CALCULO DE TOLVAS DE ALMACENAMIENTO

<p>GEOMETRIA</p> <p>$A := 4800 \text{ (mm)}$</p> <p>$B := 3800 \text{ (mm)}$</p> <p>$C := 3800 \text{ (mm)}$</p> <p>$H := 1800 \text{ (mm)}$</p> <p>$X := 400 \text{ (mm)}$</p> <p>$Y := 800 \text{ (mm)}$</p>		<p>DENSIDAD DE PRODUCTO</p> <p>$d := 750 \text{ (kg/m}^3\text{)}$</p> <p>HUMEDAD</p> <p>$Phum := 16 \text{ (%)}$</p> <p>PORCENTAJE DE VACIO</p> <p>$fv := 20 \text{ (%)}$</p>
---	--	---

$$V1 := \frac{A}{1000} \cdot \frac{B}{1000} \cdot \frac{C}{1000} = 69.312 \quad (\text{m}^3)$$

$$V2 := \frac{H}{3} \cdot \left(\left(\frac{B}{1000} \cdot \frac{C}{1000} \right) + \left(\frac{X}{1000} \cdot \frac{Y}{1000} \right) + \sqrt{\left(\frac{B}{1000} \cdot \frac{C}{1000} \right) \cdot \left(\frac{X}{1000} \cdot \frac{Y}{1000} \right)} \right) = 10.146 \quad (\text{m}^3)$$

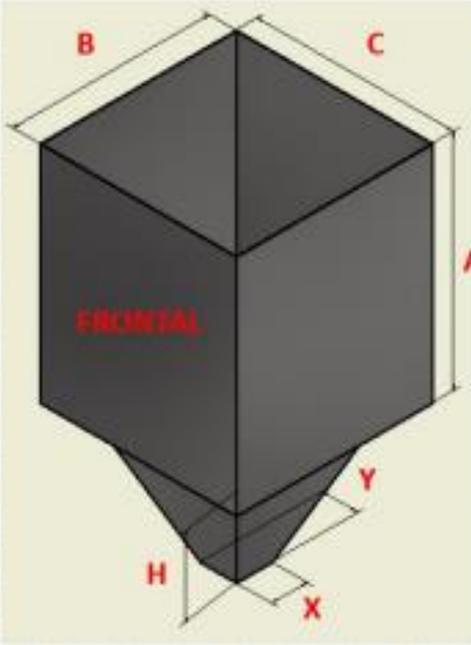
$$Vt := V1 + V2 = 79.458 \quad (\text{m}^3)$$

CAPACIDAD DE LA TOLVA EN TONELADAS

$$\text{Capacidad} := Vt \cdot \left(\frac{d}{1000} \right) \cdot \left(\frac{(100 - Phum)}{100} \right) \cdot \left(\frac{(100 - fv)}{100} \right) = 40.047 \quad (\text{ton})$$

Tolva de almacenamiento de producto para la Guardiola (ver anexo 13)

CALCULO DE TOLVAS DE ALMACENAMIENTO

<p>GEOMETRIA</p> <p>$A := 2350$ (mm)</p> <p>$B := 1900$ (mm)</p> <p>$C := 1900$ (mm)</p> <p>$H := 1100$ (mm)</p> <p>$X = 250$ (mm)</p> <p>$Y := 250$ (mm)</p>		<p>DENSIDAD DE PRODUCTO</p> <p>$d := 750$ (kg/m³)</p> <p>HUMEDAD</p> <p>$Phum := 16$ (%)</p> <p>PORCENTAJE DE VACIO</p> <p>$fv := 20$ (%)</p>
--	---	--

$$V1 := \frac{A}{1000} \cdot \frac{B}{1000} \cdot \frac{C}{1000} = 8.484 \quad (\text{m}^3)$$

$$V2 := \frac{H}{3} \cdot \left(\left(\frac{B}{1000} \cdot \frac{C}{1000} \right) + \left(\frac{X}{1000} \cdot \frac{Y}{1000} \right) + \sqrt{\left(\frac{B}{1000} \cdot \frac{C}{1000} \right) \cdot \left(\frac{X}{1000} \cdot \frac{Y}{1000} \right)} \right) = 1.521 \quad (\text{m}^3)$$

$$Vt := V1 + V2 = 10.004 \quad (\text{m}^3)$$

CAPACIDAD DE LA TOLVA EN TONELADAS

$$\text{Capacidad} := Vt \cdot \left(\frac{d}{1000} \right) \cdot \left(\frac{(100 - Phum)}{100} \right) \cdot \left(\frac{(100 - fv)}{100} \right) = 5.042 \quad (\text{ton})$$

Cálculo de elevador de cangilones: para determinar la potencia del motor eléctrico.

DETERMINACION DE LA POTENCIA DEL ELEVADOR

Elevador transportador de grano de café

Q Ton/hora	h m	P HP	P kW	F.C.	P HP	REDUCTOR HP
10	20	1.48	1.11	1.20	1.78	2.4

$$P = (2 \times Q \times h) / 270$$

P = Potencia del elevador en HP
 Q = Capacidad del elevador en ton/hora
 h = altura de elevación en m

TORQUE REQUERIDO			
No	n	Mo	
HP	rpm	Lb f - inch	Kg f - m
1.78	90	1,244	19

$$No = (Mo \times n) / 63000$$

No = potencia requerida por el elevador en HP
 Mo = Torque del elevador (Lbf - pulg).
 n = Velocidad a la que gira el elevador (r.p.m.).

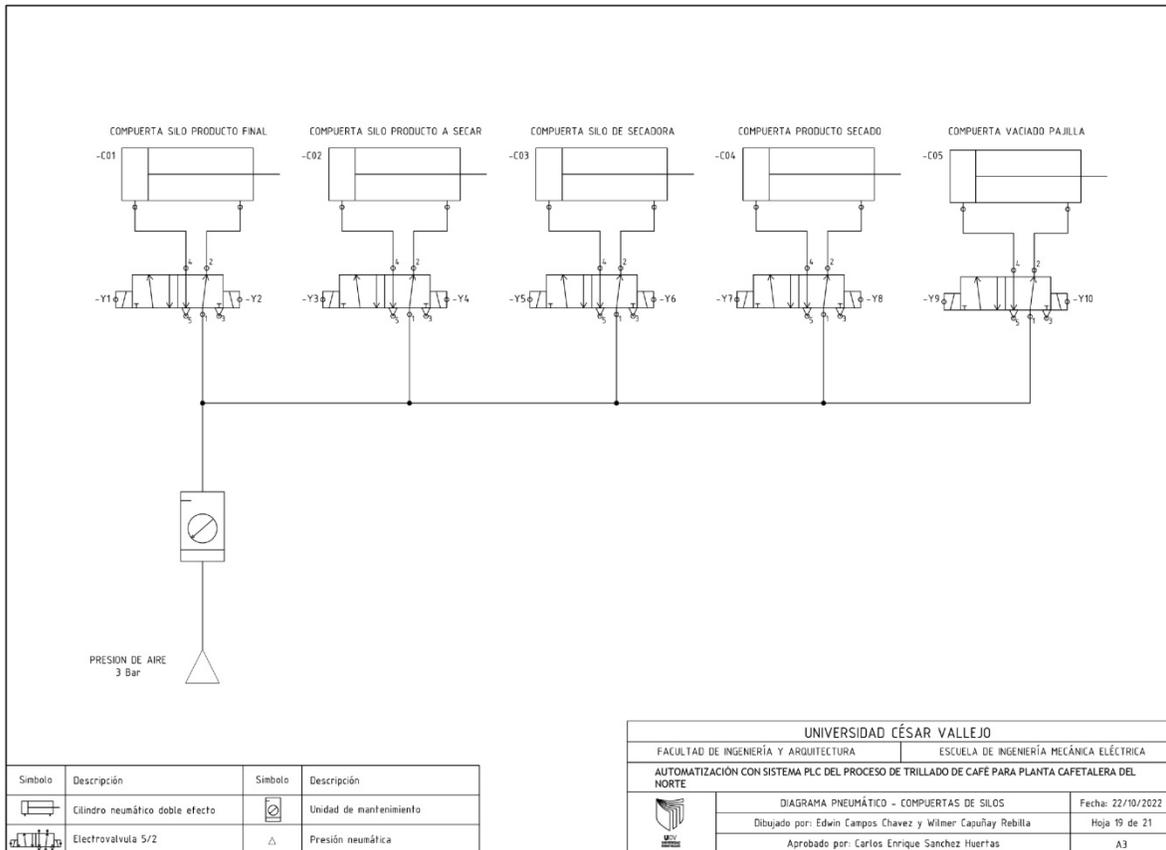
Parámetros Neumáticos para el proceso de secado: El accionamiento de las compuertas que intervienen en el proceso de secado será a través de pistones neumáticos comandados por el PLC.

- Selección de componentes neumáticos: los componentes seleccionados fueron de la marca festo por ser la marca más utilizada en actuadores neumáticos, así como también por su accesibilidad en el mercado, desempeño y calidad. No obstante, se puede usar diferentes marcas con las mismas características.

<ul style="list-style-type: none"> ● Electroválvula 5/2 24VDC ● Fluido Aire comprimido ● Activación Bobina ● Temperatura ambiente -10 a 50°C 	electroválvula
<ul style="list-style-type: none"> ● Fluido Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación ● Construcción Cilindro con émbolo ● Presión máx. de funcionamiento 1000 kPa (10 bar) ● Cilindro neumático doble efecto D: 63mm carrera: 200mm ● Cilindro neumático doble efecto D: 63mm carrera: 250mm ● Cilindro neumático doble efecto D: 63mm carrera: 250mm 	Pistón neumático
<ul style="list-style-type: none"> ● Unidad de mantenimiento ● Presión de funcionamiento 2 bar a 12 bar ● Margen de regulación de presión 0.5 bar...12 bar ● Purga de condensado Totalmente automático 	Filtro de aire

- Diseño de plano neumáticos: realizado con el software AutoCAD muestra la representación de los actuadores neumáticos que intervendrán en el proceso de secado realizando el accionamiento de las compuertas de apertura de producto. **(Anexo 14 y 15)**

Figura 6: Distribución actuadores neumáticos



Fuente: elaboración propia

Parámetros Eléctricos del proceso de secado: se consideran los motores que intervienen en el sub proceso de secado de grano, se le adiciona los 2 motores contemplados en la propuesta mecánica.

Los parámetros a considerar son:

- Tensión de trabajo 380V
- Potencia en KW
- Frecuencia 60Hz
- Corriente en Amperios
- Factor de potencia ($\cos\phi$)

Para realizar la selección de los equipos del motor como son los guardamotors, contactores, variador y arrancador suave se procedió a realizar los siguientes cálculos.

Cálculo de la potencia en Kw (kilovatios) para esto tenemos los datos de los motores del proceso de secado (**ver tabla 4**).

- Cálculos de la potencia del motor de Guardiola 7.5HP en (kW).

Dónde:

1 HP= 0,746 w

P= potencia activa (kW)

$$P = 7.5 \times 0.746$$

$$P = 5.595$$

Cálculo de la corriente (I)

P= potencia activa

I= amperaje

$\sqrt{3}$ = 1.7320

V= voltaje de línea

N= eficiencia de motor

$$I = \frac{5.595}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85 \times 0.81} = \frac{5595}{453,15} = 12.34 \text{ A}$$

- Cálculos de la potencia del motor inyector de aire 3.7HP en (kW).

$$P = 3.7 \times 0.746$$

$$P = 2.760$$

Cálculo de la corriente (I):

$$I = \frac{2760}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85 \times 0.81} = \frac{2760}{453.15} = 6.09 \text{ A}$$

- Cálculos de la potencia del motor elevador 1 en (kW).

$$P = 3 \times 0.746$$

$$P = 2.238$$

Cálculo de la corriente (I):

$$I = \frac{2238}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85 \times 0.81} = \frac{2.238}{453.15} = 4.93 \text{ A}$$

- Cálculos de la potencia del motor elevador 2 en (kW).

$$P = 3 \times 0.746$$

$$P = 2.238$$

Cálculo de la corriente (I):

$$I = \frac{2238}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85 \times 0.81} = \frac{2.238}{453.15} = 4.93 \text{ A}$$

- Cálculos de la potencia del motor elevador 3 en (kW).

$$P = 3 \times 0.746$$

$$P = 2.238$$

Cálculo de la corriente (I):

$$I = \frac{2238}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85 \times 0.81} = \frac{2.238}{453.15} = 4.93 \text{ A}$$

Se realiza el resumen de los cálculos de los motores que se usarán en el proceso de secado, los mismos que serán utilizados para la selección de componente eléctrico. Se hizo la selección en catálogo. **(Ver anexo 16)**

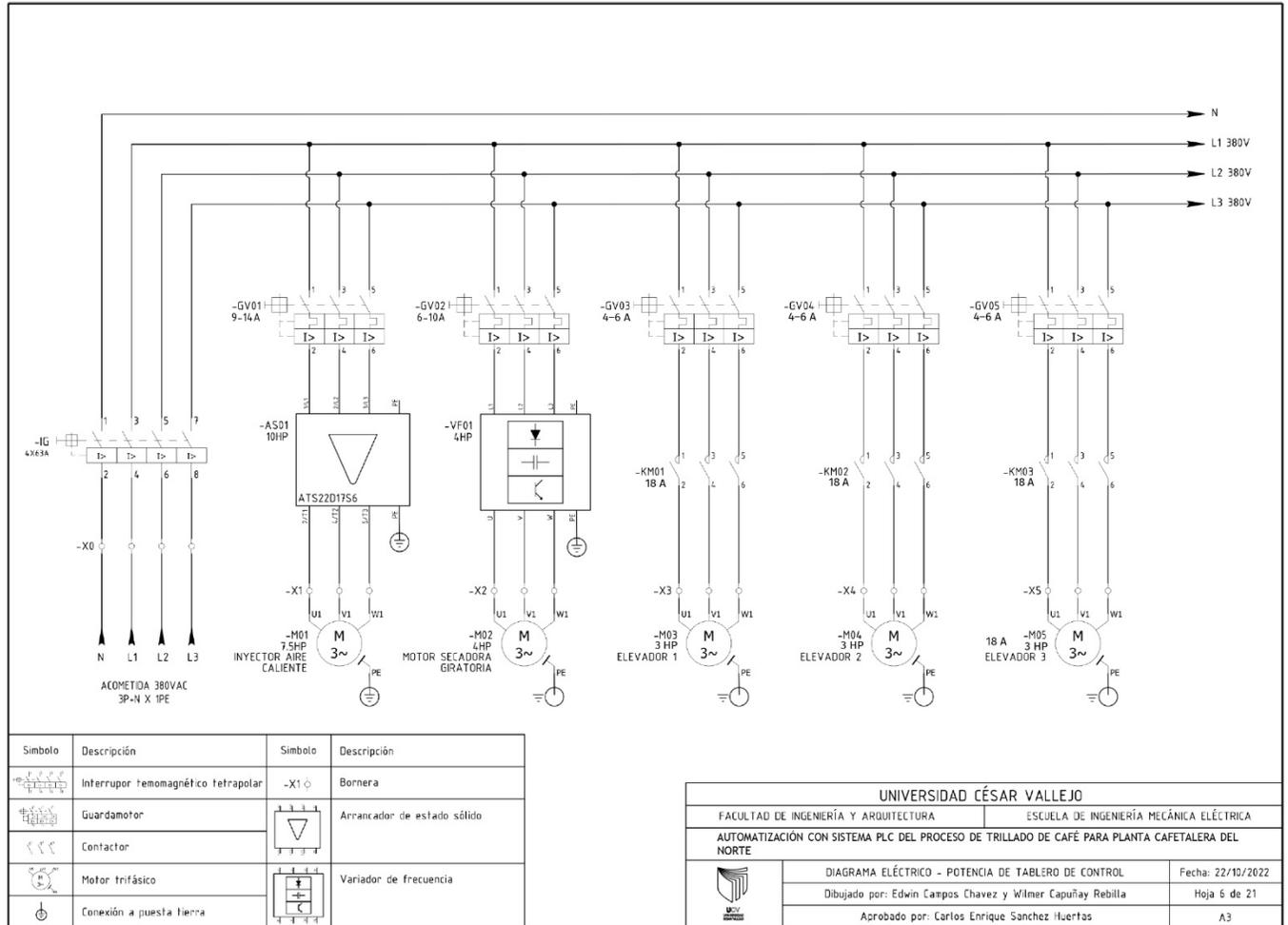
Tabla 10: Datos de los motores calculados

Motor	Intensidad (A)	Potencia (HP)	Voltaje (V)	Factor de potencia (cos φ)	Eficiencia (n%)
Guardiola	12.34	7.5	380	0.85	0.81
Inyector de aire	6.09	3.7	380	0.85	0.81
Elevador 1	4.93	3	380	0.85	0.81
Elevador 2	4.93	3	380	0.85	0.81
Elevador 3	4.93	3	380	0.85	0.81

Fuente: Elaboración propia

- A continuación, se muestra el diagrama multipolar del proceso de secado desarrollado en el software AutoCAD donde se muestra los 5 motores que intervienen en el sub proceso de secado. Diagrama unifilar de mando. **(Ver anexo 17 y 18)**

Figura 7: Diagrama eléctrico proceso de secado



Fuente: Elaboración propia

Parámetros de control y monitoreo del proceso de trillado: visualización en tiempo real de los parámetros de humedad y temperatura, control y monitoreo encendido de motores en modo automático. Visualización de fallas. Asignación de parámetros a través del área de calidad. Monitoreo de parámetros del motor secadora.

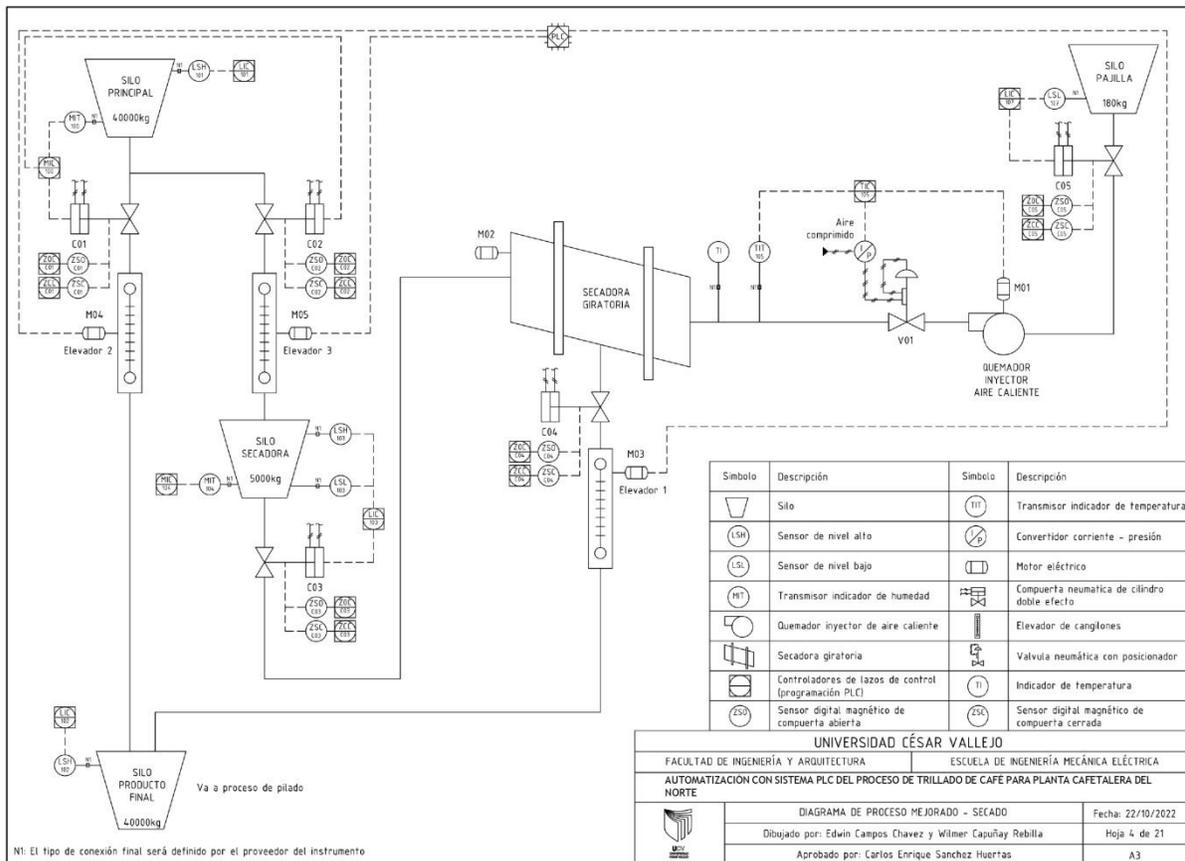
Selección de equipo: para el control y monitoreo se seleccionó la pantalla HMI HMIGTO3510 la misma que fue elegida por adecuarse a las necesidades requeridas así mismo por su fácil acceso en el mercado, costo accesible y larga vida útil.

HMI 7" HMIGTO3510	
 The image shows a Schneider Electric Magelis HMI 7 inch HMIGTO3510. It is a dark grey, rectangular device with a large central touchscreen display. Below the screen, there are eight physical function keys labeled F1 through F8. The Schneider Electric logo and the Magelis brand name are visible at the top of the device. The left side of the device features a vertical array of ventilation holes.	<ul style="list-style-type: none">● Tipo de producto o componente Panel de pantalla táctil avanz● Tamaño de pantalla 7 pulgadas● Panel táctil Película resistente 1000000 ciclos● Vida útil de la luz posterior 50000 horas white 25 °C● tensión de alimentación nominal 24 V CC

Parámetros de control automatizados: control de encendido y apagado de los motores del sub proceso de pilado y selección de café, control PID del sub proceso de secado. Control y procesamiento de señales analógicas, Procesamiento de los parámetros de falla, control de los parámetros neumáticos. **(Ver anexo 19, 20, 21, 22)**

Diseño de plano PID: los planos PID se realizaron con el programa de diseño AutoCAD, se muestra los lazos de control de temperatura y humedad y como estos están a su vez interconectados con los actuadores.

Figura 8: Diagrama PID sub proceso de secado.



Fuente: elaboración propia

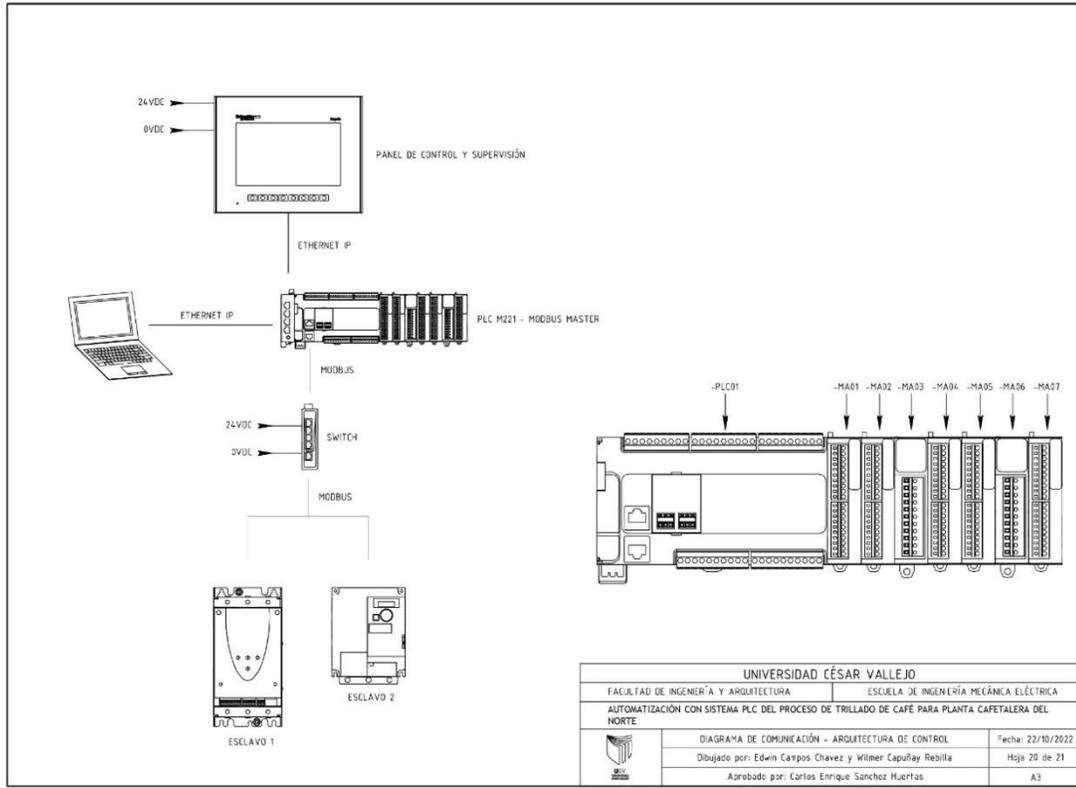
Selección de equipos de control: fueron seleccionados teniendo en consideración los parámetros a controlar.

PLC TM221CE40R fue seleccionado porque cumple con las condiciones requeridas además de su fácil acceso en el mercado a costo accesible es muy utilizado en sistemas automatizados por su calidad y desempeño.

Módulos de ampliación de entradas y salidas digitales y analógicas estos fueron elegidos según su compatibilidad con el PLC.

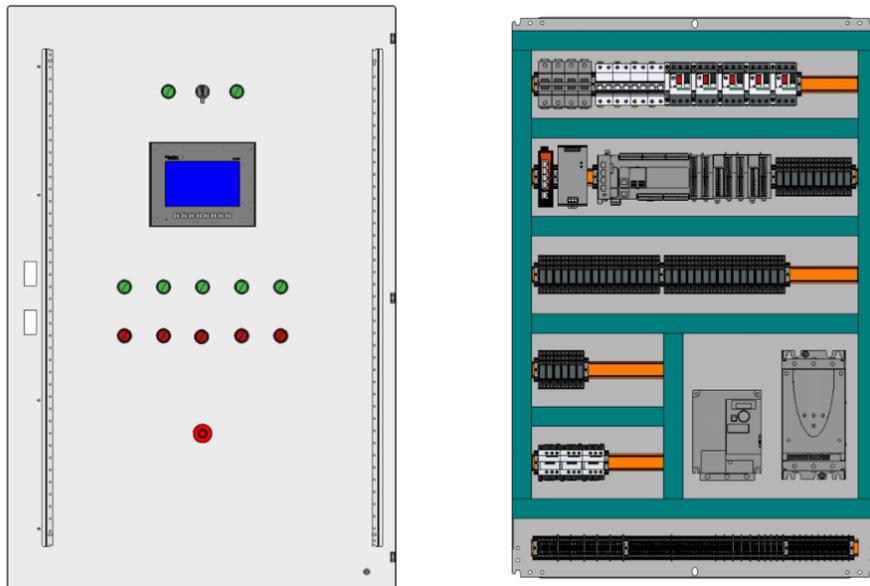
	<ul style="list-style-type: none"> ● Gama de producto Modicon M221 ● Tipo de producto o componente Automata programable ● tensión de alimentación asignada 100...240 V CA ● Número de salidas discretas 16 ● Referencia TM221CE40R
	<ul style="list-style-type: none"> ● Cartucho de expansión tmc2 -2s analógicas 4-20ma – tmc2aq2c Schneider ● Gama de producto: Modicon M221 ● Referencia TMC2AQ2C
	<ul style="list-style-type: none"> ● Módulo de ampliación de entradas digitales de 24 V CC y 16 canales ● Módulo de ampliación de salidas de relé de 2 A y 16 canales ● Gama de producto: Modicon M221 ● Referencia TM3DI16/G y TM3DQ16R/G

Figura 9: Diagrama de arquitectura de control



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10 : Tablero de control



Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 3: Desarrollar la programación PLC y HM, para el control y monitoreo del proceso de trillado

Para realizar la programación del controlador lógico programable se dispuso del software SoMachine V4.1 de Schneider Electric y se consideraron algunos criterios que se describen a continuación.

Lógica de programación

Eventualidades de guardamotores: todas las eventualidades van al PLC, desde el tablero TA1 (Tablero auxiliar 1, que comanda la etapa de pilado compuesto por 16 motores), el tablero TA2 (Tablero auxiliar 2, que comanda la etapa de separación de grano compuesto por 16 motores) y el tablero TC1 (Tablero de control 1, donde se encuentra el PLC y esta automatizado para el área de secado).

Cuando falla alguno de los motores de TA1, se detiene la línea de pilado, pero la etapa de separación de grano sigue funcionando y la etapa de secado también. Los paros de emergencia también detienen sus respectivas etapas.

Modo manual: Cuando el selector de TC1 este en la posición de manual (izquierda) entonces se podrá dar marcha a uno por uno los motores de las respectivas etapas, siempre y cuando no este detenido TA1, TA2 y TC1 por eventualidades de guardamotor o parada de emergencia. Las compuertas en la etapa de secado también pueden abrirse y cerrarse. Todos estos pulsadores estarán digitalizados en la pantalla HMI.

Modo automático: Cuando el selector de TC1 este en la posición de automático (derecha) entonces la línea que comanda TA1 y TA2, se encienden a la vez. Y solo se detienen por eventualidades de guardamotor o parada de emergencia.

Respeto a la etapa de secado su funcionamiento es el siguiente:

El producto ubicado en el silo principal tiene un transmisor de humedad que medirá y comparará la humedad para abrir las compuertas C01 si tiene una humedad igual a 12% Y la compuerta C02 si tiene una humedad mayor a 12%.

El transmisor de humedad ubicado en la tolva de la secadora dará los rangos de humedad que determinaran el tiempo y temperatura que se encontrará el producto

del silo de secadora (5000kg) en la secadora. Existirán 5 rangos:

Mayor que 12% y menor que 18%: Tiempo 1 – Temperatura 1

Mayor que 18% y menor que 22%: Tiempo 2 – Temperatura 2

Mayor que 22% y menor que 24%: Tiempo 3 – Temperatura 3

Mayor que 24% y menor que 36%: Tiempo 4 – Temperatura 4

Mayor que 36%: Tiempo 5 – Temperatura 5

Estos tiempos y temperaturas seteadas estarán en un cuadro numérico en la pantalla HMI para que el área de calidad se encargue de introducir los datos de operación al iniciar el arranque del sistema.

En ese sentido el transmisor de humedad tomara cada 30min el valor de la humedad y si es igual a 12% abrirá la compuerta C01 llevando el producto a través del elevador 2 al silo de producto final. Sino abrirá la compuerta C02 llevado a través del elevador 3 al silo de producto horno, y este se almacenará hasta completar 5000kg, lo cual lo indicará a través de un sensor de nivel (la tolva está diseñada para esa capacidad en específico) y se abrirá la compuerta C03 dejando caer el producto en la secadora, cuando el sensor de nivel bajo del silo detecte que no hay producto cerrará la compuerta C03.

Cuando este el producto en la secadora se activará el motor de la secadora, girando el producto y después de 10 segundos empezará el funcionamiento del PID con la temperatura seleccionada por los comparativos de humedad y el tiempo adecuado según eso. Además, se activará el motor del inyector quemador.

Se abrirá la compuerta C05 dejando caer la pajilla al quemador inyector, el aire caliente ingresará a la secadora, pero estará graduada por una válvula con posicionador V01. El lazo de control aquí es de un transmisor de temperatura que detectará la temperatura que se encuentra el interior de la secadora, y abrirá proporcionalmente la válvula, manteniendo de este modo la temperatura a un solo valor.

Cuando cense que ya no hay pajilla se activara una alarma que alertara al operario para que ingrese pajilla de manera urgente.

Cuando haya pasado el tiempo determinado se vaciará el producto durante un tiempo predeterminado por el usuario (como la secadora siempre trabajara de

5000kg en 5000kg el tiempo se puede determinar). Llevando el producto mediante el elevador 1 a silo de producto final.

Pasando este tiempo la compuerta C04 se cerrará y para que ingrese producto nuevamente en la secadora deberá esperar 10 segundos y además deberá estar el silo de producto para secadora lleno (5000kg).

El silo de producto final tendrá un sensor de nivel alto que detendrá que le ingrese producto, condicionando a C01 Y C04.

Todos los elevadores en modo automático arrancaran a la vez, solo se condicionará a las compuertas. La lectura de valores de corriente, tensión, etc. se realizará por modbus.

Pasos para realizar la programación del PLC en software SoMachine V4.1

Paso 1: Iniciar software SoMachine V4.1 y marcar la casilla de nuevo proyecto luego se selecciona proyecto vacío, asignar nombre y clic en crear proyecto. **(Ver anexo 23)**

Paso 2: Posteriormente marcar recuadro de nombre configuración. Para seleccionar el PLC a utilizar. **(Ver anexo24)**

Paso 3: Seleccionar el PLC a utilizar en nuestro caso será TM221CE40R. **(Ver anexo 25)**

Paso 4: Una vez agregado el PLC, se procederá a agregar la HMI se selecciona en el catálogo la opción de Magelis HMI & IPC. Luego seleccionamos la HMI a utilizar en nuestro caso será la HMIGTO3510 y le damos aceptar. **(Ver anexo26)**

Paso 5: Una vez seleccionado el PLC y HMI los recuadros de diseño de aplicaciones estarán disponibles para proceder con la programación. **(Ver anexo 27)**

Paso 6: En la parte superior del programa se muestran 3 ventanas para proceder con la programación del PLC utilizamos Somachine Basic, donde podremos configurar todo lo concerniente al PLC, sus entradas y salidas tanto digitales como analógicas. Además de agregarle los módulos de entradas y salidas tanto digitales como analógicas, una vez configurado se da pase a la programación mediante lenguaje Ladder. **(Ver anexo 28)**

Asignación de variables a las entradas y salidas digitales y analógicas del PLC.

Tabla 11: Variables sub proceso de pilado

Tipo de señal	Código	nombre
	<i>10.0</i>	EMERGENCIA_TC1
	<i>10.1</i>	EMERGENCIA_TA1
	<i>10.2</i>	EMERGENCIA_TA2
	<i>10.3</i>	SELECTOR_MANUAL
	<i>10.4</i>	SELECTOR_AUTOMATICO
Entradas digitales etapa de pilado	<i>10.6</i>	EVENTUALIDAD_GV1
	<i>10.7</i>	EVENTUALIDAD_GV2
	<i>10.8</i>	EVENTUALIDAD_GV3
	<i>10.9</i>	EVENTUALIDAD_GV4
	<i>10.10</i>	EVENTUALIDAD_GV5
	<i>10.11</i>	EVENTUALIDAD_GV6
	<i>10.12</i>	EVENTUALIDAD_GV7
	<i>10.13</i>	EVENTUALIDAD_GV8
	<i>10.14</i>	EVENTUALIDAD_GV9
	<i>10.15</i>	EVENTUALIDAD_GV10
	<i>10.16</i>	EVENTUALIDAD_GV11
	<i>10.17</i>	EVENTUALIDAD_GV12
	<i>10.18</i>	EVENTUALIDAD_GV13
	<i>10.19</i>	EVENTUALIDAD_GV14
	<i>10.20</i>	EVENTUALIDAD_GV15
	<i>10.21</i>	EVENTUALIDAD_GV16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Variables sub proceso selección de grano

Tipo de señal	Código	nombre
	<i>11.0</i>	EVENTUALIDAD_GV17
	<i>11.1</i>	EVENTUALIDAD_GV18
	<i>11.2</i>	EVENTUALIDAD_GV19
	<i>11.3</i>	EVENTUALIDAD_GV20
	<i>11.4</i>	EVENTUALIDAD_GV21
	<i>11.5</i>	EVENTUALIDAD_GV22
Entradas digitales etapa de selección	<i>11.6</i>	EVENTUALIDAD_GV23
	<i>11.7</i>	EVENTUALIDAD_GV24
	<i>11.8</i>	EVENTUALIDAD_GV25
	<i>11.9</i>	EVENTUALIDAD_GV26
	<i>11.10</i>	EVENTUALIDAD_GV27
	<i>11.11</i>	EVENTUALIDAD_GV28
	<i>11.12</i>	EVENTUALIDAD_GV29
	<i>11.13</i>	EVENTUALIDAD_GV30
	<i>11.14</i>	EVENTUALIDAD_GV31
	<i>11.15</i>	EVENTUALIDAD_GV32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Variable sub proceso de secado

Tipo de señal	Código	nombre
	<i>I2.0</i>	EVENTUALIDAD _GV01
	<i>I2.1</i>	EVENTUALIDAD _GV02
	<i>I2.2</i>	EVENTUALIDAD _GV03
	<i>I2.3</i>	EVENTUALIDAD _GV04
	<i>I2.4</i>	EVENTUALIDAD _GV05
Entradas digitales etapa de secado	<i>I2.6</i>	SENSOR_C01_A
	<i>I2.7</i>	SENSOR_C01_C
	<i>I2.8</i>	SENSOR_C02_A
	<i>I2.9</i>	SENSOR_C02_C
	<i>I2.10</i>	SENSOR_C03_A
	<i>I2.11</i>	SENSOR_C03_C
	<i>I2.12</i>	SENSOR_C04_A
	<i>I2.13</i>	SENSOR_C04_C
	<i>I2.14</i>	SENSOR_C05_A
	<i>I2.15</i>	SENSOR_C05_C
	<i>I3.0</i>	S1_NH_S_PRINCIPAL
	<i>I3.1</i>	S2_NH_S_SECADORA
	<i>I3.2</i>	S3_NH_S_FINAL
	<i>I3.3</i>	S4_NL_S_PAJILLA
	<i>I3.4</i>	S5_INDUCTIVO_SECADORA
<i>I3.5</i>	S6_NL_S_SECADORA	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 14:** Asignación de variables señales analógicas

Tipo de señal	Código	nombre
Entradas analógicas	<i>IW7.0</i>	H_SILO_PRINCIPAL
	<i>IW7.1</i>	H_SECADORA
	<i>IW7.2</i>	TEMPERATURA_SECADORA
Salidas analógicas	<i>QW0.100</i>	V_AIRE_CALIENTE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Asignación de variables salidas digitales

Tipo de señal	Código	nombre
Salidas digitales para el proceso de pilado	Q0.0	R1_ARRANQUE_KM1
	Q0.1	R2_ARRANQUE_KM2
	Q0.2	R3_ARRANQUE_KM3
	Q0.3	R4_ARRANQUE_KM4
	Q0.4	R5_ARRANQUE_KM5
	Q0.5	R6_ARRANQUE_KM6
	Q0.6	R7_ARRANQUE_KM7
	Q0.7	R8_ARRANQUE_KM8
	Q0.8	R9_ARRANQUE_KM9
	Q0.9	R10_ARRANQUE_KM10
	Q0.10	R11_ARRANQUE_KM11
	Q0.11	R12_ARRANQUE_KM12
	Q0.12	R13_ARRANQUE_KM13
	Q0.13	R14_ARRANQUE_KM14
	Q0.14	R15_ARRANQUE_KM15
	Q0.15	R16_ARRANQUE_KM16

Fuente: Elaboración propia**Tabla 16:** Asignación de variables salidas digitales

Tipo de señal	Código	nombre
Salidas digitales para el proceso de selección de grano	Q4.0	R17_ARRANQUE_KM17
	Q4.1	R18_ARRANQUE_KM18
	Q4.2	R19_ARRANQUE_KM19
	Q4.3	R20_ARRANQUE_KM20
	Q4.4	R21_ARRANQUE_KM21
	Q4.5	R22_ARRANQUE_KM22
	Q4.6	R23_ARRANQUE_KM23
	Q4.7	R24_ARRANQUE_KM24
	Q4.8	R25_ARRANQUE_KM25
	Q4.9	R26_ARRANQUE_KM26
	Q4.10	R27_ARRANQUE_KM27
	Q4.11	R28_ARRANQUE_KM28
	Q4.12	R29_ARRANQUE_KM29
	Q4.13	R30_ARRANQUE_KM30
	Q4.14	R31_ARRANQUE_KM31
Q4.15	R32_ARRANQUE_KM32	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 17:** Asignación de variables salidas digitales

Tipo de señal	Código	nombre
	o	

Salidas digitales de proceso de secado	Q5.0	R33_ARRANQUE_AS01
	Q5.1	R34_ARRANQUE_VF01
	Q5.2	R35_PRESELECCIONADA_VF01
	Q5.3	R36_ARRANQUE_KM01
	Q5.4	R37_ARRANQUE_KM02
	Q5.5	R38_ARRANQUE_KM03
	Q5.6	R39_ABRIR_COMPUERTA_C01
	Q5.7	R40_CERRAR_COMPUERTA_C01
	Q5.8	R41_ABRIR_COMPUERTA_C02
	Q5.9	R42_CERRAR_COMPUERTA_C02
	Q5.10	R43_ABRIR_COMPUERTA_C03
	Q5.11	R44_CERRAR_COMPUERTA_C03
	Q5.12	R45_ABRIR_COMPUERTA_C04
	Q5.13	R46_CERRAR_COMPUERTA_C04
	Q5.14	R47_ABRIR_COMPUERTA_C05
	Q5.15	R48_CERRAR_COMPUERTA_C05
	Q6.0	LAMPARA_MODO_AUTO
Q6.1	LAMPARA_MODO_MANUAL	
Q7.2	SIRENA_ELECTRICA_PAJILLA	

Fuente: Elaboración propia

- Para el desarrollo de la programación el lenguaje utilizado es el lenguaje de programación Ladder, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. A continuación, se describen de modo general los más comunes.

Tabla 18: Principales contactos lenguaje ladder

Simbología	Nombre	Descripción
	Contacto NO	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada, una variable o un bit de sistema
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada da unos cero lógicos. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico
	Bobina SET	Una vez activa no se puede desactivar si no es por su correspondiente bobina en RESET.
	Bobina RESET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada

Fuente: elaboración propia

Se muestra el inicio de la programación para el PLC desarrollada en el software somachine el lenguaje utilizado es el lenguaje ladder. (Ver anexo 29)

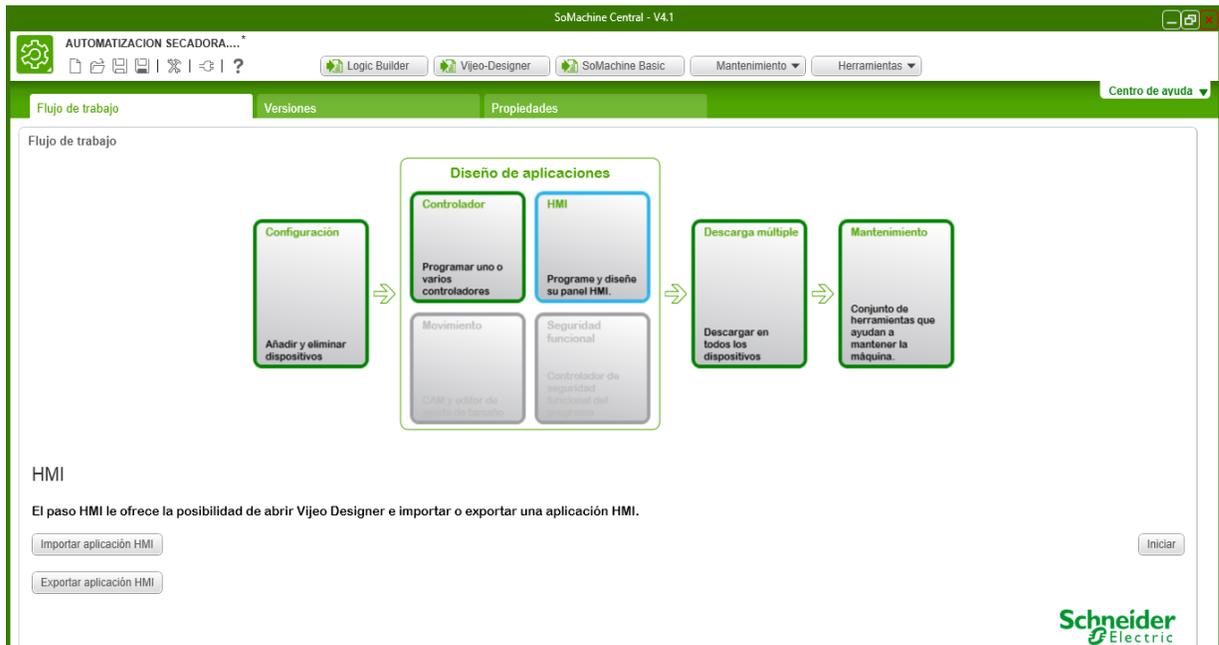
Figura 11: Inicio de la programación



Fuente: Elaboración propia

- Programación HMI: para la programación HMI abrir el software Somachine Basic 4.1 donde se agregó el PLC y HMI, en la parte superior ubicar la ventana de nombre Vijeo Designer, dicha pantalla contara con 10 paneles donde se incluye visualización y también control manual. (Ver anexo 29 al 37)
- Para visualizar las variables utilizadas en la HMI (ver anexo 38)

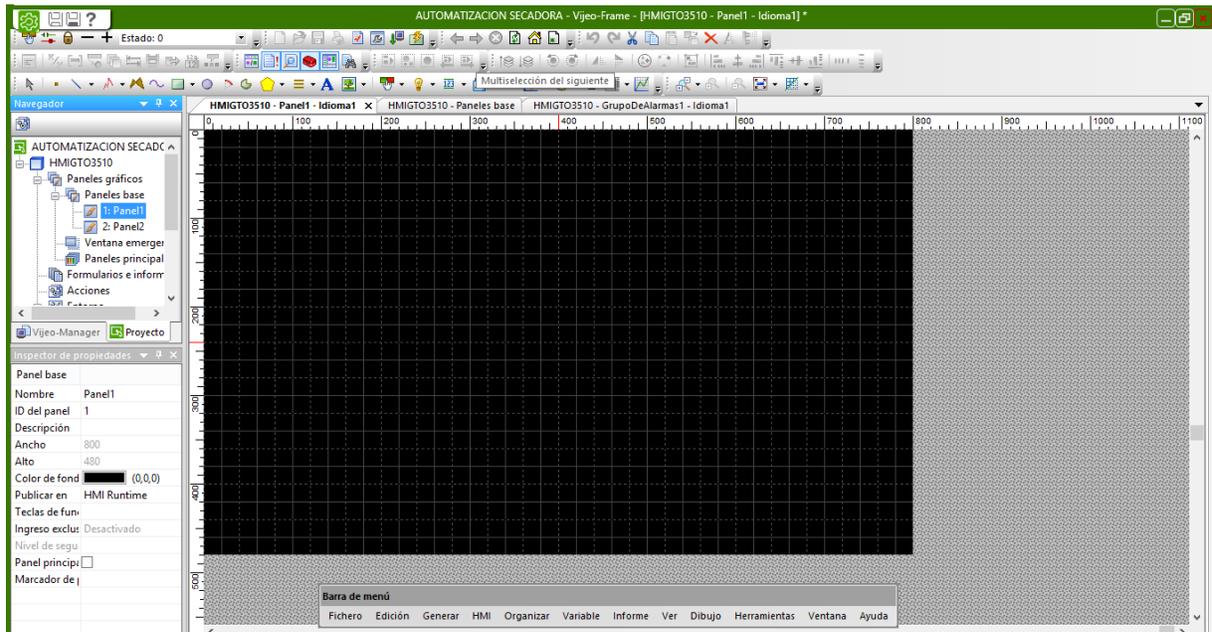
Figura 12: Selección de pantalla HMI



Fuente: Elaboración propia

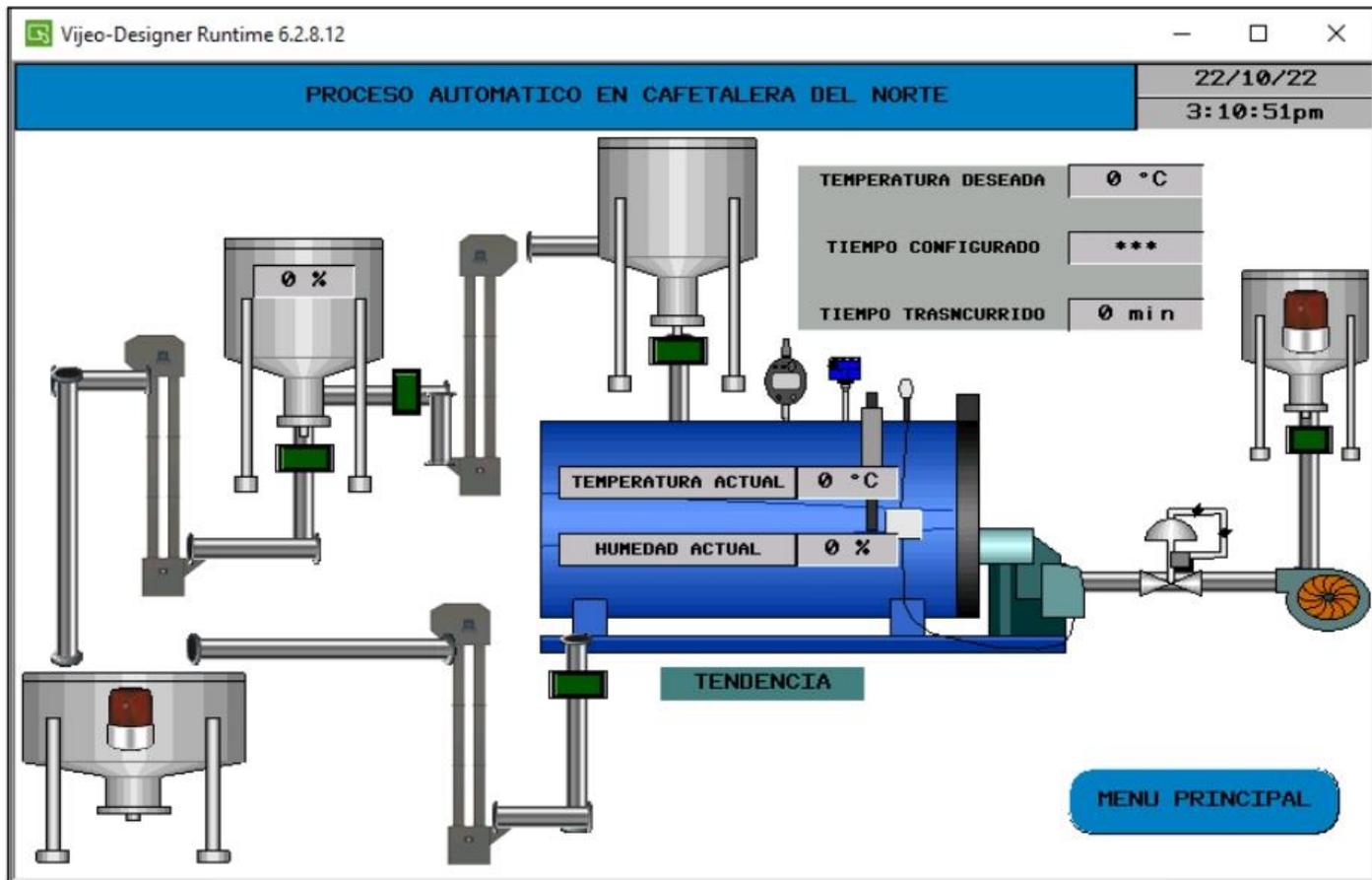
Luego de ingresar en la ventana Vijeo Designer se puede proceder la programación de los diferentes paneles de la HMI.

Figura 13: Programación de pantalla HMI



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Panel HMI monitoreo proceso de secado



Fuente: Elaboración propia Imagen extraída del software Vijeo Designer

Objetivo específico 4: Elaborar presupuesto económico para la futura implementación del sistema de automatización del proceso de trillado de café en planta cafetalera del norte.

Tabla 19: Detalles económicos

Detalles	Costos
Materiales Eléctricos	23,776.00
Equipos control y monitoreo	14,923.00
Montaje de equipos eléctricos y de control	7,000.00
Materiales Mecánicos	20962.00
Mano de obra fabricación de tolvas	10000.00
Costos elevadores de cangilones	47000.00
Materiales Neumáticos	2486.00
Montajes dispositivos neumáticos	2000.00
Total, inversión	128147.00

Fuente: Elaboración propia, más detalle (ver anexo 40 al 44)

- Gastos económicos que se evitaran luego de la implementación del proyecto.

Tabla 20: Detalle de gastos actuales mensualmente.

Cantidad	Detalles	Costo unitario	Costo Total
04	Estibadores	1100.00	4400.00
01	Controlador	1500.00	1500.00
	Total		5900.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Detalle de ingresos y egresos anuales.

Cantidad	Detalles	Costo unitario	Costo Total
12	Ahorro mensual	5900.00	70800.00
02	Gasto mantenimiento	5000.00	-10000.00
	Total ingresos		60800.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Cálculo de VAN y TIR periodo 36 meses

	Periodo 0	Mes 1	Mes 2	Mes 36
Inversión Inicial	128,147.00				
Flujo de Caja	-128,147.00	5,600.66	5,600.66	5,600.66	5,600.66
Cok Anual	12%				
Cok Mensual	1%				
Ratio Beneficio/Costo			VAN	S/ 24,397.69	
			TIR Mensual	2%	
			B/C Mensual	1.19	

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En la investigación se planteó el primer objetivo específico Identificar la situación actual del proceso de trillado de café para conocer su funcionamiento. Carlos Valencia (2017), realizó un análisis de los procesos de la empresa tomándose como muestra el proceso de trillado donde tuvo como resultado el desarrollo de los procesos con controladores manuales y semi automáticos, que son operados por los trabajadores lo que demanda de más personal en la empresa generando perdidas para la empresa, también Wang, Xijuan, (2022), observo el diagnóstico inicial del proceso de las temperaturas, de manera que la recolección de muestras se hacen de manera manual por el personal de la empresa donde su demanda de tiempo es en la que interviene el personal, de acuerdo a la presente investigación se realizó el diagnostico actual del proceso de trillado, teniendo como resultado que se encontró que en la planta procesadora de café cuenta con tres procesos en la cual el proceso de secado donde se evidencio que el control de temperatura, humedad se realiza de manera manual por operarios y la intervención de estibadores para el transporte del producto de un lugar a otro, en el proceso de pilado y de selección son semiautomáticos por lo que no hay mucha demanda de trabajadores. Donde el principal problema de la demora y demanda de personal es en el proceso manual.

El segundo objetivo específico determinar los parámetros operativos del proceso de trillado de café, cálculos y selección de componentes. Astapenko NV (2021), realizo una revisión en los procesos de la empresa, desarrollando un prototipo con características de un diseño que permita realizar la implementación de una automatización de los procesos requeridos, haciendo

uso de los equipos automatizados, componentes necesarios para la implementación y software de programación. Yang Zhengtao, (2022) realizó la revisión del proceso de la electrificación y la transformación inteligente de la cosechadora para que tenga una capacidad de operación independiente y su automatización sea inteligente. Por otro lado, esta investigación analiza y determina los parámetros operativos del proceso de trillado de café, así como también el cálculo de los materiales y selección de componentes para poder llevar a cabo el diseño de la automatización para el proceso de trillado mediante un controlador lógico programable y el monitoreo mediante una pantalla HMI.

El tercer objetivo específico desarrollar la programación PLC y HMI, para el control y monitoreo del proceso de trillado, Gerardo González (2018), diagnosticó el proceso de la planta y lo dividió en dos partes como el trabajo operativo tiene los elementos como los motores, los cilindros neumáticos, las válvulas y el sistema de control comanda las secuencias que se necesitan para la parte de operación donde desarrollo la automatización mediante el sistema SCADA para el control, escogiendo el software WinCC de Siemens para la programación donde se verificara el funcionamiento del sistema, y compara la situación real y la desea. Luis Omar, (2018), diagnosticó el diseño completo del layout de la distribución de las instalaciones industriales dentro del contexto de la industria 4.0, la instalación industrial tal y como se conoce hoy en día ha evolucionado hasta el punto de integrar sistemas de automatización e información, su metodología incorpora un sistema de diseño y simulación. Con respecto a la automatización desarrollada en esta investigación dividimos los procesos de la planta trilladora de café en proceso de secado, proceso de pilado y proceso de selección de grano para poder

desarrollar la lógica programable tenemos en cuenta la selección de equipos que intervienen en el proceso trillado de café, en el cual se desarrolló un diagrama de instrumentación PID para el control del proceso de secado, para los procesos de pilado y proceso de selección se consideró el encendido y apagado automático de los motores a través del PLC, donde se empleó el software SoMachine para la programación del PLC, para la programación la HMI se consideró el software Vijeo Designer, en cuanto a los planos neumáticos y eléctricos fueron realizados en el software AutoCAD.

El cuarto objetivo específico elaborar presupuesto económico para la futura implementación del sistema de automatización del proceso de trillado de café en planta cafetalera del norte. Gilber, (2021), se demostró que la rentabilidad que se obtendría al implementar la automatización es beneficiosa y rentable para la empresa lo que le generaría buenos ingresos y así poder seguir haciendo mejoras en la implementación. Xie, Fuxiang, 2022, demostró que la rentabilidad con la automatización llegaría a ser rentable por los tiempos de trabajo, dando esto un beneficio de ganancia para la empresa. En nuestra investigación desarrollada se hizo los análisis de costo y de beneficio demuestra que el proyecto es viable y también rentable ya que en el análisis se consideró un periodo de 36 meses y se obtuvo un VAN S/ 24,397.69 y un TIR DE 2%, con una inversión inicial de S/ 128,147.00 soles.

Por último, objetivo general diseñar un sistema para la automatización del proceso de trillado de café en planta cafetalera del norte haciendo uso del PLC Carlos valencia (2017), planteo como objetivo diseñar el sistema para automatización en SCADA para el monitoreo de la planta trilladora de café. Tomando como muestra los procesos que intervienen en las operaciones para poder clasificar y automatizar los procesos. Freedy Sotelo (2020) realizó el

estudio en la Universiti Sains Malasia, su objetivo es un prototipo de sistema de secado de granos de café utilizando un horno, un sensor de temperatura pt100, un PLC (controlador lógico programable), 3 motores eléctricos, con un sistema de control automatizado para programar el proceso. Cuando los granos de café ingresan húmedos al sistema y luego son sometidos a una temperatura estable de 45°C, logrando tener un secado uniformemente eficiente. Asimismo, esta investigación tiene como objetivo general realizar el diseño para la automatización del proceso de trillado de café, en primera instancia realizando el diagnóstico de la situación actual del posteriormente determinado los parámetros operativos con el fin de desarrollar la programación para la automatización del proceso, además de la elaboración del presupuesto económico de la automatización.

VI. CONCLUSIONES

Al realizar la evaluación de la situación actual sobre el proceso de trillado en planta cafetalera del norte, se pudo identificar que el proceso de secado es el más crítico debido a que el traslado del producto, así como el control de los parámetros de humedad, temperatura y el accionamiento del horno, se realiza manualmente e influye en ocasiones con la calidad del mismo. Mientras los procesos de pilado y selección de grano, eventualmente presentan ciertos problemas al momento del accionamiento de los motores a través de pulsadores ubicados en los respectivos tableros, los mismos que sufren atascamientos de las partículas del producto elaboradas en el proceso, los cuales se ubican en sus respectivos tableros.

Los parámetros de operación fueron determinados y se tuvo en consideración las etapas que se siguen en el proceso de trillado de café. Entre los principales parámetros se identificaron, parámetros de secado, de control, eléctricos, mecánicos, de eventualidades, así como también, las tareas a ejecutar a través de la automatización mediante el PLC. Además, se realizó los cálculos correspondientes a dichos parámetro y la selección de los componentes que se adecuen a las necesidades requeridas.

Al desarrollar la programación, se consideró una lógica de programación, la misma que tiene por función estructurar la programación del PLC y HMI, ser capaz de controlar los parámetros de operación y realizar un control y monitoreo del proceso de trillado de café. También, aplicando un control PID en el proceso de secado, se controlará los parámetros de temperatura y humedad, estos valores serán visualizados a través de la pantalla HMI, además de realizar el control y monitoreo del encendido de los motores en el proceso de pilado y selección.

Al realizar el presupuesto económico para la implementación sistema de automatización con PLC, se pudo identificar que el costo de la inversión inicial será de S/128,147.00. Asimismo, se identificó los principales beneficios económicos luego de la implementación y se determinó que la propuesta es viable puesto que en un periodo de 36 meses la inversión será recuperada, los resultados obtenidos son los siguientes: un VAN de S/ 24,397.69 y un TIR de 2%.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de analizar los resultados de esta investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

Realizar periódicamente estudios sobre las nuevas tecnologías y actualizaciones de sistemas de automatización desarrolladas para los procesos de trillado de café, en busca de nuevas metodologías para incrementar la eficiencia en proceso.

Implementar planes de capacitación para los colaboradores, en temas de control y monitoreo de sistemas automatizados.

Realizar planes de mantenimiento preventivo para alargar la vida útil del equipamiento existente.

Realizar la evaluación energética del equipamiento instalado en busca de mejoras en la eficiencia energética.

REFERENCIAS

1. XU, Li Da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research*, 2018, vol. 56, no 8, p. 2941-2962.
2. DE MATTOS FERNANDES, Michel, et al. Industrial Automation as a Service: A New Application to Industry 4.0. *IEEE Latin America Transactions*, 2021, vol. 19, no 12, p. 2046-2053.
3. LANGMANN, Reinhard; STILLER, Michael. The PLC as a smart service in industry 4.0 production systems. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9, no 18, p. 3815.
4. CETNAROWICZ, Damian, et al. PLC—an electronic element of industrial automation. *PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY*, 2018, vol. 94, no 9, p. 121-124.
5. VANDERVELDEN, Thibaut, et al. Symmetric-Key-Based Authentication among the Nodes in a Wireless Sensor and Actuator Network. *Sensors*, 2022, vol. 22, no 4, p. 1403.
6. DIBOWSKI, Henrik; PLOENNIGS, Joern; WOLLSCHLAEGER, Martin. Semantic device and system modeling for automation systems and sensor networks. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2018, vol. 14, no 4, p. 1298-1311.
7. PEÑA-CABRERA, Mario; LOMAS, Victor; LEFRANC, Gastón. Fourth industrial revolution and its impact on society. En 2019 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON). IEEE, 2019. p. 1-6.
8. ADRITA, Mumtahina Mahajabin, et al. Methodology for Data-Informed Process Improvement to Enable Automated Manufacturing in Current Manual Processes. *Applied Sciences*, 2021, vol. 11, no 9, p. 3889.
9. BAKAR, Muhammad Ramzul Abu, et al. Exploring and Developing an Industrial Automation Acceptance Model in the Manufacturing Sector Towards Adoption of Industry4.0. *MANUFACTURING TECHNOLOGY*.

- 2021, vol. 21, no 4, p. 434-446.
10. SEHR, Martin A., et al. Programmable logic controllers in the context of industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2020, vol. 17, no 5, p. 3523-3533.
 11. YÜCEL, Duygu. The Problem of Employment and Growth in the Fourth Industrial Revolution. En *Logistics 4.0 and Future of Supply Chains*. Springer, Singapore, 2022. p. 251-274.
 12. CHIRINOS, Génesis, et al. DISEÑO MECATRÓNICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO TRILLADO DE CAFÉ. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 2017, vol. 2, no 9, p. 20-32.
 13. ESPINAL, Carlos Federico; MARTÍNEZ COVALEDA, Héctor J.; ACEVEDO GAITÁN, Ximena. La cadena del café en Colombia: una mirada global de su estructura y dinamica 1991-2005. 2005.
 14. VALENCIA NIETO, Carlos Andrés, et al. Diseño de un sistema de automatización SCADA de una planta trilladora de café pergamino, caso de estudio cooperativa de caficultores del Cauca. 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad Piloto de Colombia.
 15. GONZÁLEZ-FILGUEIRA, Gerardo; PERMUY, Francisco Javier Rodríguez. Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2018, no 27, p. 1-17.
 16. MAMANI HUANACUNI, Gilber. Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de embotellado de yogurt en la Planta Lechera Tacna. 2021.
 17. YANG, Zhengtao, et al. Experimental Study on Electric Harvesting of Combine Harvester. En *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2022. p. 012064.
 18. XIE, Fuxiang, et al. Experiment on the bract stripping and crushing device of a corn harvester. *Plos one*, 2022, vol. 17, no 3, p. e0265814.
 19. ASTAPENKO, N. V. and KOSHEKOV K. T. Automation of control of technological process of storage in a granary with horizontal silos.

- Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie. 2021, vol. 22, no 9, p. 475-483
20. FENG, Jingxiao; WANG, Xijuan. Research on electrical automatic control system based on PLC. En *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2022. p. 012079.
 21. ALPALA, Luis Omar, et al. Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an "industry 4.0" context. *Dyna*, 2018, vol. 85, no 207, p. 243-252.
 22. SOTELO-VALER, Freedy; HUAMÁN-SAYÁN, Luis; MAMANI-ARROYO, Ernesto. Design and Implementation of an Automatic Coffee Dryer. En *Proceedings of the 2020 3rd International Conference on Electronics and Electrical Engineering Technology*. 2020. p. 69-73.
 23. AGUDELO, Néstor; TANO, Giovanni; VARGAS, C. Andrés. Historia de la automatización. Bogota. Accessed: Nov, 2020, vol. 1.
 24. ESCAÑO GONZÁLEZ, J. U. A. N.; NUEVO GARCIA, ANTONIO; GARCÍA CABALLERO, JAVIER. Integración de sistemas de automatización industrial. Ediciones Paraninfo, SA, 2019.
 25. GONZÁLEZ, Virginia Linares. Diagnósis de averías y mantenimiento correctivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311. IC Editorial, 2018.
 26. ARIAS, Arias; DAVID, Heller. Revisión sistemática de la literatura del protocolo de comunicación industrial Profibus en la automatización industrial, durante el periodo 2001 al 2018. 2020.
 27. MORENO, Emilio García. Automatización de procesos industriales. Valencia: Alfaomega, 2001.
 28. ZAMBRANO, Jorge. Parámetros de operación de la máquina. SliderShare a Scrib Company, 2015.
 29. RUS Enrique. Parámetro. Economipedia.com, 2020
 30. LEDINEK, Maria, et al. Efficiency traits in dairy cows: definition-classification-implementation. *ZUCHTUNGSKUNDE*, 2022, vol. 94, no 2, p. 81-109.

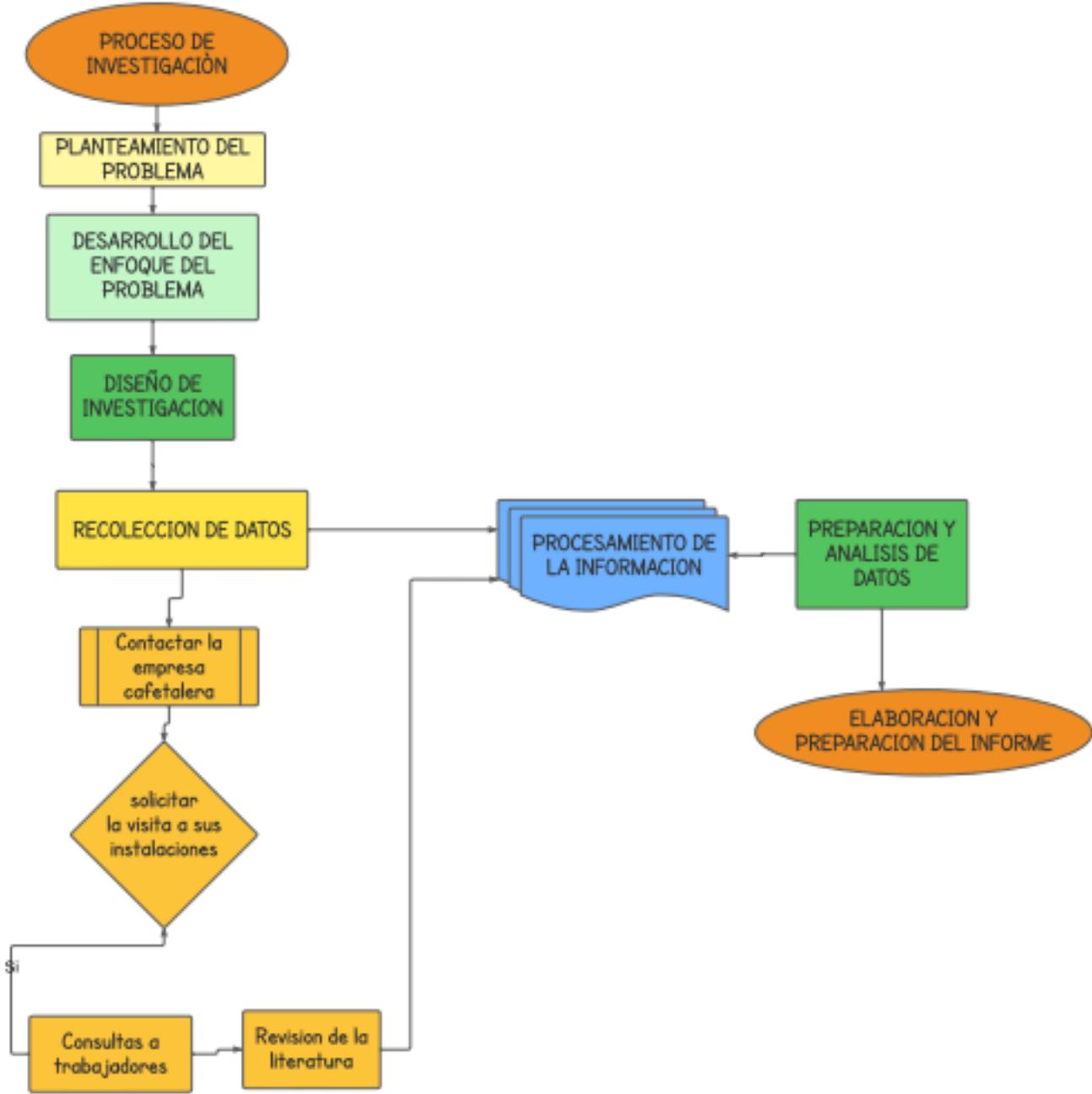
31. TORRES GONZALES, Brian Roger. Aplicación web para la gestión de ventas en el área de marketing en la empresa Zam Marketing Consultora SAC. 2017.
32. IDROGO BUSTAMANTE, William; QUISPE ESTELA, Katerine Angelica. Diseño de un sistema automático de supervisión y control para el banco de celdas de flotación de zinc en volcán compañía minera SAA de la planta Paragsha–Pasco. 2019.
33. BRAVO, Diego A.; ACUÑA, Wilber; PITO, Julio C. Prototipo para el control de temperatura y humedad en el secado mecánico del café. *Ingeniería y Desarrollo*, 2022, vol. 40, no 1, p. 28-46.
34. EATON ELECTRIC. Arranque y Control De Motores Trifásicos Asíncronos”, [en línea], [fecha de consulta: 28 de Julio del 2019], disponible en: <http://www.moeller.es/download.php?file=soporte/12/IT-EE09.pdf>
35. DUNN, William C. Fundamentals of industrial instrumentation and process control. McGraw-Hill Education, 2018.
36. RODRÍGUEZ DE ÁVILA, Jesús Enrique. Buenas prácticas para diseño de HMI de alto rendimiento. 2012.
37. Autodesk Inventor: el software profesional de CAD 3D para diseño de productos e ingeniería. AUTODESK an ARKANCE SYSTEMS Company
38. AutoCAD: millones de personas confían en el software CAD 2D y 3D para dibujar, crear y automatizar diseños en cualquier momento y en todo lugar. AUTODESK
39. DVD SoMachine V4.1 SP. Schneider Electric.
40. <https://www.se.com/es/es/product/SOMNACS41/dvd-somachine-v4-1-sp1/> PERFECT DAILY GRIND, 2020, Guía para el secado de café. <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe>

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
Variable independiente Sistemas de Automatización	La automatización establece uno de los objetivos más fundamentales de las empresas en la indagación de la competitividad. Además, es la integración de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que garantizan el control y el óptimo funcionamiento (Moreno, 2001).	La automatización forma parte en el área industrial, pues permite el control de las variables, así como también el control de máquinas y estas desarrollen procesos o tareas sin la participación humana con la ventaja de ahorrar tiempo y dinero. (Agudelo,2020)	Control automático	- Comunicación - Monitoreo	De Razón
			Según su programación	-Ejecución de patrones programados	
Variable dependiente Parámetro de operación	Es un componente de un procedimiento que permite catalogar y evaluar algunas características. Enrique Rus (2020) señala que, son un valor medible y estadísticamente es útil para comprender las propiedades de la distribución de datos.	Estos parámetros perfeccionan el rendimiento del proceso, señalan las condiciones para su operación, brindan seguridad a sus operarios y proporciona una mejor calidad de servicio para un buen funcionamiento. (Zambrano,2015)	Producción	-Rentabilidad -Fallas -Control y monitoreo	De Razón

Anexo 1: Diagrama de proceso de investigación



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Guía de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Nombre de la empresa	
----------------------	--

INSTRUCCIONES: observar si la ejecución de las actividades marcando con una (x) el cumplimiento de acuerdo con la escala establecida (si, no)

OBJETIVO: observar y evaluar el desempeño del proceso de trillado dentro de la planta.

No.	ASPECTOS A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿La recepción del café es adecuada?			
2	¿El procedimiento que se emplea para medir la humedad del café es el correcto?			
3	¿El café se almacena adecuadamente?			
4	¿El proceso secado de producto es adecuado?			
5	¿Se podría mejorar el proceso de secado?			
6	¿Se cumple con el uso de EPPS?			
7	¿EL control y monitoreo del proceso de secado es manual?			
8	¿Cada proceso cuenta con su tablero eléctrico?			
9	¿Los componentes de los tableros eléctricos están en buen estado?			
10	¿Los tableros eléctricos podrían ser controlados por un plc?			
11	¿Los equipos del proceso de pilado están en buen estado?			
12	¿Se cumple adecuadamente con el despedrado del producto?			
13	¿El funcionamiento del molino trillador es el correcto?			
14	¿El proceso cuenta con selectoras de grano?			
15	¿Considera que el personal del área está capacitado?			
16	¿Considera que el proceso se adecua para ser automatizado?			

Anexo 4: Encuesta

ENCUESTA

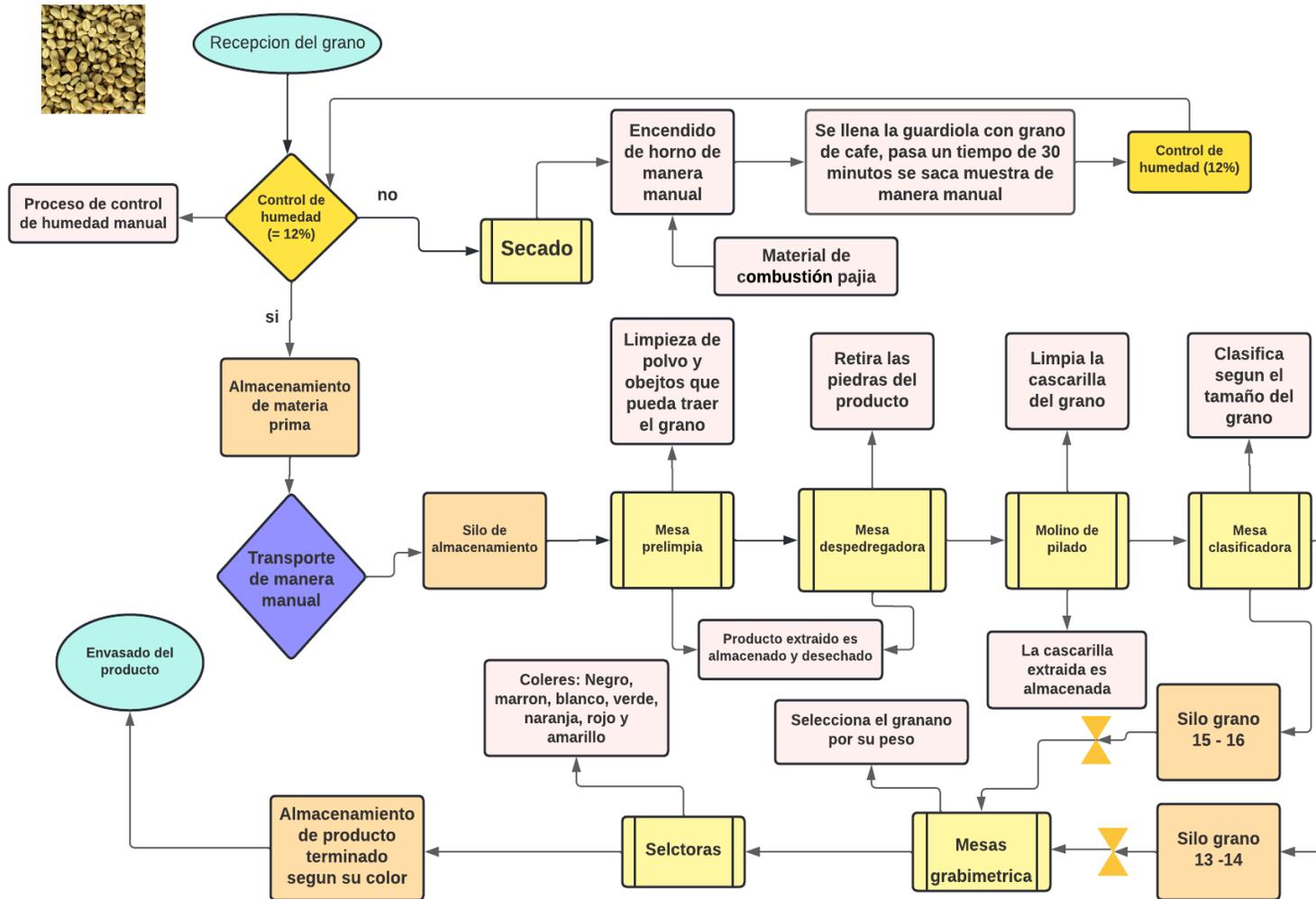
INSTRUCCIONES: lea los ítems propuestos y responda marcando con una (x) el cumplimiento de acuerdo con la escala establecida (bajo, medio, alto)

OBJETIVO: conocer su percepción respecto a la eficiencia de los sub procesos que intervienen en el proceso de trillado café.

TRILLADO DE CAFE			
Pregunta	Bajo	Medio	Alto
Para usted que tan eficiente es el sub proceso de secado de grano?			
Para usted que tan eficiente es el sub proceso de secado de grano?			
Para usted que tan eficiente es el sub proceso de secado de grano?			

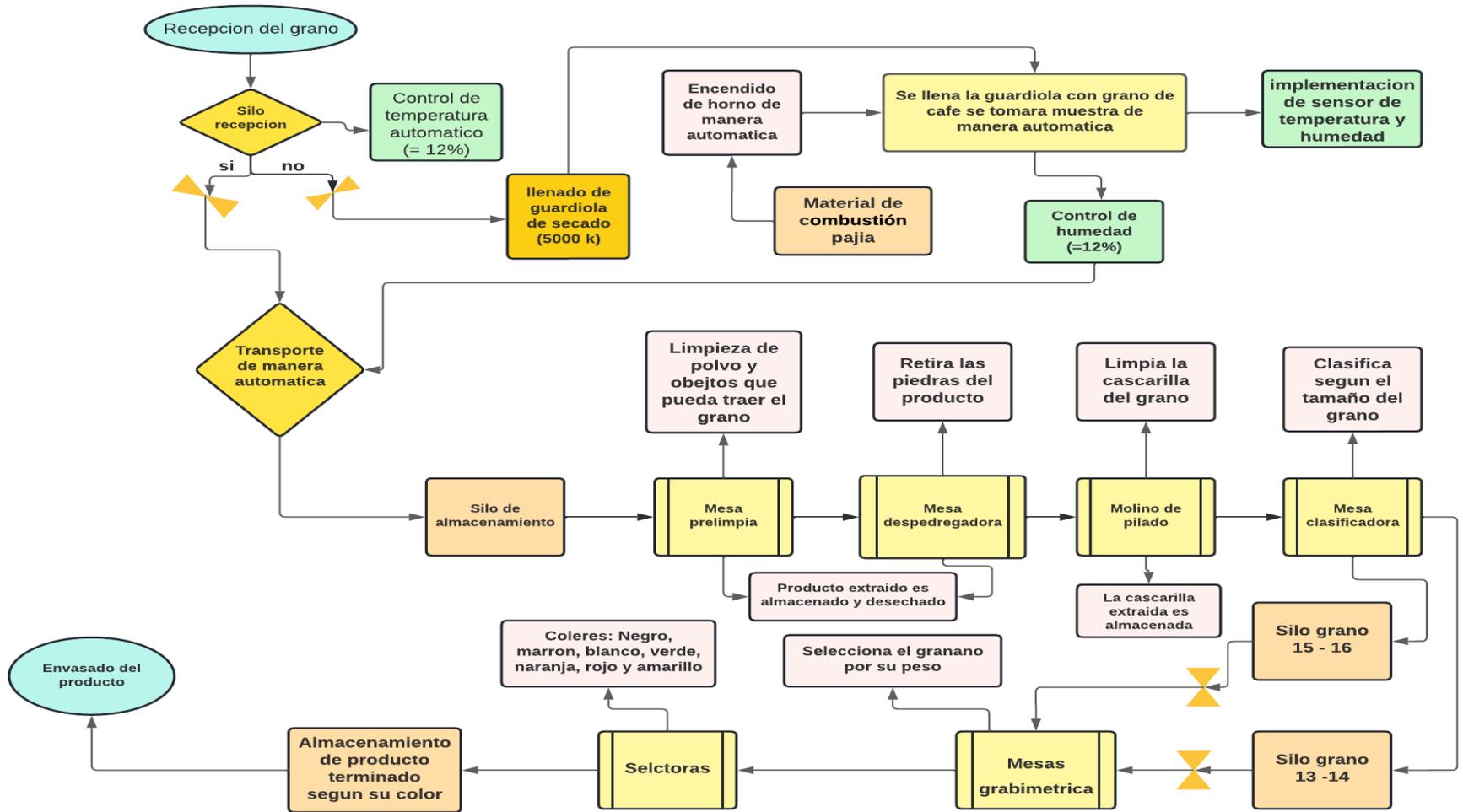
Anexo 2: Pasos del proceso de trillado

PROCESO DEL TRILLADO ACTUAL

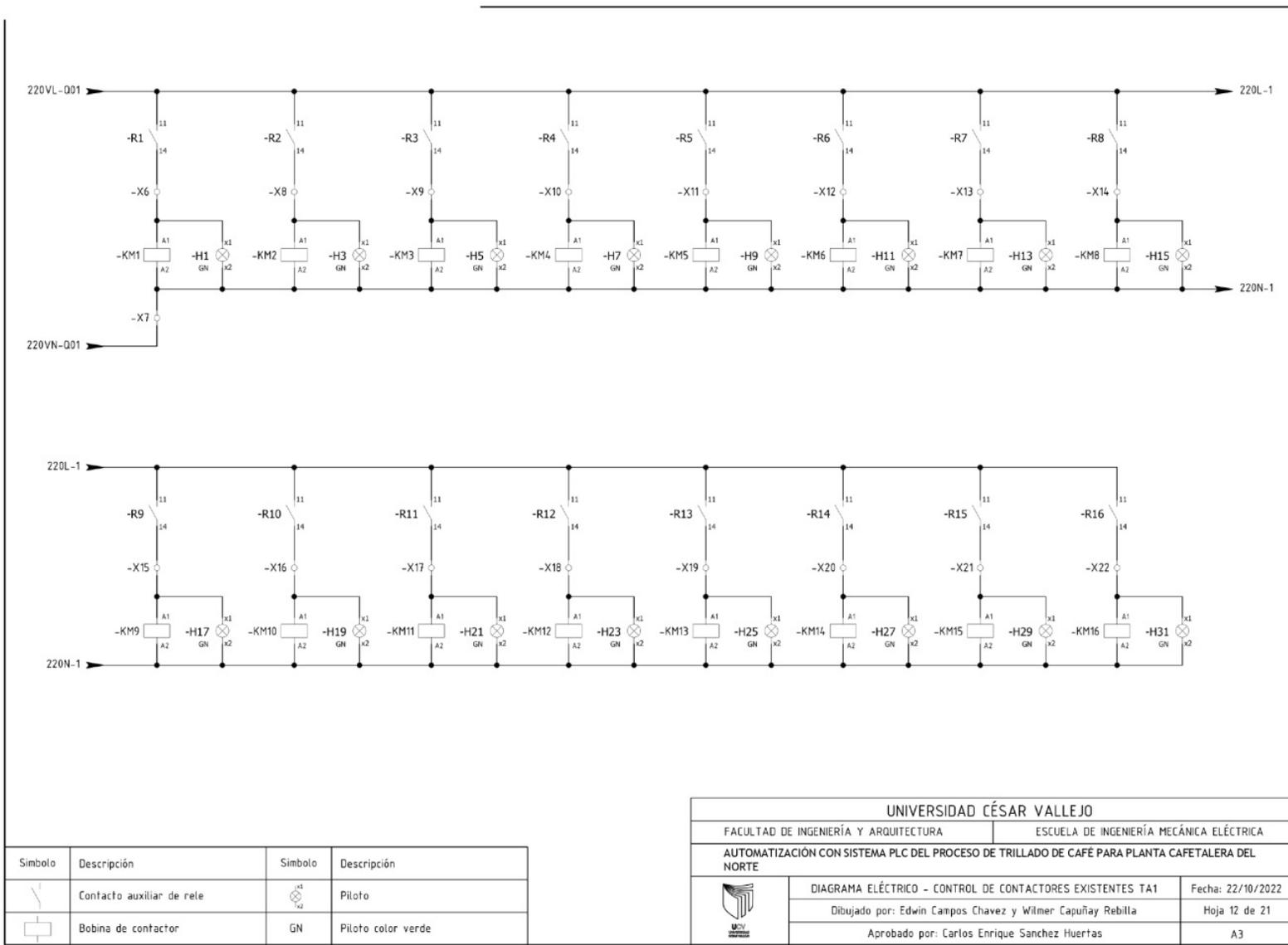


Anexo 3: Propuesta de mejora del trillado

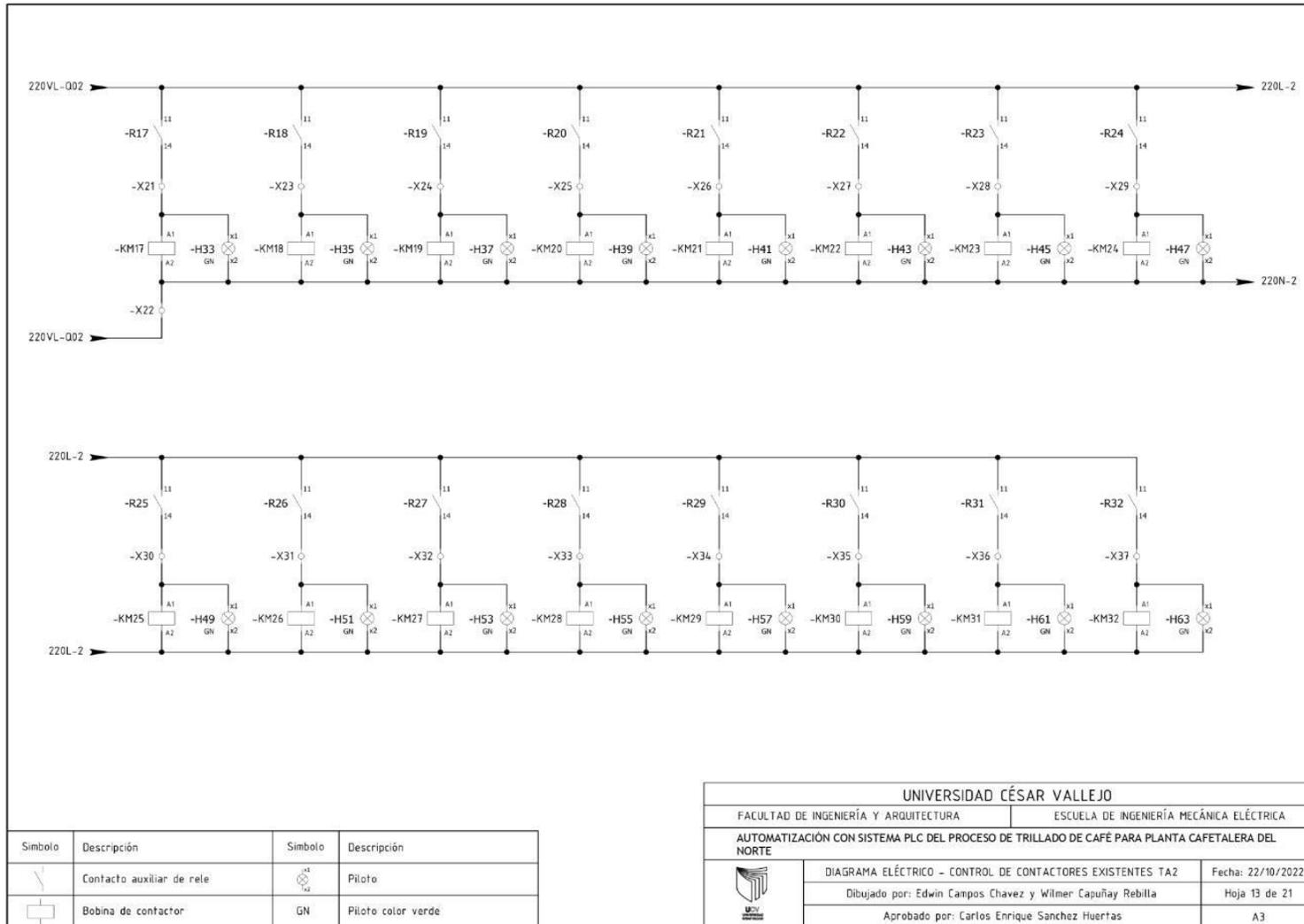
PROPUESTA DE MEJORA DE TRILLADO



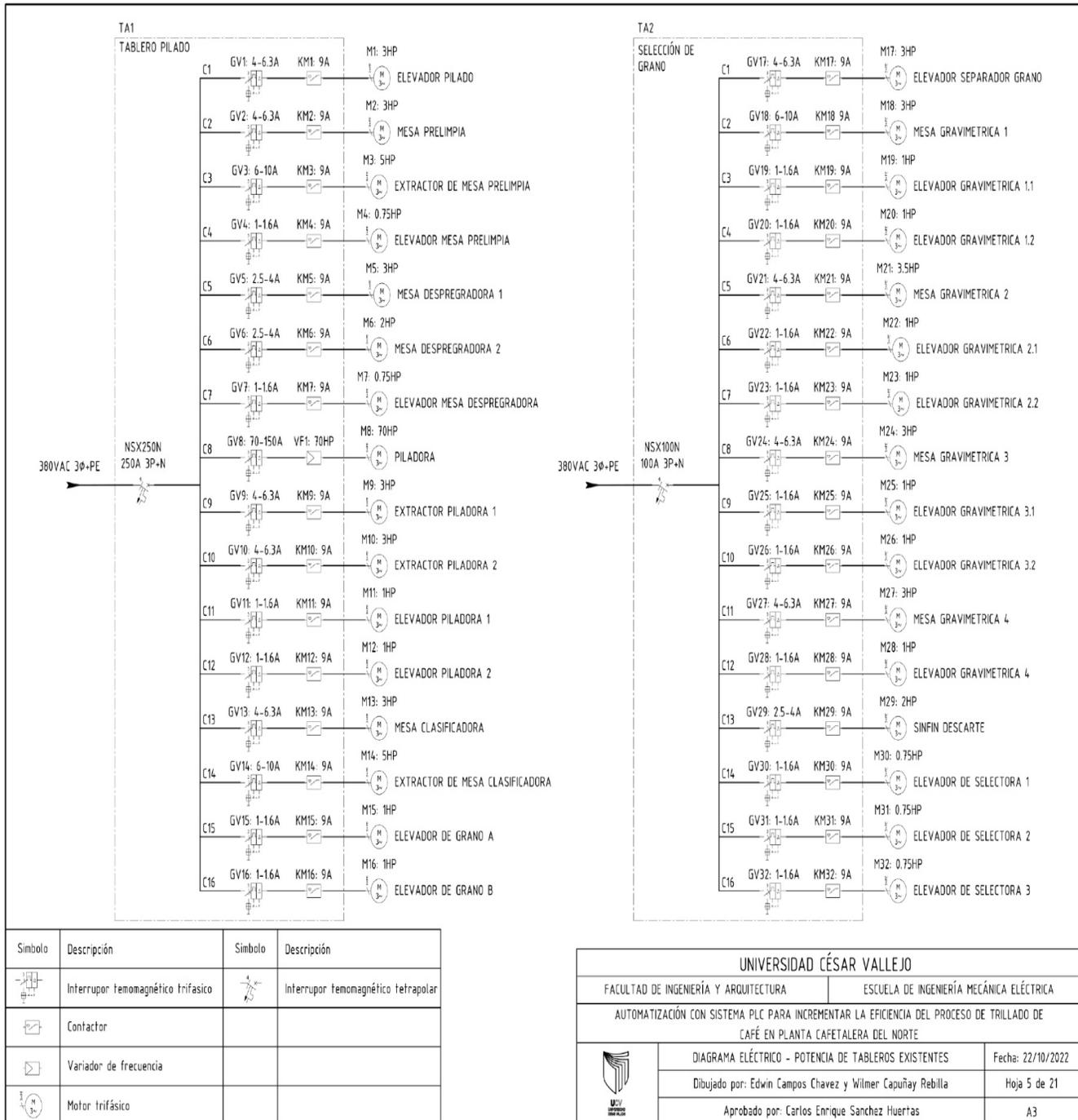
Anexo 4: Diagrama eléctrico control de encendido de contactores existentes TA1



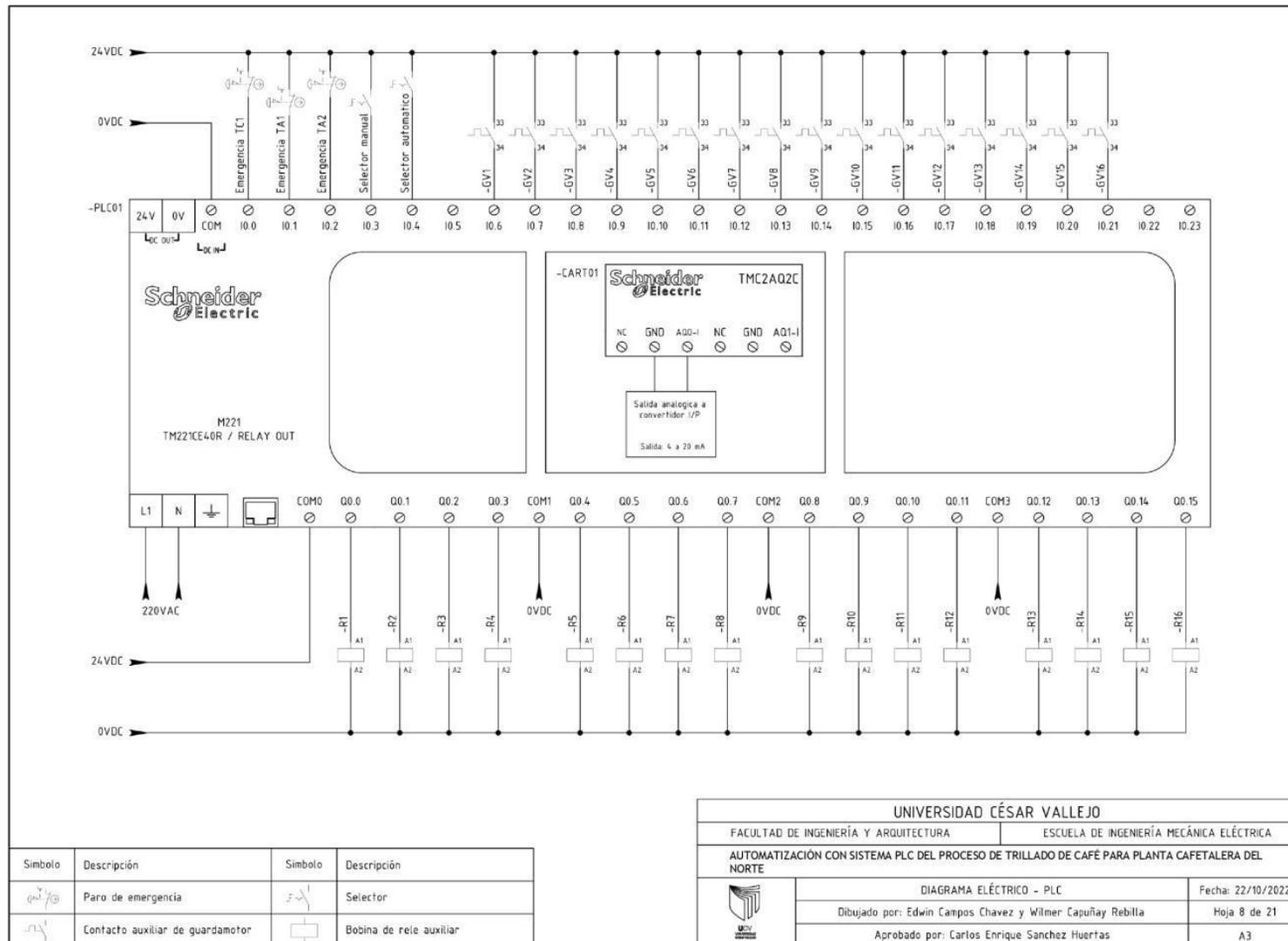
Anexo 8: Diagrama eléctrico control de encendido de contactores existentes TA2



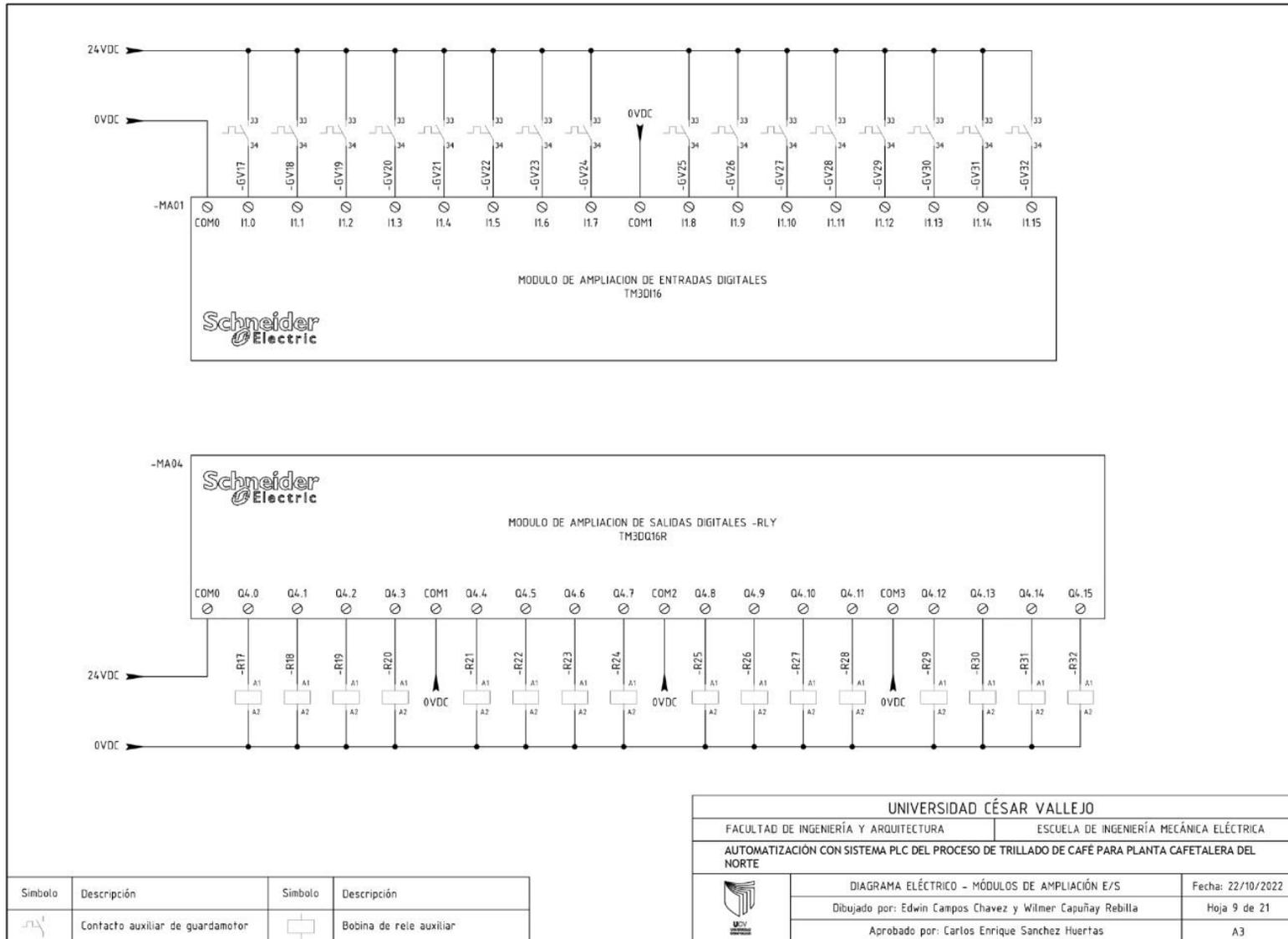
Anexo 5: Diagrama eléctrico de potencia de tablero existente



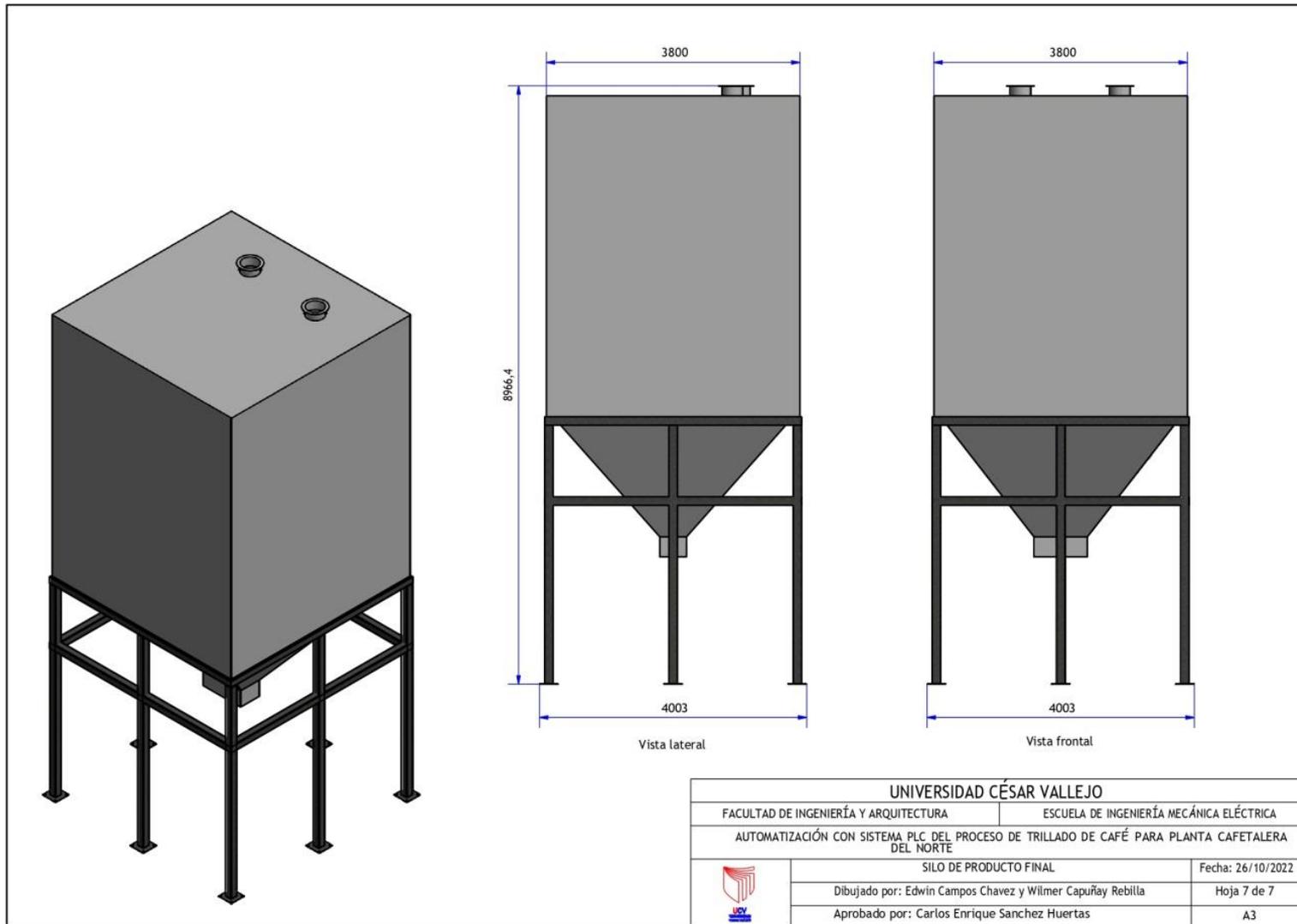
Anexo 10: Diagrama eléctrico PLC



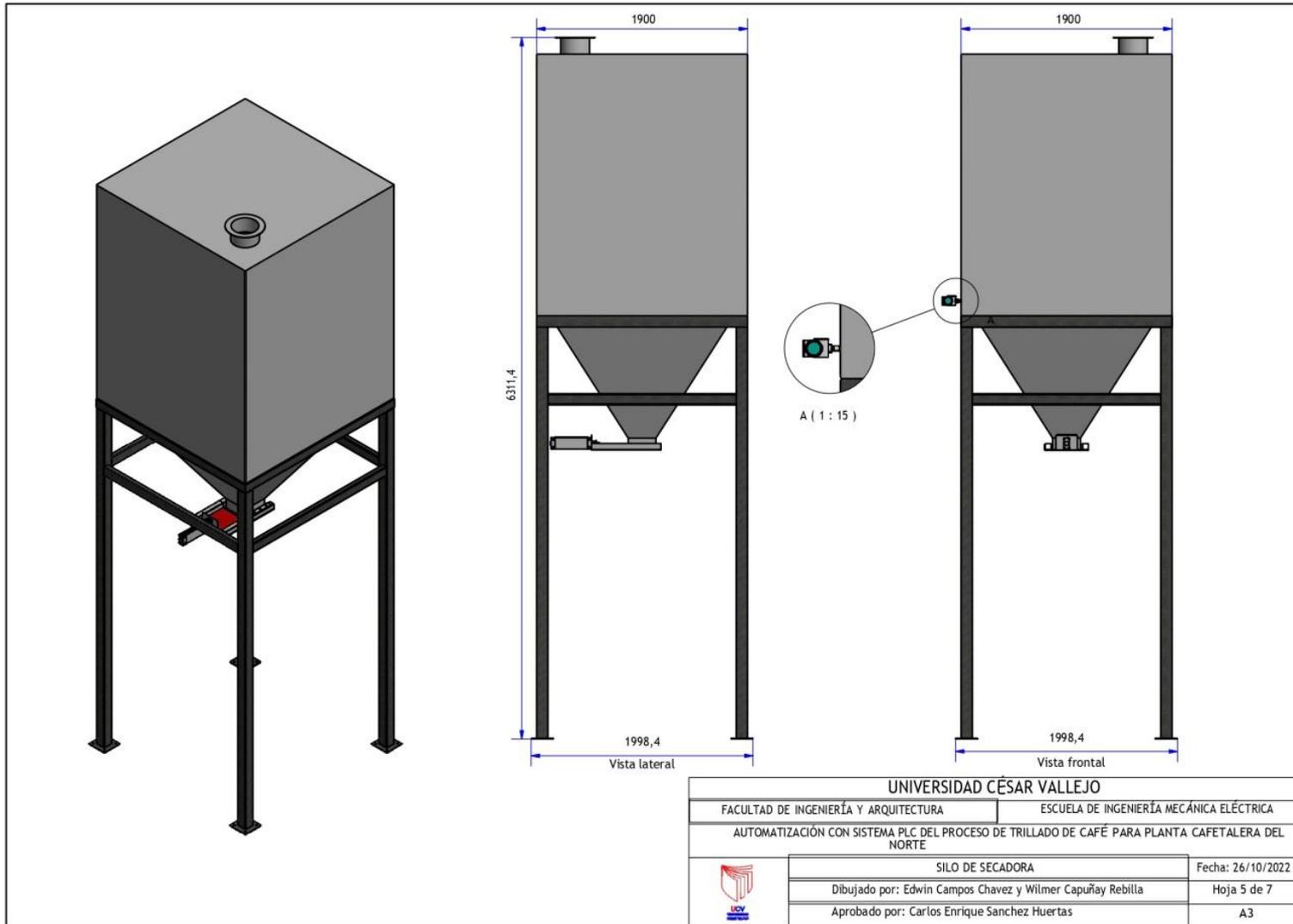
Anexo 6: Diagrama eléctrico módulos de ampliación



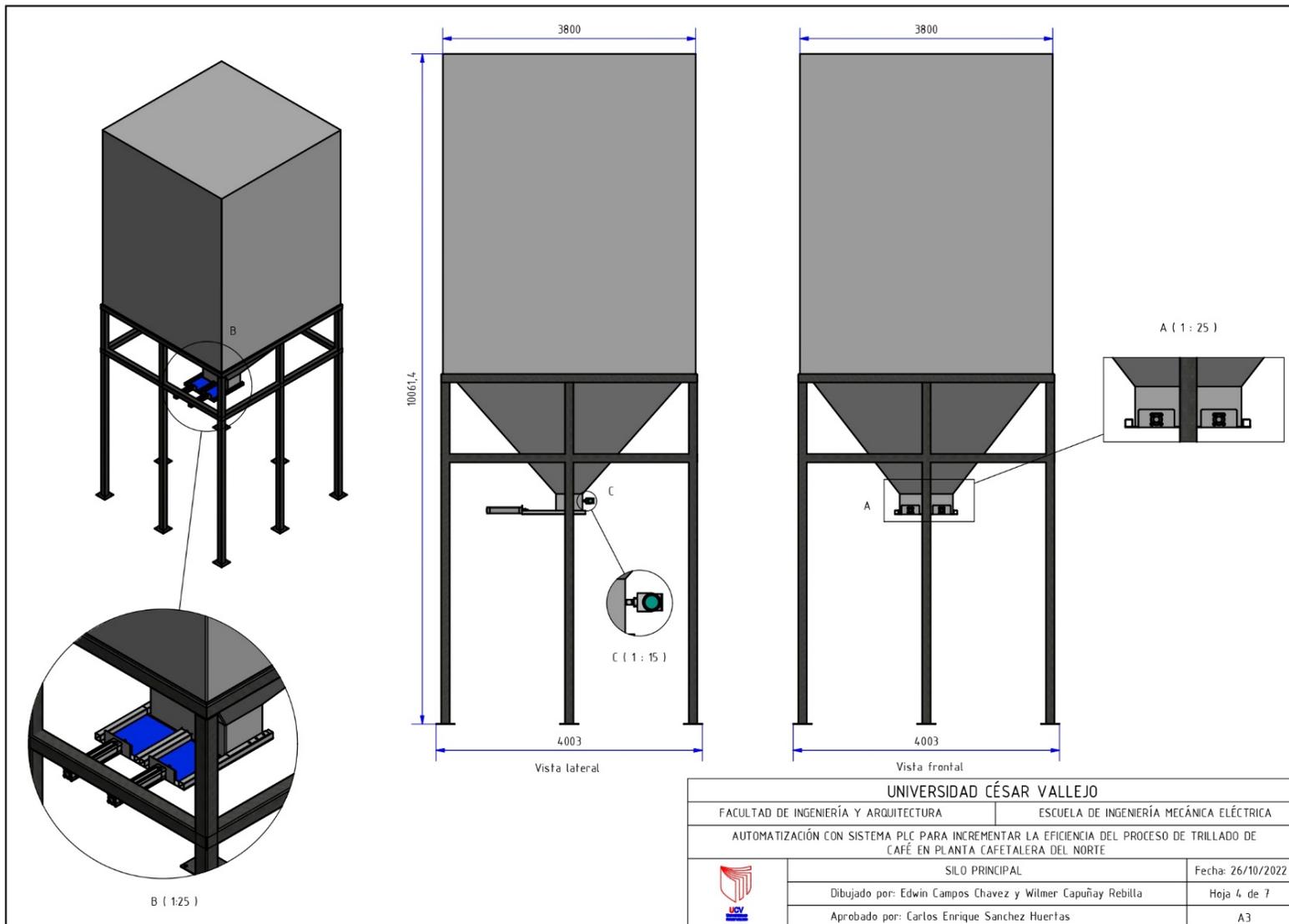
Anexo 7: Tolva de almacenamiento de producto



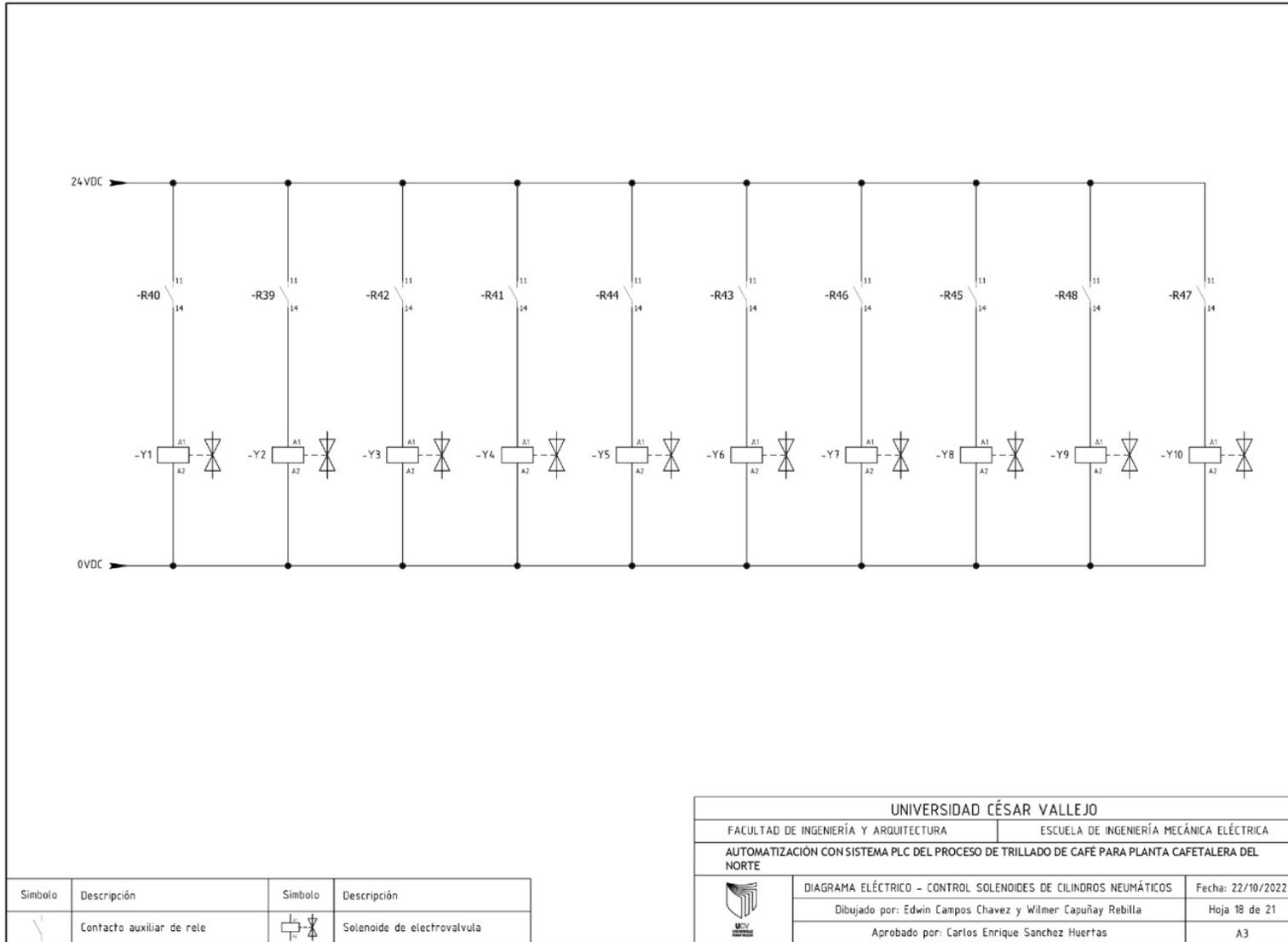
Anexo 8: Tolva de almacenamiento de producto de Guardiola



Anexo 9: Compuerta con electroválvula



Anexo 10: Diagrama Eléctrico de electroválvulas para el control neumático.



Anexo 11: Luego de conocer la corriente de los motores se procede hacer la selección de los componentes como el guardamotor, contactor, variador y arrancador suave según catálogo Schneider. Se considera dicha marca.

Para el motor de guardiola con la corriente de 12.34 Amperios se considera según catalogo

Guardamotor GV2M16



GV2ME

Guardamotor magneto-térmico
Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Coordinación tipo 1

HP 220V/440V	Regulación (A)	I corte 415V	Referencia
0.1 / 0.12	0.25 - 0.44	> 100KA	GV2ME03
0.1 / 0.24	0.40 - 0.63	> 100KA	GV2ME04
0.25 / 0.5	0.63 - 1	> 100KA	GV2ME05
0.34 / 0.75	1 - 1.6	> 100KA	GV2ME06
0.5 / 1.5	1.6 - 2.5	> 100KA	GV2ME07
1 / 2	2.5 - 4	> 100KA	GV2ME08
1.5 / 4	4 - 6.3	> 100KA	GV2ME10
3 / 5	6 - 10	> 100KA	GV2ME14
4 / 10	9 - 14	15KA	GV2ME16
5 / 10	13 - 18	15KA	GV2ME20
7 / 12	17 - 23	15KA	GV2ME21
7 / 15	20 - 25	15KA	GV2ME22
10 / 20	24 - 32	10KA	GV2ME32

Nota: catálogo de Schneider

Contactor LC1D12M7



220V HP	440V HP	Amperios		Contactos Auxiliares	Tension Bobina	Referencia TeSys
		AC3	AC1			
3	5.5	9	25	1NA+1NC	24VAC	LC1D09B7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	48 VAC	LC1D09E7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	110 VAC	LC1D09F7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	220 VAC	LC1D09M7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	380 VAC	LC1D09Q7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	440 VAC	LC1D09R7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	24VAC	LC1D12B7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	110 VAC	LC1D12F7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	220 VAC	LC1D12M7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	380 VAC	LC1D12Q7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	440 VAC	LC1D12R7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	24VAC	LC1D18B7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	48 VAC	LC1D18E7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	110 VAC	LC1D18F7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	220 VAC	LC1D18M7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	380 VAC	LC1D18Q7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	440 VAC	LC1D18R7
7.5	15	25	40	1NA+1NC	24VAC	LC1D25B7
7.5	15	25	40	1NA+1NC	110 VAC	LC1D25F7
7.5	15	25	40	1NA+1NC	220 VAC	LC1D25M7
7.5	15	25	40	1NA+1NC	380 VAC	LC1D25Q7
7.5	15	25	40	1NA+1NC	440 VAC	LC1D25R7

Nota: catálogo de Schneide

Para el motor de inyector de aire con la corriente de 6.09 Amperios se considera según catálogo

Guardamotor GV2ME14



GV2 ME

GV2ME

Guardamotor magneto-térmico

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Coordinación tipo 1

HP 220V/440V	Regulación (A)	I corte 415V	Referencia
0.1 / 0.12	0.25 - 0.44	> 100KA	GV2ME03
0.1 / 0.24	0.40 - 0.63	> 100KA	GV2ME04
0.25 / 0.5	0.63 - 1	> 100KA	GV2ME05
0.34 / 0.75	1 - 1.6	> 100KA	GV2ME06
0.5 / 1.5	1.6 - 2.5	> 100KA	GV2ME07
1 / 2	2.5 - 4	> 100KA	GV2ME08
1.5 / 4	4 - 6.3	> 100KA	GV2ME10
3 / 5	6 - 10	> 100KA	GV2ME14
4 / 10	9 - 14	15KA	GV2ME16
5 / 10	13 - 18	15KA	GV2ME20
7 / 12	17 - 23	15KA	GV2ME21
7 / 15	20 - 25	15KA	GV2ME22
10 / 20	24 - 32	10KA	GV2ME32

Nota: catálogo de Schneider

Contactador LC1D09M7



Contactador tripolar
LC1D

220V HP	440V HP	Amperios		Contactos Auxiliares	Tensión Bobina	Referencia TeSys
		AC3	AC1			
3	5.5	9	25	1NA+1NC	24VAC	LC1D09B7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	48 VAC	LC1D09E7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	110 VAC	LC1D09F7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	220 VAC	LC1D09M7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	380 VAC	LC1D09Q7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	440 VAC	LC1D09R7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	24VAC	LC1D12B7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	110 VAC	LC1D12F7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	220 VAC	LC1D12M7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	380 VAC	LC1D12Q7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	440 VAC	LC1D12R7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	24VAC	LC1D18B7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	48 VAC	LC1D18E7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	110 VAC	LC1D18F7

Nota: catálogo de Schneider

Para los motores elevador 1 con la corriente de 1.6 Amperios se considera según catalogo

Guardamotor GV2ME14



GV2 ME

GV2ME

Guardamotor magneto-térmico
Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Coordinación tipo 1

HP 220V/440V	Regulación (A)	I corte 415V	Referencia
0.1 / 0.12	0.25 - 0.44	> 100KA	GV2ME03
0.1 / 0.24	0.40 - 0.63	> 100KA	GV2ME04
0.25 / 0.5	0.63 - 1	> 100KA	GV2ME05
0.34 / 0.75	1 - 1.6	> 100KA	GV2ME06
0.5 / 1.5	1.6 - 2.5	> 100KA	GV2ME07
1 / 2	2.5 - 4	> 100KA	GV2ME08
1.5 / 4	4 - 6.3	> 100KA	GV2ME10
3 / 5	6 - 10	> 100KA	GV2ME14
4 / 10	9 - 14	15KA	GV2ME16
5 / 10	13 - 18	15KA	GV2ME20
7 / 12	17 - 23	15KA	GV2ME21
7 / 15	20 - 25	15KA	GV2ME22
10 / 20	24 - 32	10KA	GV2ME32

Nota: catálogo de Schneider

Contactador LC1D09M7



Contactador tripolar
LC1D

220V HP	440V HP	Amperios		Contactos Auxiliares	Tensión Bobina	Referencia TeSys
		AC3	AC1			
3	5.5	9	25	1NA+1NC	24VAC	LC1D09B7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	48 VAC	LC1D09E7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	110 VAC	LC1D09F7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	220 VAC	LC1D09M7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	380 VAC	LC1D09Q7
3	5.5	9	25	1NA+1NC	440 VAC	LC1D09R7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	24VAC	LC1D12B7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	110 VAC	LC1D12F7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	220 VAC	LC1D12M7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	380 VAC	LC1D12Q7
4	7.5	12	25	1NA+1NC	440 VAC	LC1D12R7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	24VAC	LC1D18B7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	48 VAC	LC1D18E7
5.5	12	18	32	1NA+1NC	110 VAC	LC1D18F7

Nota: catálogo de Schneider

Se selecciona el variador ATV320U30N4C

Ficha de producto Características

ATV320U30N4C



Principal

Gama de producto	Altivar Machine ATV320
Tipo de producto o componente	Variador de velocidad
Aplicación específica de producto	Máquinas complejas
Nombre corto del dispositivo	ATV320
Format of the drive	Compact
Destino del produc	Motores asíncronos Motores síncronos
Filtro CEM	Filtro CEM clase C2 integrado
Grado de protección IP	IP20 de acuerdo con EN/IEC 61800-5-1
Grado de protección	UL type 1 with UL type 1 conformity kit
Tipo de refrigeración	Ven
Número de fases de la red	3 fases
[Us] tensión de alimentación nominal	380...500 V (-15...10 %)
Frecuencia de alimentación	50...60 Hz (-5...5 %)
Potencia del motor en kW	3 kW for heavy duty
Potencia del motor en HP	4 hp

Selección de arrancador ATS22D17S6

Hoja de características del producto Características

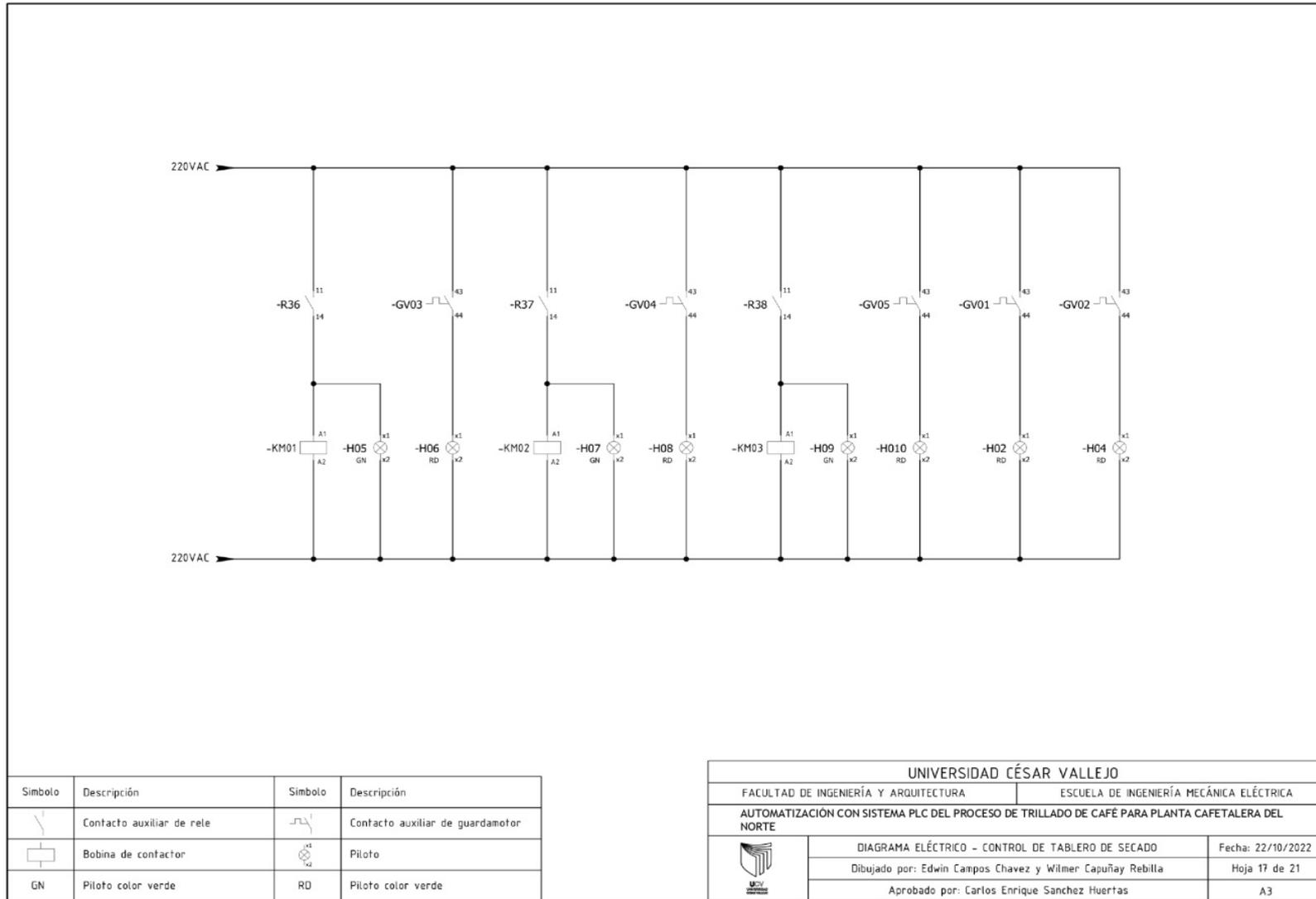
ATS22D17S6
arranq. suave-ATS22-cont. 220V-potenc. de 230V
(4kW)/400...440V (7,5kW)/500V (9kW)



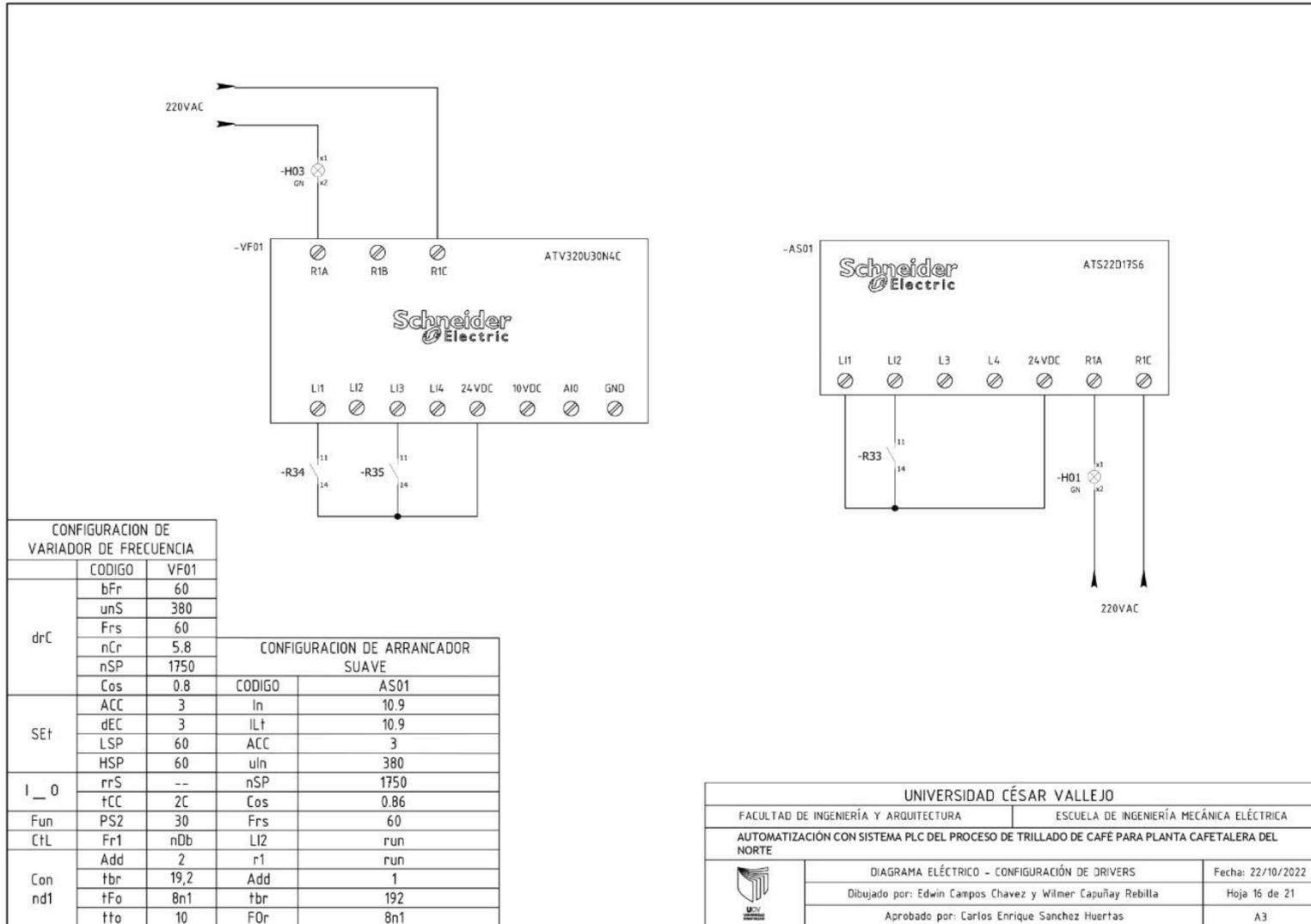
Principal

Gama de producto	Altistart 22
Tipo de producto o componente	Arrancador suave
Destino del producto	Motores asíncronos
Aplicación específica de producto	Bombas y vnetiladores
Nombre de componente	ATS22
Número de fases de la red	3 fases
[Us] Tensión nominal de alimentación	230...600 V - 15...10 %
Potencia del motor en kW	7.5 kW 400 V 4 kW 230 V 9 kW 500 V 7.5 kW 440 V
Ajuste de fábrica actual	14 A
Potencia disipada en W	39 W p/ aplicaciones estándares
Categoría de empleo	AC-53A
Tipo de arranque	Arranque con control de par (corriente limitada a 3,5 In)
Bar aislado flexibles	17 A conexión en la línea de suministro de motor p/ aplicaciones estándares
Grado de protección IP	IP20

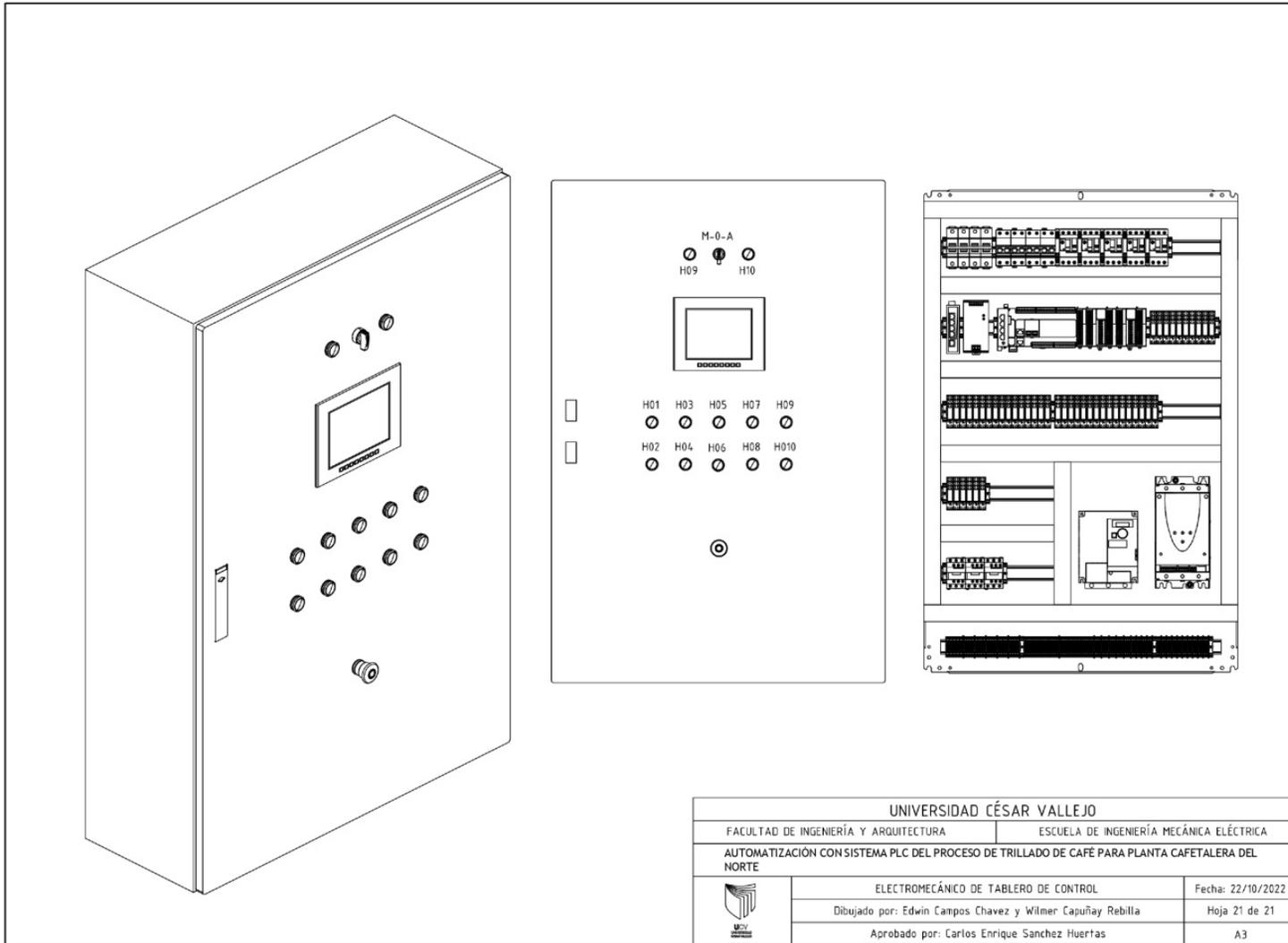
Anexo 12: Diagrama eléctrico proceso de secado



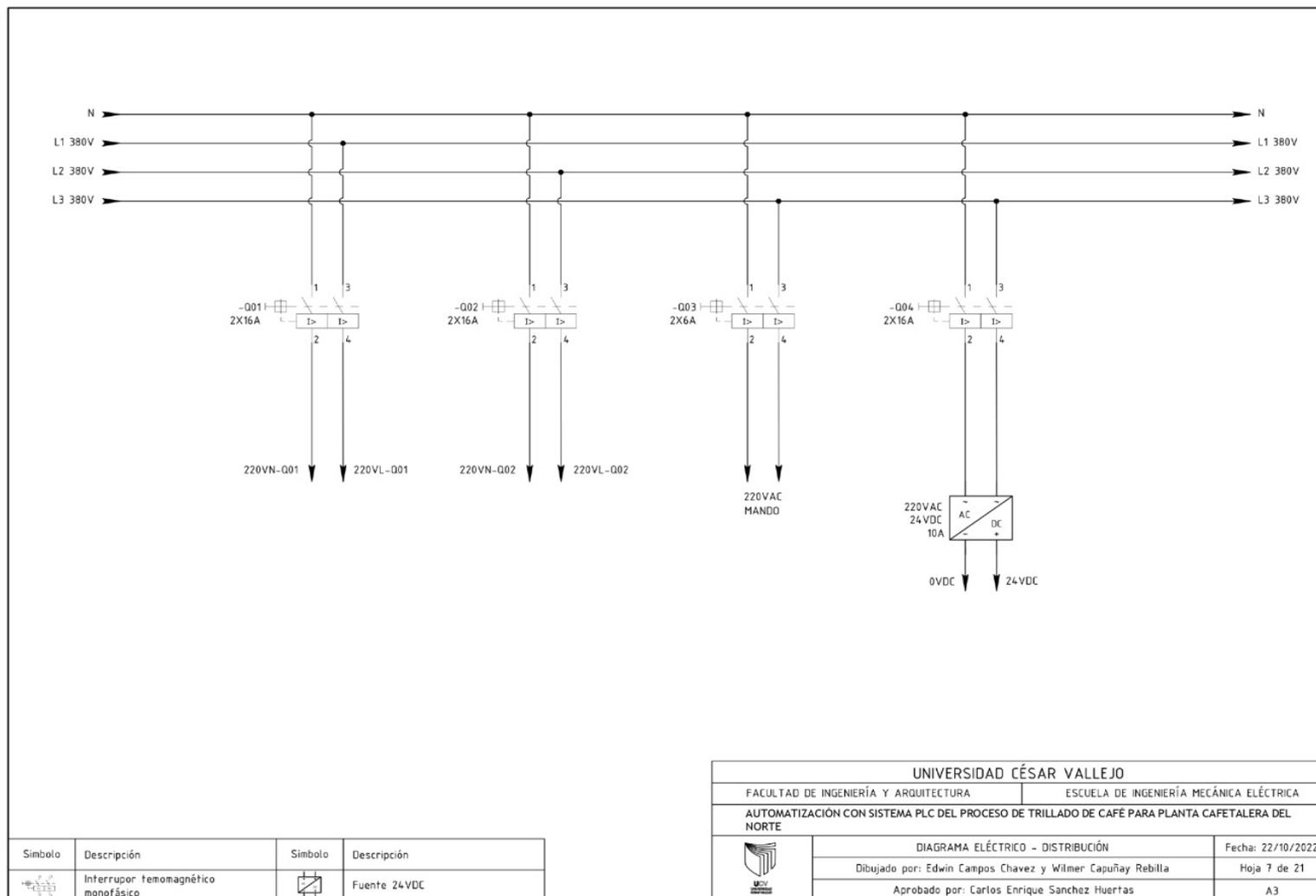
Anexo 13: Diagrama de conexión variador de frecuencia y arrancador suave



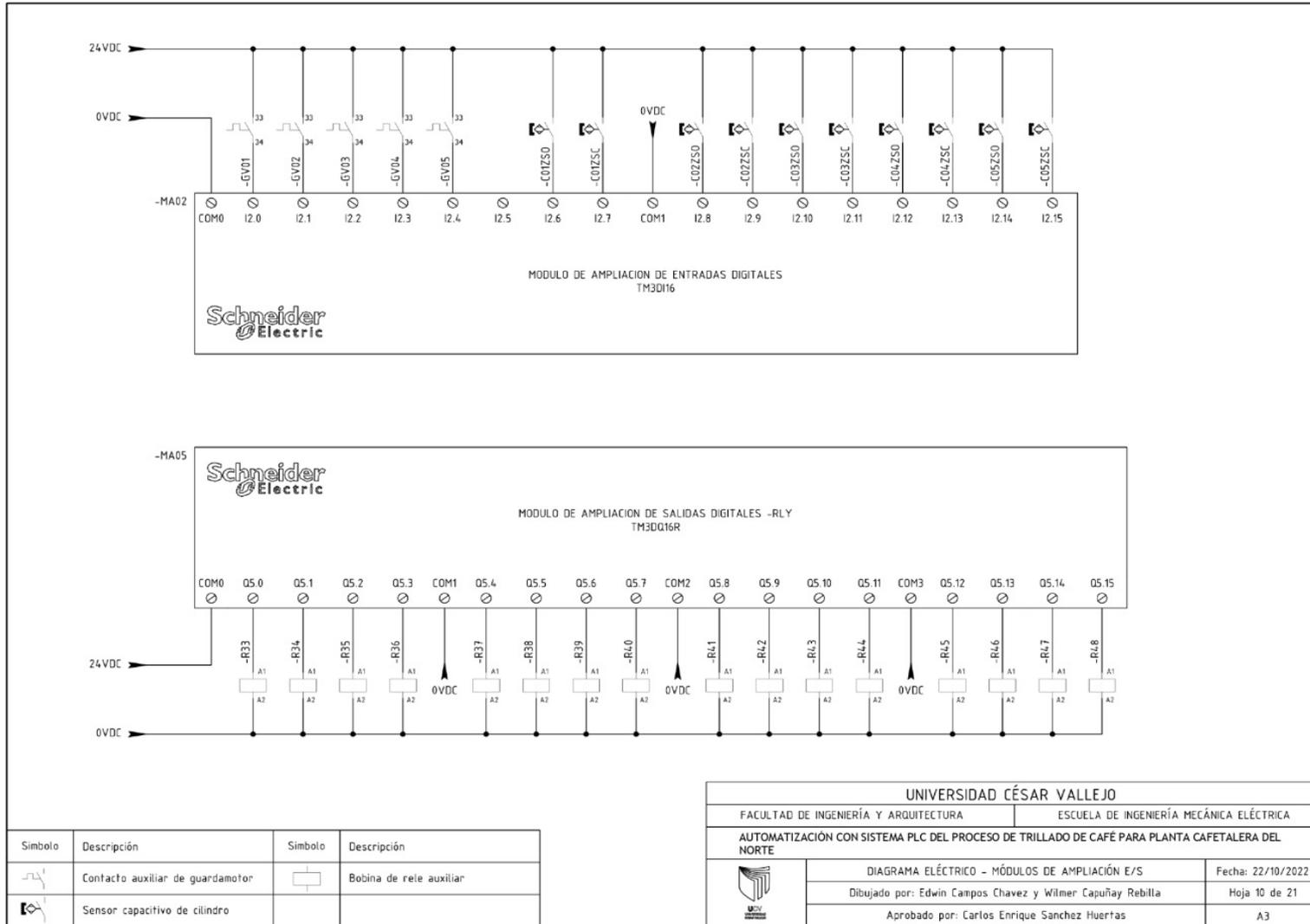
Anexo 14: Tablero de control



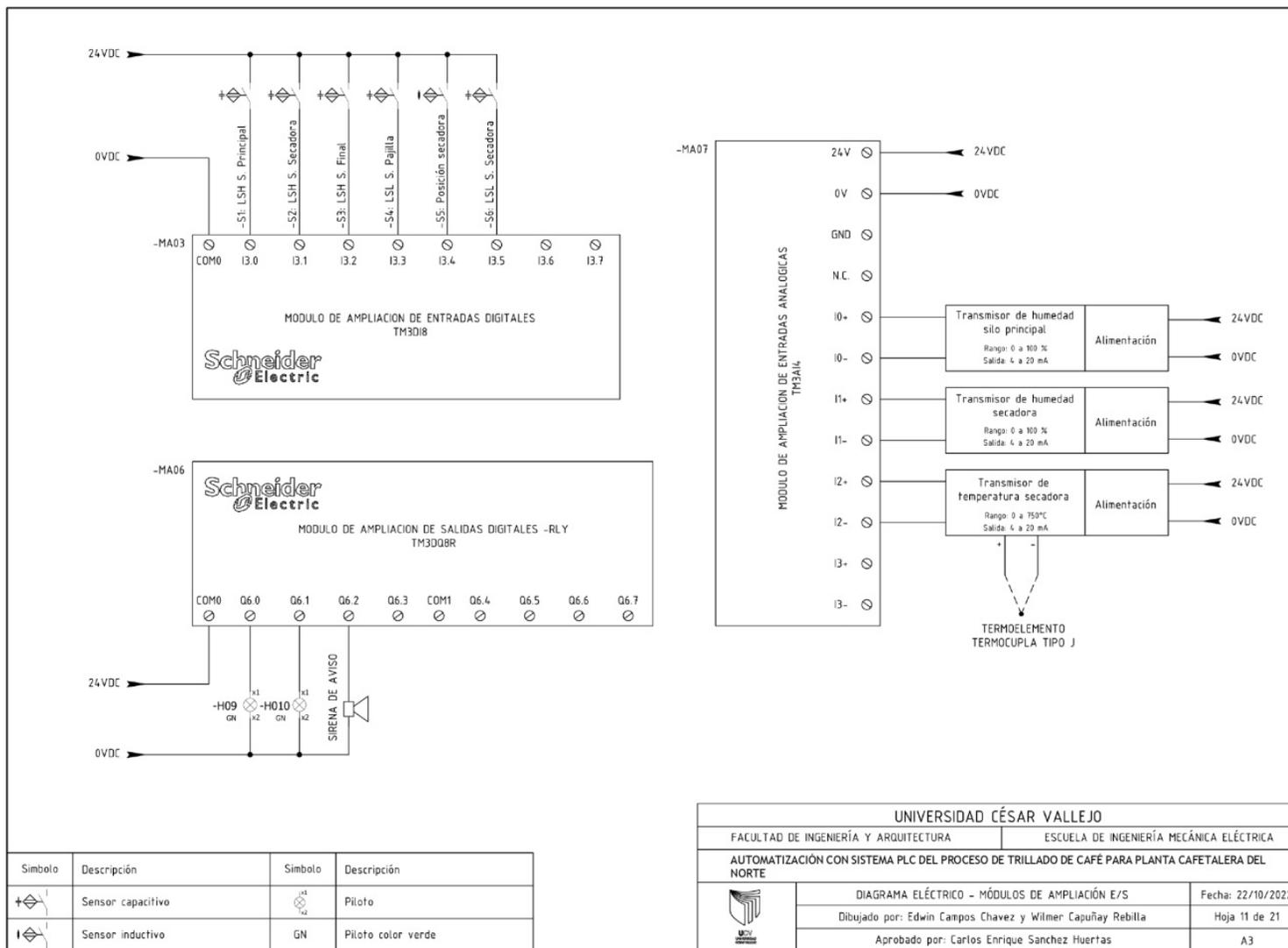
Anexo 15: Diagrama unifilar de sistema de control de proceso de secado



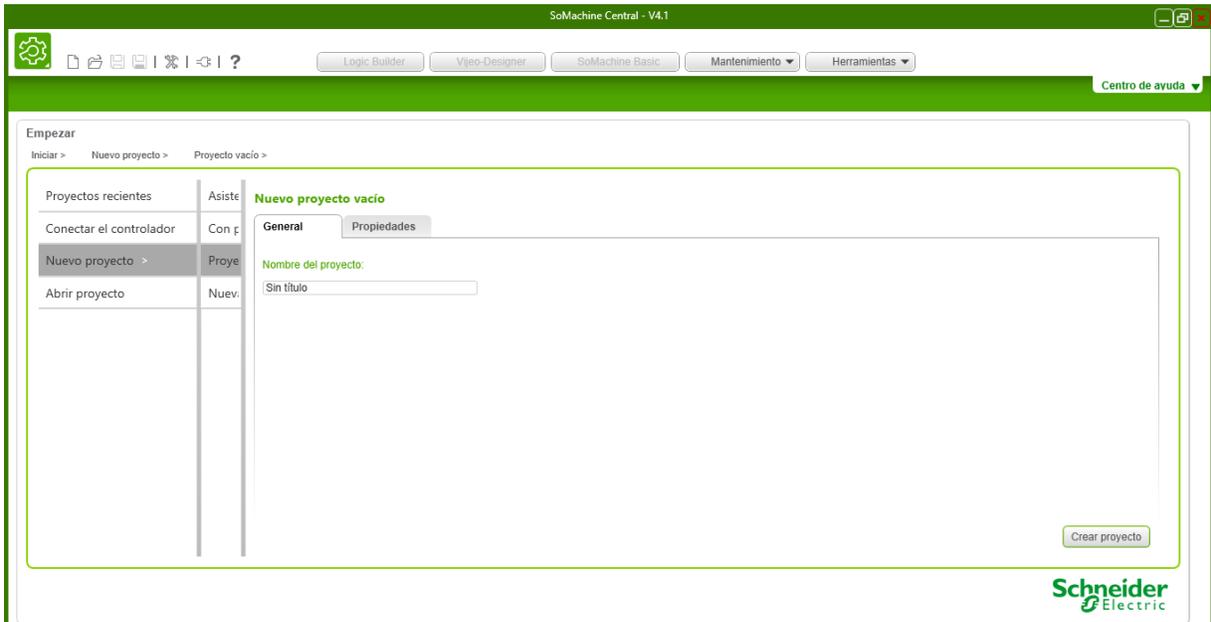
Anexo 16: Diagrama eléctrico de conexión entradas y salidas de módulos de PLC



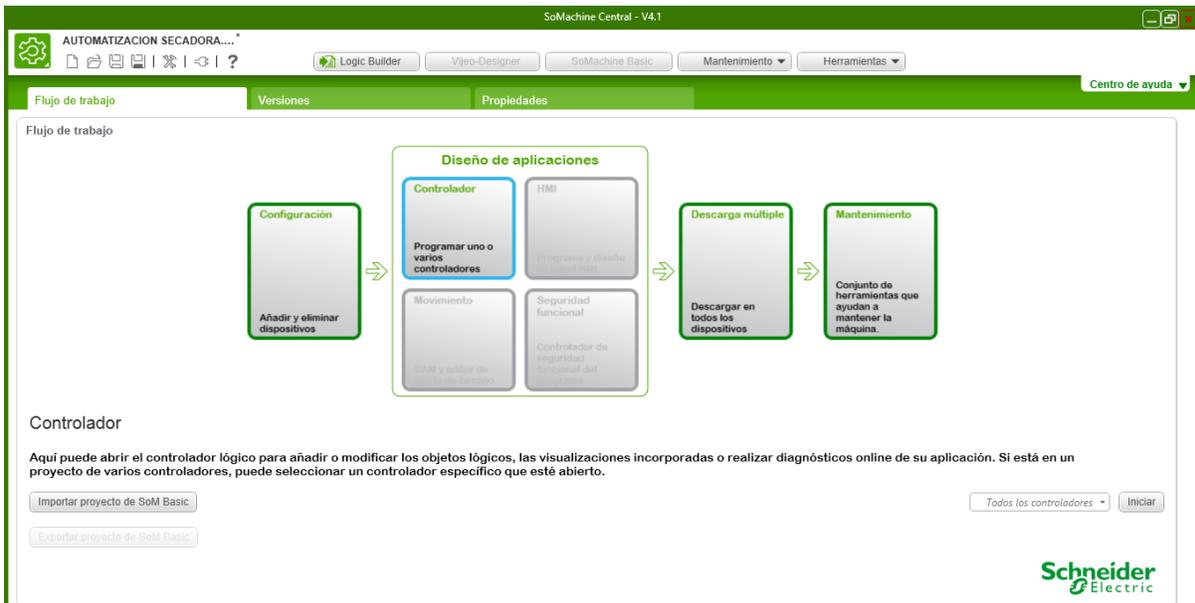
Anexo 17: Diagrama eléctrico conexión módulos de ampliación



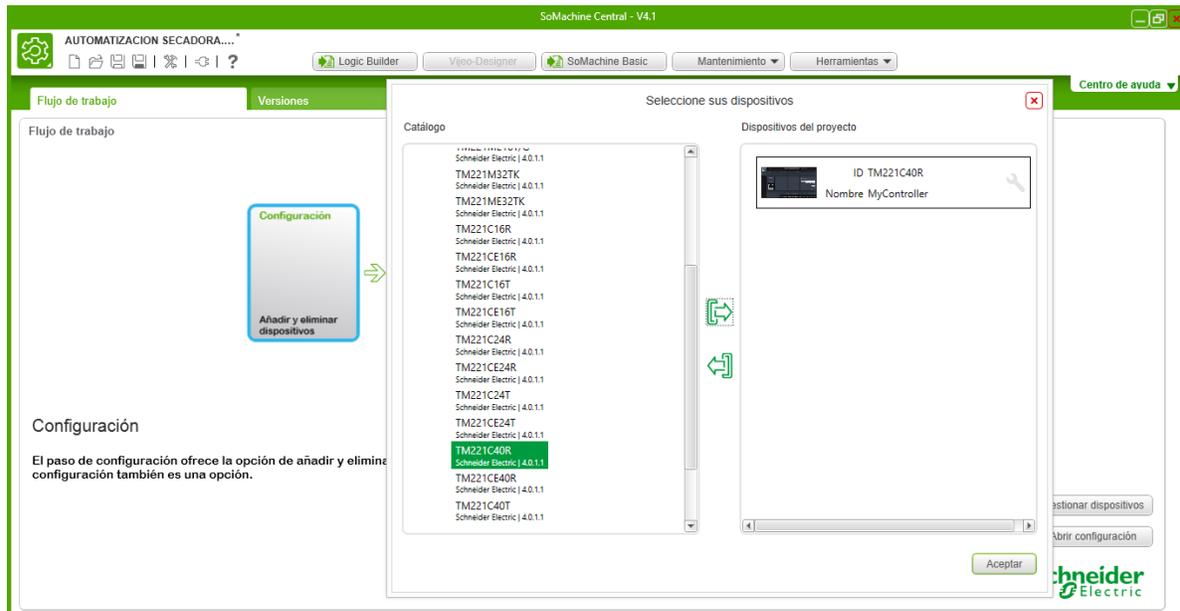
Anexo 19: Iniciar software SoMachine V4.1 y marcar la casilla de nuevo proyecto luego se selecciona proyecto vacío, asignar nombre y clic en crear proyecto.



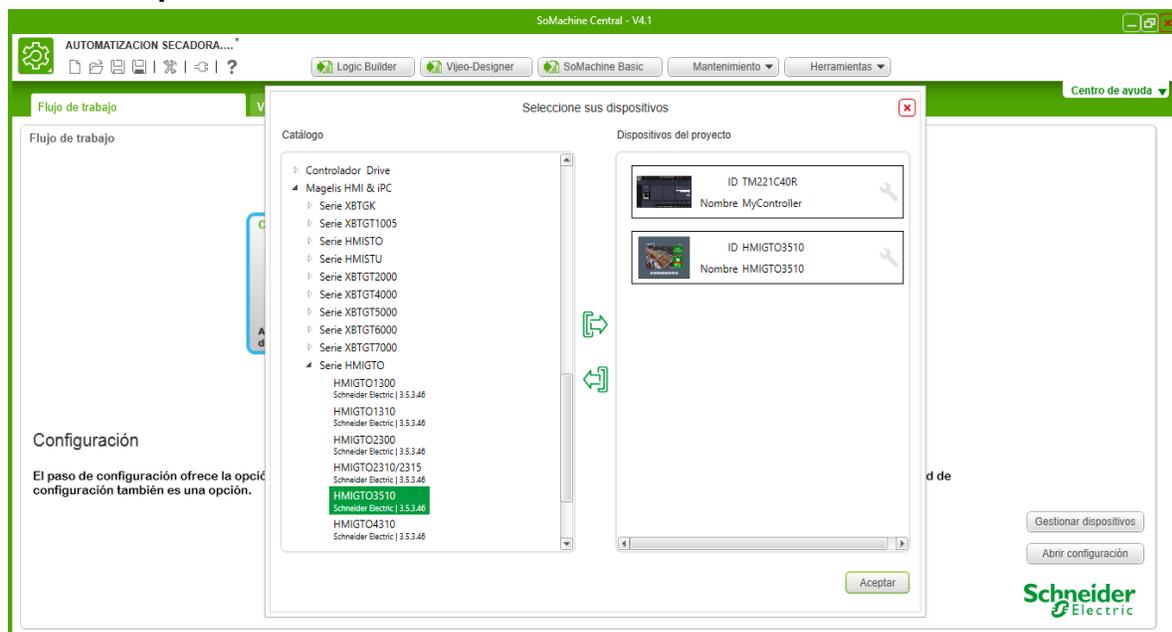
Anexo 18: Posteriormente marcar recuadro de nombre configuración. Para seleccionar el PLC a utilizar.



Anexo 21: Seleccionar el PLC a utilizar en nuestro caso será TM221CE40R.



Anexo 20: Una vez agregado el PLC, se procederá a agregar la HMI se selecciona en el catálogo la opción de Magelis HMI & IPC. Luego seleccionamos la HMI a utilizar en nuestro caso será la HMIGTO3510 y le damos aceptar.

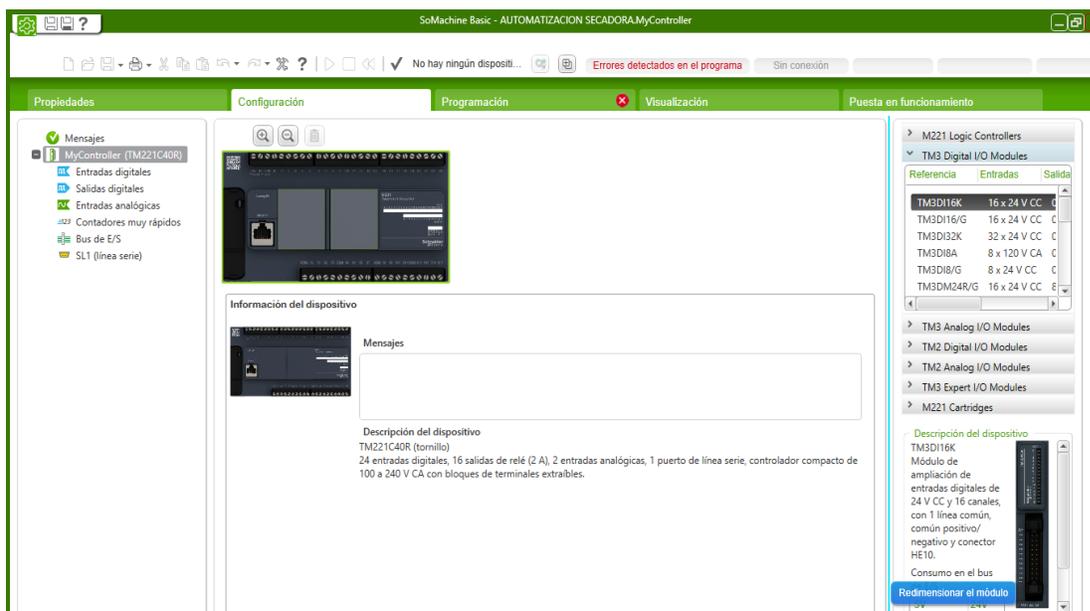


Anexo 23: Una vez seleccionado el PLC y HMI los recuadros de diseño de aplicaciones estarán disponibles para proceder con la programación.

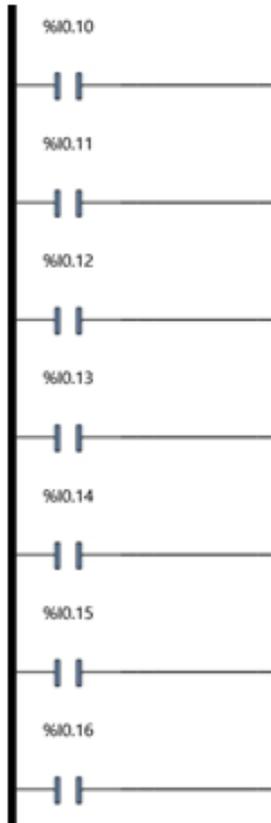


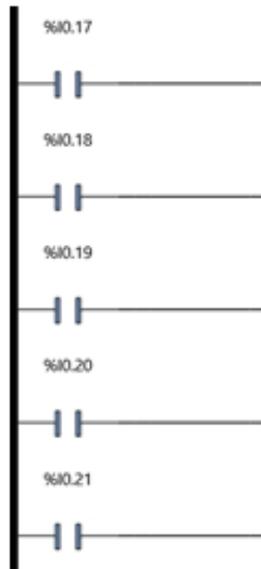
Anexo 22: En la parte superior del programa se muestran 3 ventanas para proceder con la programación del PLC utilizamos Somachine Basic, donde podremos configurar todo lo concerniente al PLC, sus entradas y salidas tanto digitales como analógicas.

Además de agregarle los módulos de entradas y salidas tanto digitales como analógicas, una vez configurado se da pase a la programación mediante lenguaje Ladder.



Anexo 24: Continuación de la programación del PLC





Variables utilizadas:

%I0.6	EVENTUALIDAD_GV1
%I0.7	EVENTUALIDAD_GV2
%I0.8	EVENTUALIDAD_GV3
%I0.9	EVENTUALIDAD_GV4
%I0.10	EVENTUALIDAD_GV5
%I0.11	EVENTUALIDAD_GV6
%I0.12	EVENTUALIDAD_GV7
%I0.13	EVENTUALIDAD_GV8
%I0.14	EVENTUALIDAD_GV9

%I0.15	EVENTUALIDAD_GV10
%I0.16	EVENTUALIDAD_GV11
%I0.17	EVENTUALIDAD_GV12
%I0.18	EVENTUALIDAD_GV13
%I0.19	EVENTUALIDAD_GV14
%I0.20	EVENTUALIDAD_GV15
%I0.21	EVENTUALIDAD_GV16
%M0	HMI_FGV1A1

Rung1



Variables utilizadas:

%I0.6	EVENTUALIDAD_GV1
%M4	HMI_LAMPARA_FGV1

Rung2



Variables utilizadas:

%I0.7	EVENTUALIDAD_GV2
%M5	HMI_LAMPARA_FGV2

Rung3



Variables utilizadas:

%I0.8 EVENTUALIDAD_GV3
%M6 HMI_LAMPARA_FGV3

Rung4



Variables utilizadas:

%I0.9 EVENTUALIDAD_GV4
%M7 HMI_LAMPARA_FGV4

Rung5



Variables utilizadas:

%I0.10 EVENTUALIDAD_GV5
%M8 HMI_LAMPARA_FGV5

Rung6



Variables utilizadas:

%I0.11 EVENTUALIDAD_GV6
%M9 HMI_LAMPARA_FGV6

Rung7



Variables utilizadas:

%I0.12 EVENTUALIDAD_GV7
%M10 HMI_LAMPARA_FGV7

Rung8



Variables utilizadas:

%I0.13 EVENTUALIDAD_GV8
%M11 HMI_LAMPARA_FGV8

Rung9



Variables utilizadas:

%I0.14 EVENTUALIDAD_GV9
%M12 HMI_LAMPARA_FGV9

Rung10



Variables utilizadas:

%I0.15 EVENTUALIDAD_GV10
%M13 HMI_LAMPARA_FGV10

Rung11



Variables utilizadas:

%I0.16 EVENTUALIDAD_GV11
%M14 HMI_LAMPARA_FGV11

Anexo 25: Modo de operación actual

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:07:23pm

MODO DE OPERACION ACTUAL

CONTROL MANUAL

CONTROL AUTOMATICO

SUPERVISION

FALLA PROCESO SECADO

FALLA PROCESO PILADO

FALLA PROCESO SELECCION

Proceso de pilado

Proceso de seleccion

Proceso de secado

Marcha

Paro

Ajuste avanzado

Motores -TA1

Motores -TA2

Motores -TC1

Proceso de secado

Anexo 26: Control manual de motores de proceso de pilado TA1

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:08:06pm

CONTROL MANUAL DE MOTORES DE PROCESO DE PILADO - TA1

Elevador pilado			Elevador mesa despregradora			Mesa clasificadora		
Mesa prelimpia			Piladora			Extractor mesa clasificadora		
Extractor mesa prelimpia			Extractor piladora 1			Elevador grano A		
Elevador mesa prelimpia			Extractor piladora 2			Elevador grano B		
Mesa despregradora 1			Elevador piladora 1					
Mesa despregradora 2			Elevador piladora 2					

MENU PRINCIPAL

Anexo 27: Control manual de motores de proceso de selección de grano - TA2

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:08:29pm

CONTROL MANUAL DE MOTORES DE PROCESO DE SELECCION DE GRANO - TA2

Elevador separador de grano			Elevador mesa gravimetrica 2.2			Sinfin descarte		
Mesa gravimetrica 1			Mesa gravimetrica 3			Elevador selectora 1		
Elevador mesa gravimetrica 1.1			Elevador mesa gravimetrica 3.1			Elevador selectora 2		
Elevador mesa gravimetrica 1.2			Elevador mesa gravimetrica 3.2			Elevador selectora 3		
Mesa gravimetrica 2			Mesa gravimetrica 4					
Elevador mesa gravimetrica 2.1			Elevador mesa gravimetrica 4					

MENU PRINCIPAL

Anexo 28: Control manual de motores de proceso de secado de grano - TA2

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:08:50pm

CONTROL MANUAL DE MOTORES DE PROCESO DE SECADO DE GRANO - TC1

Inyector aire caliente			C01: Compuerta silo producto final		
Motor secadora giratoria			C02: Silo producto a secar		
Elevador 1			C03: Silo de secadora		
Elevador 2			C04: Compuerta producto secado		
Elevador 3			C05: Compuerta vaciado de pajilla		

MENU PRINCIPAL

Anexo 29: Configuración para proceso de secado automático

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:09:16pm

CONFIGURACION PARA PROCESO DE SECADO AUTOMATICO

CONFIGURACION SECADORA		SINTONIZACION PID		
12% > x < 18%	0 min	0 °C	PROPORCIONAL	0
18% > x < 22%	0 min	0 °C	INTEGRATIVA	0
22% > x < 24%	0 min	0 °C	DERIVATIVA	0
24% > x < 36%	0 min	0 °C	TIEMPO DE VACIADO DE SECADORA	0 min
36% > x	0 min	0 °C		

MENU PRINCIPAL

Anexo 30: Supervisión de fallas de motores de proceso de pilado – TA1

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:09:43pm

SUPERVISION DE EVENTUALIDAD DE MOTORES DE PROCESO DE PILADO – TA1

Elevador pilado		Elevador mesa despregadora		Mesa clasificadora	
Mesa prelimpia		Piladora		Extractor mesa clasificadora	
Extractor mesa prelimpia		Extractor piladora 1		Elevador grano A	
Elevador mesa prelimpia		Extractor piladora 2		Elevador grano B	
Mesa despregadora 1		Elevador piladora 1			
Mesa despregadora 2		Elevador piladora 2			

MENU PRINCIPAL

Anexo 31: Supervisión de fallas de motores de proceso de selección de grano – TA2

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:10:01pm

SUPERVISION DE EVENTUALIDAD DE MOTORES DE PROCESO DE SELECCION DE IRANO – TA2

Elevador separador de grano		Elevador mesa gravimetrica 2.2		Sinfin descarte	
Mesa gravimetrica 1		Mesa gravimetrica 3		Elevador selectora 1	
Elevador mesa gravimetrica 1.1		Elevador mesa gravimetrica 3.1		Elevador selectora 2	
Elevador mesa gravimetrica 1.2		Elevador mesa gravimetrica 3.2		Elevador selectora 3	
Mesa gravimetrica 2		Mesa gravimetrica 4			
Elevador mesa gravimetrica 2.1		Elevador mesa gravimetrica 4			

MENU PRINCIPAL

Anexo 32: Supervisión de fallas de motores de proceso de secado – TA1

Vijeo-Designer Runtime 6.2.8.12

PROCESO AUTOMATICO EN CAFETALERA DEL NORTE

22/10/22
3:10:25pm

SUPERVISION DE EVENTUALIDAD DE MOTORES DE PROCESO DE SECADO

Elevador 1 

Elevador 2 

Elevador 3 

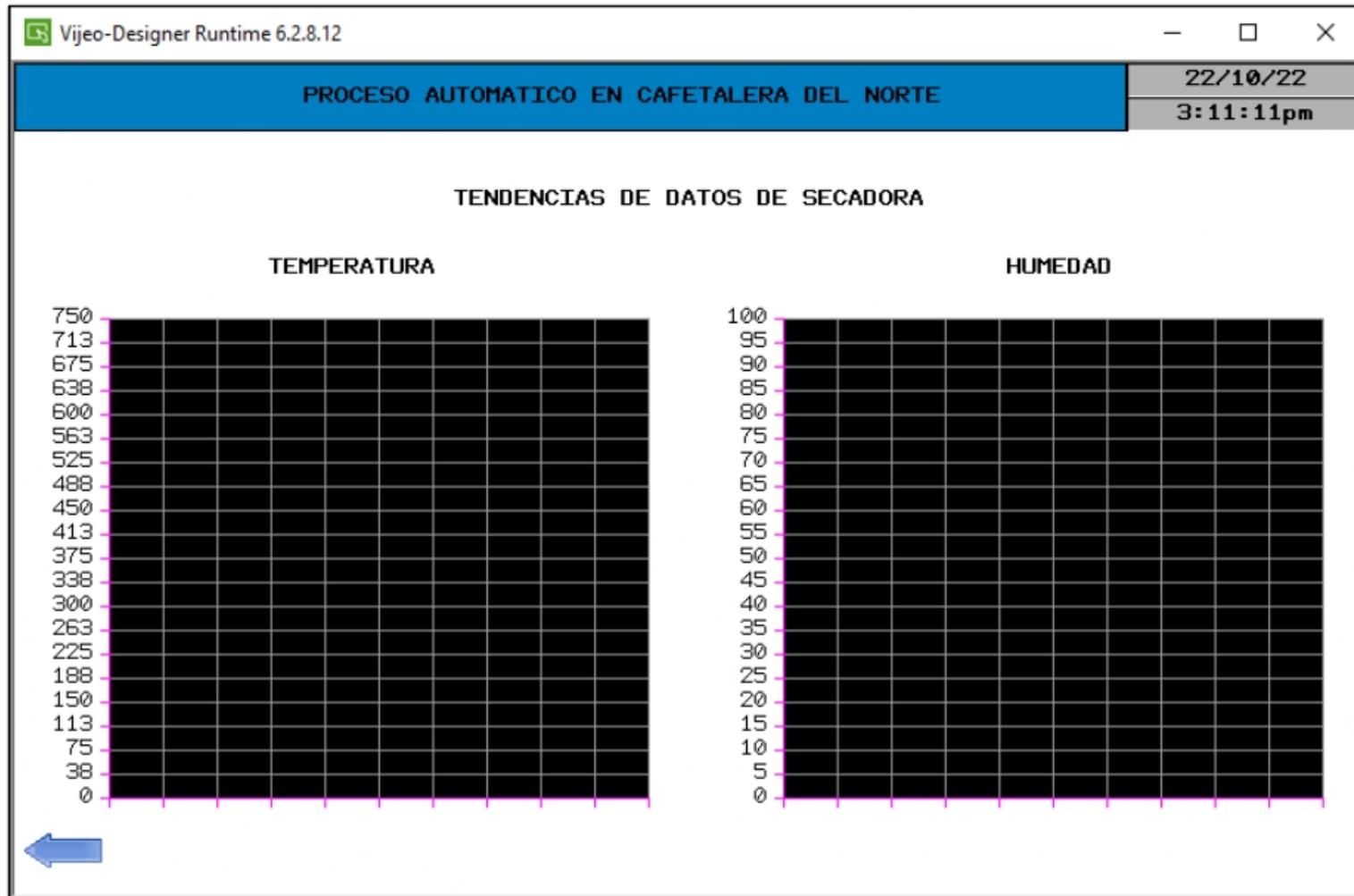
Motor secadora giratoria 

Inyector aire caliente 

Voltaje	0 V	Corriente fase 1	0 A
Velocidad	0 RPM	Corriente fase 2	0 A
Corriente	0 A	Corriente fase 3	0 A
Estado termico	0 %	Corriente nominal	0 A
		Voltaje	0 V

MENU PRINCIPAL

Anexo 33: Datos de temperatura de secadora



Anexo 34: Visualización de las variables HMI.



Referencias cruzadas filtradas

Destino: [HMIGTO3510](#)

Filtro:

Nombre	Dirección/valor inicial	Referencias
PLC_EquipoModbus02.Hmi_abrir_c01	%M134	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor03
PLC_EquipoModbus02.Hmi_abrir_c02	%M136	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor14
PLC_EquipoModbus02.Hmi_abrir_c03	%M138	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor16
PLC_EquipoModbus02.Hmi_abrir_c04	%M140	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor18
PLC_EquipoModbus02.Hmi_abrir_c05	%M142	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor20
PLC_EquipoModbus02.Hmi_cerrar_c01	%M135	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor02
PLC_EquipoModbus02.Hmi_cerrar_c02	%M137	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor13
PLC_EquipoModbus02.Hmi_cerrar_c03	%M139	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor15
PLC_EquipoModbus02.Hmi_cerrar_c04	%M141	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor17
PLC_EquipoModbus02.Hmi_cerrar_c05	%M143	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor19
PLC_EquipoModbus02.Hmi_corriente_vf01	%MW25	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\VisualizadorNumérico03
PLC_EquipoModbus02.Hmi_d	%MW19	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\AUTO_AVZ\VisualizadorNumérico13
PLC_EquipoModbus02.Hmi_estado_termico_vf01	%MW26	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\VisualizadorNumérico04
PLC_EquipoModbus02.Hmi_fgvt1	%M0	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MENULampSpRtr_Red_02
PLC_EquipoModbus02.Hmi_fgvt2	%M1	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MENULampSpRtr_Red_03
PLC_EquipoModbus02.Hmi_fgvt1c1	%M2	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MENULampSpRtr_Red_01
PLC_EquipoModbus02.Hmi_humedad_actual_secadora	%MW35	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_SECADO\VisualizadorNumérico02 \\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\TENDENCIAS\GráficoDeTendencias02
PLC_EquipoModbus02.Hmi_humedad_actual_silo	%MW36	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_SECADO\VisualizadorNumérico03
PLC_EquipoModbus02.Hmi_i	%MW18	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\AUTO_AVZ\VisualizadorNumérico12
PLC_EquipoModbus02.Hmi_intensidad_f1_as01	%MW28	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\VisualizadorNumérico05
PLC_EquipoModbus02.Hmi_intensidad_f2_as01	%MW29	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\VisualizadorNumérico06
PLC_EquipoModbus02.Hmi_intensidad_f3_as01	%MW30	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\VisualizadorNumérico07
PLC_EquipoModbus02.Hmi_intensidad_nominal_as01	%MW31	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\VisualizadorNumérico08
PLC_EquipoModbus02.Hmi_lampara_fgvt1	%M38	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TC1\LampSpRtr_Red_01

PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv02	%M39	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TC1\LampSpRtr_Red_02
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv03	%M40	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TC1\LampSpRtr_Red_03
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv04	%M41	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TC1\LampSpRtr_Red_04
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv05	%M42	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TC1\LampSpRtr_Red_05
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv1	%M4	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_01
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv10	%M13	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_10
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv11	%M14	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_11
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv12	%M15	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_12
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv13	%M16	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_13
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv14	%M17	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_14
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv15	%M18	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_15
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv16	%M19	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_16
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv17	%M21	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_01
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv18	%M22	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_02
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv19	%M23	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_03
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv2	%M5	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_02
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv20	%M24	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_04
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv21	%M25	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_05
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv22	%M26	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_06
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv23	%M27	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_07
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv24	%M28	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_08
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv25	%M29	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_09
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv26	%M30	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_10
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv27	%M31	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_11
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv28	%M32	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_12
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv29	%M33	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_13
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv3	%M6	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_03
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv30	%M34	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_14
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv31	%M35	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_15
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv32	%M36	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA2\LampSpRtr_Red_16
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv4	%M7	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_04
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv5	%M8	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_05
PLC EquipoModbus02.Hmi lampara fgv6	%M9	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION TA1\LampSpRtr_Red_06

	%M10	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TA1\LampSpRtr_Red_07
PLC_EquipoModbus02_Hmi_lampara_fqv8	%M11	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TA1\LampSpRtr_Red_08
PLC_EquipoModbus02_Hmi_lampara_fqv9	%M12	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_TA1\LampSpRtr_Red_09
PLC_EquipoModbus02_Hmi_lampara_final_lleno	%M253	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\SUPERVISION_SECADO\LampSpRtr_Red_03
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_as01	%M123	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor01
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_auto	%M55	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MENU\Interruptor02
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km01	%M127	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor07
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km02	%M129	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor09
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km03	%M131	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor11
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km1	%M57	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor01
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km10	%M75	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor23
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km11	%M77	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor25
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km12	%M79	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor27
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km13	%M81	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor29
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km14	%M83	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor31
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km15	%M85	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor33
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km16	%M87	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor35
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km17	%M90	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor01
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km18	%M92	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor05
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km19	%M94	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor07
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km2	%M59	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor05
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km20	%M96	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor09
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km21	%M98	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor11
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km22	%M100	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor13
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km23	%M102	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor17
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km24	%M104	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor19
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km25	%M106	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor21
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km26	%M108	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor23
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km27	%M110	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor25
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km28	%M112	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor27
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km29	%M114	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor29
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km3	%M61	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor07
PLC_EquipoModbus02_Hmi_marcha_km30	%M116	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor31

22/10/2022

	%M118	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor33
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km32	%M120	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA2\Interruptor35
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km4	%M63	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor09
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km5	%M65	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor11
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km6	%M67	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor13
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km7	%M69	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor17
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km8	%M71	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor19
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_km9	%M73	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TA1\Interruptor21
PLC_EquipoModbus02.Hmi_marcha_vf01	%M125	\\HMIGTO3510\Paneles gráficos\Paneles base\MANUAL_TC1\Interruptor05

Seleccione la siguiente página para mostrar:

1 [2](#)

Anexo 40: Materiales eléctricos

MATERIALES ELECTRICOS				
Descripción	Cant	U.M	Precio unidad S/	Subtotal S/
Interruptor termomagnético trifásico 4X63A	1	und	288.00	288.00
Interruptor termomagnético monofásico 2X16A	4	und	40.00	160.00
Guardamotor 9A a 14A	1	und	509.00	509.00
Guardamotor 6A a 10A	1	und	474.00	474.00
Guardamotor 4A a 6A	3	und	423.00	1,269.00
Contactos auxiliares instantáneos GVAN20	5	und	88.40	442.00
Fuente alimentación 24VDC 10A	1	und	799.00	799.00
Paro de emergencia	1	und	76.00	76.00
Selector 3 posiciones	1	und	72.00	72.00
Sensor magnético de cilindro	10	und	150.00	1,500.00
Variador 4HP ATV320U30N4C	1	und	2,857.00	2,857.00
Arrancador 10HP ATS22D17S6	1	und	3,055.00	3,055.00
Contacto 18A Bobina 220VAC	3	und	178.00	534.00
Bornera gris 6mm2	4	und	6.70	26.80
Bornera gris 4mm2	15	und	4.90	73.50
Bornera gris 2.5mm2	85	und	4.90	416.50
Bornera verde amarillo 6mm2	1	und	21.40	21.40
Bornera verde amarillo 4mm2	5	und	20.00	100.00
Separador de bornera	7	und	3.50	24.50
Tope de bornera	19	und	7.00	133.00
Riel DIN	2	und	25.00	50.00
Canaleta 40x60	4	und	20.00	80.00
Cable #10	1	rollo	400.00	400.00
Cable #16	3	rollo	109.90	329.70
Tablero NSYCRNG128300 (1200 x 800 x 300)	1	und	3,024.00	3,024.00
Placa de tablero NSYMM128	1	und	802.00	802.00
Piloto 220VAC verde	7	und	75.80	530.60
Piloto 220VAC rojo	5	und	75.80	379.00
Transmisor de humedad	1	und	2,400.00	2,400.00
Transmisor de temperatura YTA610 YOKOGAWA	1	und	2,600.00	2,600.00
Switch modbus	1	und	350.00	350.00
TOTAL.				S/23,776.00

Anexo 41: Equipos de control y Monitoreo

Equipos de Control y Monitoreo				
Descripción	Cant.	U.M.	Precio unidad S/	Subtotal S/
Relé 2NAC 24VDC	48	und	21.00	1,008.00
Switch TM4ES4	1	und	858.00	858.00
PLC TM221CE40R	1	und	2,425.00	2,425.00
Módulo de expansión TM3DI16	1	und	919.00	919.00
Módulo de expansión TM3DI8	1	Und	597.00	597.00
Módulo de expansión TM3DQ16R	1	und	1,030.00	1,030.00
Módulo de expansión TM3DQ8R	1	und	679.00	679.00
Módulo de expansión TM3AI4	1	und	1,137.00	1,137.00
Cartucho TMC2AQ2C	1	und	555.00	555.00
Pantalla HMI 7" HMIGTO3510	1	und	5,715.00	5,715.00
TOTAL.				S/14,923.00

Anexo 42: Materiales mecánicos

MATERIALES MECANICOS					
Descripción	Cantida d	U.M.	Materi al	Precio Unitario S/	Precio Total S/
Tubo cuadrado 2" x 1/8" x 6m	2	und	ASTM A36	146	292
Tubo cuadrado 4" x 3/16" x 6m	2	und	ASTM A36	480	960
Tubo cuadrado 5" x 3/16" x 6m	9	und	ASTM A36	580	5220
Plancha de acero estructural 1200mm x 2400mm x 3mm (espesor)	4	und	ASTM A36	560	2240
Plancha de acero estructural 1200mm x 2400mm x 5mm (espesor)	5	und	ASTM A36	1950	9750
pintura y/o otros	1			2500	2500
TOTAL.					S/20962

Anexo 43: Materiales neumáticos

MATERIALES NEUMATICOS				
Descripción	Cantida d	U.M.	Precio Unitario S/	Precio Unitario S/
Electroválvula 5/2 24VDC	4	und	109	436.00
Cilindro neumático doble efecto D: 63mm carrera: 200mm	1	und	200	200.00
Cilindro neumático doble efecto D: 63mm carrera: 250mm	1	und	200	200.00
Cilindro neumático doble efecto D: 80mm carrera: 4000mm	2	und	200	400.00
Unidad de mantenimiento	1	und	250	250.00
Accesorios y otros	1			1000.00
TOTAL.				S/2486.00

Anexo 44: Materiales para elevador

MATERIALES PARA ELEVADOR					
Descripción		Cantidad	Precio Unit. \$	P.Unit S/.	Precio Total S/.
Faja de 2 lonas ,3/8 espesor	mt	24	14.30	52.91	1269.84
Cangilones CC-HP DE 6" X 5" con pernos capachero	unid	163	4.74	17.54	2858.69
Motorreductor de 2.4 HP-90rpm salida, 220 v	unid	1		2970.00	2970.00
Cadena de 1"	mt.	3	21.62	84.32	252.95
Piñón de 1" - 15 dientes	unid	1	30.00	117.00	117.00
Piñón de 1" - 19 dientes	unid	1	35.14	137.05	137.05
plancha negra de 1/16"	unid	8		120.00	960.00
plancha negra d 1/8	unid	4		180.00	720.00
ángulos de 3/16 x 1 1/2"	unid	4		60.00	240.00
platinas de 3/16 x 1 1/2"	unid	4		30.00	120.00
chumaceras de pie de 1 1/2"	unid	4	32.08	125.11	500.45
Pintura base zinc epoxica	gln.	3	67.20	262.08	786.24
pintura epoxica	gln.	3	37.88	147.73	443.20
pintura uretano	gln.	3	60.27	235.05	705.16
diluyente epoxico	gln.	4	17.76	69.26	277.06
Varios (pernos, pegamento, ejes, etc)		1		2042.37	2042.37
Fabricación, Mano de obra, arenado, pintado, fabricación, montaje, factoría (tambores, bocinas chavetas)					9100.00
TOTAL.					S/23.500.00

Anexo 45: Validación de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

Nombre del instrumento	Guía de observación
Objetivo del instrumento	Observar y evaluar el desempeño del proceso de trillado dentro de la planta.
Nombres y apellidos del experto	Jorge Alberto Villanueva Zapata
Documento de identidad	17537456
Años de experiencia en el área	27 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero mecánico eléctrico
Nacionalidad	Peruana
Institución	SENATI
Cargo	Instructor del área de Automatización Industrial
Número telefónico	964819254
Firma	 JORGE ALBERTO VILLANUEVA ZAPATA INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA REG. CIP. 218460
Fecha	12 /12 / 2022

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El ítem pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El ítem tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El ítem es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Dimensión	Indicador	Ítem	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Control automático	Comunicación	Diagrama de instrumentación	1	1	1	1	
	Monitoreo de control de procesos	Uso de un software de monitoreo	1	1	1	1	
		Desarrollo y control en tiempo real	1	1	1	1	
Programación	Rapidez de desarrollo del proceso	Información almacenada en programa	1	1	1	1	
	Ejecución de los patrones programados	Análisis y resultados en tiempo real	1	1	1	1	
Producción	Calidad	Nivel de secado	1	1	1	1	
	Rentabilidad	Nivel económico	1	1	1	1	
	Rendimiento	Nivel de producción	1	1	1	1	
	Fallas	Paradas de producción	1	1	1	1	
	Control y monitoreo	Nivel de visualización	1	1	1	1	

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable (x)

Aplicable después de corregir ()

No aplicable ()


JORGE ALBERTO VILLANUEVA ZAPATA
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. 218460

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL
INSTRUMENTO**

Nombre del instrumento	Guía de observación
Objetivo del instrumento	Observar y evaluar el desempeño del proceso de trillado dentro de la planta.
Nombres y apellidos del experto	Victor Antonio Perez Villalobos
Documento de identidad	44373186
Años de experiencia en el área	7 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero mecánico eléctrico
Nacionalidad	Peruana
Institución	Proyecto IE Ricardo Palma - Paita
Cargo	Jefe de instalaciones
Número telefónico	972862138
Firma	 <small>VICTOR ANTONIO PEREZ VILLALOBOS ING. MECÁNICO ELECTRICISTA REG. CIP. 209716</small>
Fecha	12 / 12 / 2022

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El ítem pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El ítem tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El ítem es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Dimensión	Indicador	Ítem	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Control automático	Comunicación	Diagrama de instrumentación	1	1	1	1	
	Monitoreo de control de procesos	Uso de un software de monitoreo	1	1	1	1	
		Desarrollo y control en tiempo real	1	1	1	1	
Programación	Rapidez de desarrollo del proceso	Información almacenada en programa	1	1	1	1	
	Ejecución de los patrones programados	Análisis y resultados en tiempo real	1	1	1	1	
Producción	Calidad	Nivel de secado	1	1	1	1	
	Rentabilidad	Nivel económico	1	1	1	1	
	Rendimiento	Nivel de producción	1	1	1	1	
	Fallas	Paradas de producción	1	1	1	1	
	Control y monitoreo	Nivel de visualización	1	1	1	1	

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable (x)

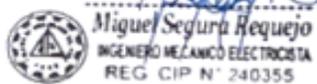
Aplicable después de corregir ()

No aplicable ()

Lunes, 12 de diciembre de 2022


 VICTOR ANTONIO PÉREZ VILLALOBOS
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. 209716

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

Nombre del instrumento	Guía de observación
Objetivo del instrumento	Observar y evaluar el desempeño del proceso de trillado dentro de la planta.
Nombres y apellidos del experto	Miguel Segura Requejo
Documento de identidad	46611342
Años de experiencia en el área	5 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero mecánico eléctrico
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Nacional Agraria de la selva
Cargo	Docente Universidad Nacional Agraria de la selva
Número telefónico	935262046
Firma	 
Fecha	12/12/2022

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El ítem pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El ítem tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El ítem es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Dimensión	Indicador	Ítem	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Control automático	Comunicación	Diagrama de instrumentación	1	1	1	1	
	Monitoreo de control de procesos	Uso de un software de monitoreo	1	1	1	1	
		Desarrollo y control en tiempo real	1	1	1	1	
Programación	Rapidez de desarrollo del proceso	Información almacenada en programa	1	1	1	1	
	Ejecución de los patrones programados	Análisis y resultados en tiempo real	1	1	1	1	
Producción	Calidad	Nivel de secado	1	1	1	1	
	Rentabilidad	Nivel económico	1	1	1	1	
	Rendimiento	Nivel de producción	1	1	1	1	
	Fallas	Paradas de producción	1	1	1	1	
	Control y monitoreo	Nivel de visualización	1	1	1	1	

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable (x)

Aplicable después de corregir ()

No aplicable ()

Lunes, 12 de diciembre de 2022



 Miguel Segura Requejo
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP N° 240355



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Automatización con PLC del proceso de trillado de café para planta cafetalera del norte", cuyos autores son CAMPOS CHAVEZ EDWIN FERNANDO, CAPUÑAY REBILLA WILMER JOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 19 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE DNI: 17857234 ORCID: 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 19-12-2022 19:07:06

Código documento Trilce: TRI - 0495595