



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:  
INGENIERO EN ELECTRONICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DEL LLENADO DE LA TOLVA DE  
RECEPCIÓN DE AFRECHO HUMEDO EN CERVECERIA NACIONAL QUITO

**AUTOR:**

PAÚL CESAR BUNCE SANGOLUIZA

**TUTOR:**

ING. MORALES AREVALO FLAVIO DAVID

**AÑO 2020**

## DECLARACIÓN

Yo, Bunce Sangoluiza Paúl Cesar, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Israel, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Quito, D.M Enero del 2020

.....  
Paúl Cesar Bunce Sangoluiza

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## CERTIFICACIÓN

El presente documento se Certifica que fue desarrollado por el Sr PAUL CESAR BUNCE SANGOLUIZA con número de cedula 1719381525, estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, bajo nuestra Supervisión y Verificación.

Quito, D.M Enero del 2020

.....  
Paúl Cesar Bunce Sangoluiza

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DEL LLENADO DE LA TOLVA DE AFRECHO EN CERVECERIA NACIONAL QUITO** presentado por el Sr. Paúl Cesar Bunce Sangoluiza, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, D.M Enero del 2020

TUTOR

.....  
ING. MORALES AREVALO FLAVIO DAVID

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradecer es ser gentil en primera instancia con el único ser que permite que los sueños se realicen y las metas se cumplan a Dios.

Parte de los méritos son de toda mi familia, seres únicos que han sido mi apoyo a lo largo de mi vida estudiantil y las personas que siendo mis amigos me han alentado a subir cada peldaño que te separa del camino del éxito. Cada persona que ha pasado por mi vida ha dejado un granito de arena en mí y me han dejado un legado de grandes enseñanzas, experiencias y gratos momentos, que te impulsan a creer que puedes ser más y mejor cada día de la vida.

La Universidad Israel, sus profesores son parte del proceso para mi preparación, quienes me han formado e inculcado los valores profesionales con los que de hoy en adelante me sabré defender siendo responsable, y respetando las tareas por el crecimiento de la empresa que me abrió las puertas para mostrar para lo que me he preparado durante estos años.

Paúl Bunce

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico en especial a mi madre que supo apoyarme incondicionalmente en los días malos y buenos supo tenerme paciencia y hacer de mí una persona llena de valores enseñanza importante para el crecimiento personal. El amor, respeto, honestidad y responsabilidad fueron los pilares fundamentales para mi crecimiento y eso me los inculcaron mis padres.

A mi familia fueron mi apoyo constante para lograr el objetivo planteado a ellos les dedico este mérito, ya que siempre han creído en mí.

Paúl Bunce

## TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
TABLA DE CONTENIDOS.....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABLAS .....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio.....	2
Planteamiento del problema .....	2
Justificación.....	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos .....	5
Alcance .....	6
CAPITULO 1 .....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
1.1 Estado del arte .....	8
1.1.1 Diagrama de instrumentos y tuberías (P&ID).....	8
1.1.2 Control en sistemas organizacionales y técnicos.....	10
1.2 Automatización.....	10
1.3 Sistema de automatización .....	12
1.3.1 Parte operativa .....	13

1.3.2 Parte de mando y control .....	15
1.4 Funciones básicas de la máquina programable.....	16
1.5 Modelo estructural en un sistema automatizado .....	16
1.5.1 Sistema SCADA .....	17
1.5.2. Prestaciones del sistema SCADA.....	18
1.5.3 Funciones principales SCADA.....	19
1.6 Control de flujo de sólidos.....	21
1.6.1 Objetivos del control de flujo .....	21
1.6.2 Medición de flujo y caudal .....	21
CAPÍTULO 2 .....	23
MARCO METODOLÓGICO .....	23
2.1 Tipo y diseño de la investigación .....	23
2.2 Técnicas de recolección de datos .....	24
2.3 Descripción del trabajo en el área de producción.....	24
2.4 Metodología de trabajo.....	27
CAPÍTULO 3 .....	29
PROPUESTA .....	29
3.1 Automatización y control del llenado de la tolva.....	29
3.2 Justificación de la propuesta.....	30
3.4 Diseño de la automatización y control de la tolva.....	31
3.4.1 Sistema de control de los niveles de llenado y vaciado de la tolva (intouch panel) .....	32
3.5 Sistema de monitoreo de la tolva.....	36
3.6 Sistemas interconectados (Control y Monitoreo) .....	37
3.7 Factibilidad del proyecto .....	38
3.7.1 Factibilidad económica.....	39
3.7.2 Factibilidad técnica.....	39

CAPÍTULO 4 .....	42
IMPLEMENTACIÓN .....	42
4.1 Desarrollo .....	42
4.1.1 Arquitectura del hardware .....	44
4.1.2 Ejecución del software.....	46
4.2 Implementación .....	47
4.2.1 Cervecería Nacional S.A .....	48
4.3 Pruebas de funcionamiento.....	49
4.3.1 Enlace del intouch panel y el sensor.....	50
4.4 Análisis de resultados .....	51
RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	58
ANEXOS .....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Formadora de colines .....	7
Figura 1.2. Diagrama P&ID .....	9
Figura 1.3. Robot construido en 1805 .....	11
Figura 1.4. Parte operativa de una automatización.....	13
Figura 1.5. Elementos detectores y captadores .....	14
Figura 1.6. Elementos accionadores y pre-accionadores.....	15
Figura 1.7. Estructura de una automatización .....	17
Figura 3.1. Diagrama de bloques del proyecto de automatización.....	29
Figura 3.2. Diagrama del sistema de comunicación y visualización.....	30
Figura 3.3. Diagrama de bloques del sistema de comunicación y visualización del nivel .....	31
Figura 3.4. Diagrama de bloques de los sistemas que forman la tolva.....	32
Figura 3.5. Diagrama de bloques de los equipos utilizado .....	33
Figura 3.5. Programación del dispositivo lógico programable.....	35
Figura 3.7. Programación del dispositivo lógico programable.....	35
Figura 3.8. Diagrama del sistema de monitoreo .....	36
Figura 3.8. Análisis de resultados.....	41
Figura 4.1 Instalación del sensor de medición tipo radar .....	44
Figura 4.2 Instalación de los componentes en el tablero .....	45
Figura 4.3. Ensamblaje de sensor en la parte superior de la tolva.....	46
Figura 4.4 Prueba de simulación del hardware, al momento del llenado .....	46
Figura 4.5. Ejecución del software .....	47
Figura 4.6. Icono de inicio.....	49
Figura 4.7. Mensaje de identificación .....	50
Figura 4.8. Dispositivo que se enlaza con el sensor .....	51
Figura 4.9. Visualización del software .....	51
Figura 4.10. Visualización manual del nivel de la tolva .....	52
Figura 4.11. Desborde de afrecho por sobre llenado .....	53
Figura 4.12. Visualización en tiempo real de históricos.....	54
Figura 4.13. Despacho de afrecho a los proveedores .....	55
Figura 4.14. Visualización en tiempo real del nivel de la tolva de afrecho.....	55

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Descripción etapas teóricas del proyecto .....	25
Tabla 2.2. Descripción de las etapas técnicas del proyecto.....	26
Tabla 3.1 Elementos electrónicos.....	33
Tabla 3.2. Componentes de la aplicación web .....	37
Tabla 3.3. Valor de los componentes de la placa electrónica.....	38
Tabla 3.4. Análisis de resultados .....	40

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 01. Formato metas de producción .....	60
Anexo 02. Data Sheet Wanderware Intouch Panel.....	60
Anexo 03. Sensor Endress Hauser .....	62
Anexo 04. Programa principal del dispositivo lógico programable .....	63
Anexo 05. Dibujo de la tolva de afrecho .....	76
Anexo 06. Manual técnico.....	77
Anexo 07. Manual de usuario.....	90
Anexo 08. Cronograma de actividades.....	96
Anexo 09. Diagrama electrico .....	97

## RESUMEN

La empresa Cervecería Nacional se dedica a la elaboración y comercialización de bebidas hechas a base de arrocillo y malta, las mismas que son puestas a órdenes del cliente a través de distribuidores autorizados. Debido al desarrollo e invención de la tecnología es necesario automatizar las técnicas de industrialización para integrar procesos que aseguren un buen funcionamiento y control en los sistemas, por lo que se plantea una investigación para implementar la automatización de la tolva de recepción de llenado y vaciado de afrecho húmedo en Cervecería Nacional, mediante comunicación *Ethernet* visualizado en un InTouch panel para su manipulación.

La siguiente investigación, es explorativa, por otra parte, es de tipo aplicativo ya que posee bibliografía de diversos textos que se usarán mediante el desarrollo de la investigación. Como técnica de recolección de datos se utilizó la Entrevista, que estuvo dirigida al gerente del área de producción de Cervecería Nacional, con el fin de conocer el proceso usado actualmente para el control de llenado y vaciado de la tolva de afrecho, a la vez conocer cuál es el fin de la implementación de un sistema automatizado. La observación directa dirigida a los operadores, también el registro de documentos. El proyecto se desarrolló en tres fases, se realizó la propuesta, donde se definieron los instrumentos que se utilizan para la automatización, verificando los parámetros de funcionalidad en la automatización. Se logró elaborar la etapa que estaba prevista para la comunicación y monitoreo remoto, mediante el protocolo profibus. Se recomienda que se verifiquen constantemente los parámetros que se establecieron en la funcionalidad de la automatización. Tomar en cuenta la comunicación, visualización que se desarrolló en la automatización, ya que de esa manera se podrá controlar, verificar en las instalaciones que esta siga el curso normal. Ver el anexo N.10

**PALABRAS CLAVES:** *Ethernet*, InTouch, sensor, seguridad, ergonomía, impactos ambientales,

## ABSTRACT

The National Brewery company is dedicated to the elaboration and commercialization of beverages made from rice and malt, the same ones that are placed at the client's orders through authorized distributors. Due to the immutable development and invention of the technology, it is necessary to automate the industrialization techniques to integrate processes that ensure a good operation and control in the systems, so an investigation is proposed to implement the automation of the filling and emptying reception hopper of wet branch in National Brewery, by means of *Ethernet* communication visualized in an InTouch panel for its manipulation.

The following research is exploratory, on the other hand it is of an application type since it has bibliography of various texts that will be used through the development of the research. How data collection technique was used the Interview, which was addressed to the manager of the National Brewery production area, in order to know the process currently used for the control of filling and emptying the cereal hopper, while knowing what is the end of the implementation of an automated system. Direct observation aimed at operators, and also the registration of documents. The project was developed in three phases, the proposal was made, where the instruments used for automation were defined, verifying the functionality parameters in automation. It was possible to elaborate the stage that was planned for communication and remote monitoring, through the profibus protocol. It is recommended that the parameters established in the automation functionality be constantly verified. Take into account the communication and visualization that was developed in the automation, since that way you can control and verify the facilities and that this follow the normal course. See annex N.10

**KEY WORDS:** *Ethernet*, InTouch, sensor, security, ergonomics, environmental

impacts,

---



## INTRODUCCIÓN

La ciencia y tecnología dentro de la industria han logrado integrar procesos de control mediante dispositivos que ayudan a la toma de decisiones, esto se ha conseguido al automatizar maquinaria mediante un programa que utiliza variables para monitorear y comparar un valor dentro de un proceso de manera automática, consiguiendo mayor productividad en los sistemas, resultados confiables, estables y de calidad en el producto.

A lo largo del siglo el crecimiento progresivo del conjunto de técnicas progresivas dentro de un dispositivo, dio lugar a la creación de sistemas complejos que usaban variables físicas que debían ser controladas y fijadas de manera programada en un elemento electrónico, ya que el ser humano carece de capacidad de acción con sus manos, así mismo de rapidez de respuesta a estímulos que reciben sus sentidos.

La automatización forma parte del factor de productividad y calidad dentro de una industria, ya que garantiza el perfeccionamiento del trabajo que se hace en la misma determinando una producción estable y ayudando al trabajo del personal de manera segura.

Debido al procedimiento para la dosificación de materia prima en el área de producción desde la tolva que está a cargo de los operarios, la empresa Cervecería Nacional (CN) cree necesario automatizar procesos de manera automática con el único objetivo de desarrollar e implementar un sistema que controle el ingreso de afrecho desde la tolva hacia las estanterías de residuos, tomando como parámetros la selección de los elementos y equipos apropiados para el desarrollo de la aplicación que controle, supervise y obtenga datos que faciliten el manejo de la máquina que hace el proceso de separación del residuo de materia prima( afrecho húmedo) a través de una interfaz de usuario, en donde se colocarán gráficamente los elementos de control, tomando como base un análisis relativo y requerimientos necesarios que plantea el departamento de operación y control, que permita cumplir con el objetivo planteado.

## **Antecedentes de la situación objeto de estudio**

El pionero de los sistemas de automatización fue Ktesibios de Alejandría quien vivió en los años 300 A.C, el inventó la primera técnica para controlar la entrada del agua a un reloj mediante una válvula de enchufe conectada en un flotador de madera en un tanque, la que consistía en dejar caer el flotador, abrir la válvula para que ingrese una gota de agua. Bajo este indicio las empresas han ido automatizando la maquinaria que procesa la materia prima y la convierte en cierto tipo de producto.

Hoy en día estos sistemas han ido mejorando, permitiendo enviar y recibir señales capaces de interpretar ordenes dentro de un módulo, por tal motivo se han realizado múltiples estudios que señalan la importancia de introducir de una manera eficaz y confiable un prototipo que envíe órdenes para las operaciones de transporte y recepción de materia prima en las tolvas industriales, de manera que se evite los derrames de la misma.

Las aplicaciones que monitorean los sistemas InTouch, son parte importante y respaldan el correcto funcionamiento del módulo que lleva cada sistema, por esto se puede mencionar que la implementación de un sistema de control automático se enfoca en colocar un controlador lógico programable y un panel de operador que admita representar y vigilar variables oportunas al proceso, para obtener resultados de calidad, cantidad y mejora en los tiempos de producción.

## **Planteamiento del problema**

La empresa Cervecería Nacional se dedica a la elaboración y comercialización de bebidas hechas a base de arrocillo y malta, las mismas que son puestas a órdenes del cliente a través de distribuidores autorizados. Debido al inmutable desarrollo e invención de la tecnología es necesario automatizar las técnicas de industrialización para integrar procesos que aseguren un buen funcionamiento y control en los sistemas, ayudando a reducir costos de fabricación de un producto, reducción en tiempos de producción y ayudando al trabajador con el monitoreo de los procesos para estabilizar la elaboración de un producto.

Como parte del proceso de elaboración del producto se debe llenar y vaciar la tolva de afrecho húmedo, este paso es controlado por un operador, el mismo que debe estar atento que no sobrepase el nivel de residuo que está estipulado en cada tolva, caso contrario el mismo se desparramará y ocasionará pérdida de tiempo para la limpieza del mismo y paro de maquinaria por el inconveniente suscitado.

Del área de producción depende el ingreso económico de la empresa, ya que son quienes elaboran el producto que se distribuye a los diferentes locales del país, es por tal motivo que se deben mejorar los procesos para acelerar la producción y con ello se minimizará tiempos de manufactura.

La empresa antes mencionada posee un deficiente control en los residuos de la tolva de almacenamiento que limitan la operatividad de la planta y su rendimiento ya que la producción varía constantemente, vulnerando las metas y objetivos estipulados por la empresa, consecuencia de esto no se puede proveer a la línea de fabricación la materia prima (mosto) requerido en el tiempo apropiado ya que los residuos que salen de la misma se debe vaciar mediante la tolva y esta es monitoreada manualmente por un operador, el mismo que abre y cierra la compuerta de vaciado, cuando verifica que el recipiente ha llegado a su límite.

Los escasos registros tanto de tiempo como de la cantidad de malta y arrocillo que debe ser procesado hacen que las jornadas de trabajo se tornen poco productivas, ya que los operadores para evitar que los conductos por donde circula la materia prima se obstruyan y la tolva tenga un sobrellenado disminuyen el paso de la materia prima y retrasan tiempos de producción, razón que impide tener control sobre el proceso.

Por tal motivo, este trabajo pretende automatizar la tolva de recepción y llenado de afrecho húmedo, la cual ejecutará el proceso total de producción de materia prima.

El proyecto se basará en la etapa de recepción y llenado de afrecho, el mismo que al ser implementado, la empresa podrá:

- Conocer los tiempos de llenado y vaciado de la tolva

- Parametrizar de mejor manera los tiempos de producción
- Optimizar el tiempo de cada operador en el control y elaboración del producto
- Aumentar la producción en la planta

Por lo antes mostrado surge la siguiente interrogante:

¿Cómo implementar la automatización de la tolva de recepción de llenado y vaciado de afrecho húmedo en Cervecería Nacional, mediante comunicación *Profibus* visualizado en un InTouch panel para su manipulación?

A su vez de la interrogante mencionada se derivan, otras preguntas como son:

¿Cuáles son los instrumentos que se van a utilizar en la automatización revisando parámetros de funcionamiento para el desarrollo de la misma?

¿De qué manera desarrollar la comunicación y visualización en el InTouch panel para controlar el sistema una vez instalado?

¿Mediante qué construir las partes mecánicas para la automatización de la tolva de recepción de afrecho húmedo??

¿Cuándo desarrollar la etapa de comunicación mediante protocolo *profibus* para el monitoreo remoto?

¿Con qué fin se debe realizar pruebas de validación del sistema una vez implementado todos los equipos en el sitio para verificar su correcto funcionamiento?

## **Justificación**

Cervecería Nacional es una empresa que lidera el mercado de bebidas de consumo moderado a nivel Nacional, usando como lema “la calidad es un valor indivisible” la misma que se ve reflejada en la responsabilidad que tiene con sus consumidores, por lo que es importante un control eficaz en las actividades del proceso de elaboración del producto, con el fin de garantizar el alcance de los resultados deseados, así como también incrementar la producción en la planta.

La constante actualización de sus sistemas mediante la tecnología ha permitido que la empresa este siempre en constante competitividad en el campo de la industria cervecera, motivo por el que se ha propuesto mejorar el control de flujo de desechos de

la tolva con el fin de garantizar una producción más grande y rápida en el área de manufactura, ya que las materias primas se subministrarán de manera adecuada, a la velocidad apropiada y en cantidades correctas.

Por lo que la investigación se justifica desde el punto de vista económico, ya que con la automatización del sistema se pretende alcanzar mayor productividad, menor en los tiempos de entrega del producto y con ello mejora los ingresos para la empresa.

Desde el punto de vista técnico se proyecta que el proceso de llenado y vaciado de la tolva sea automatizado, confiable y eficaz de tal modo que se mejore el proceso de despacho de afrecho, disminuirá la necesidad de intervención del trabajador lo que hará que haya más seguridad para el mismo y ocupar el tiempo en otras actividades.

La interfaz de usuario permitirá monitorear el flujo de materia prima de manera correcta y en caso de fallas en el sistema se podrá corregir de manera oportuna aplicando medidas correctivas ya que se tendrá acceso a las variables de información cuando esté en marcha el proceso de producción. Con dicho proyecto se beneficiará la empresa ya que el control de la materia prima será automático y se conseguirá una continua producción, estableciendo un equilibrio en los procesos de la planta.

## **Objetivo General**

Implementar la automatización de la tolva de recepción de llenado y vaciado de afrecho húmedo en Cervecería Nacional, mediante comunicación *Ethernet* visualizado en un InTouch panel para su manipulación.

## **Objetivos Específicos**

- Definir los instrumentos que se van a utilizar en la automatización revisando parámetros de funcionamiento para el desarrollo de la automatización.
- Desarrollar la comunicación y visualización en el InTouch panel para controlar el sistema una vez instalado.

- Construir las partes mecánicas para la automatización de la tolva de recepción de afrecho húmedo.
- Desarrollar la etapa de comunicación mediante protocolo *profibus* para el monitoreo remoto.
- Implementar la interfaz de visualización InTouch panel para el control del sistema.
- Realizar pruebas de validación del sistema una vez implementado todos los equipos en el sitio para verificar su correcto funcionamiento

### **Alcance**

El proyecto se enmarca en el desarrollo, diseño e implementación de un sistema automatizado en la tolva de afrecho de Cervecería Nacional, que contribuya a mejorar los procesos y rendimiento del proceso que controla el llenado y vaciado del afrecho húmedo, que es el desecho de la materia prima (malta) de la planta de producción.

El sistema permitirá mediante un InTouch panel intervenir al operador el monitoreo programado de la tolva para que al llegar a un nivel estipulado proceda a vaciar el afrecho y por medio de una interfaz de usuario se pueda visualizar como se va llenando y vaciando la tolva,

Mediante un manual de usuario la operación de la tolva será fácil, ya que en el constará el proceso de control de la maquinaria que se está automatizando.

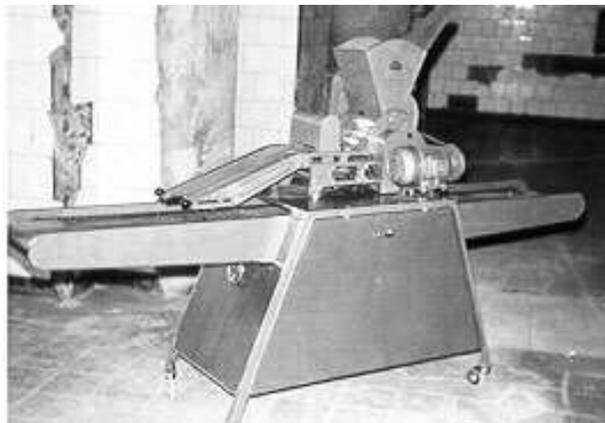
Para la investigación se seguirá los lineamientos teóricos del autor García F. (2010), autora del diseño de sistemas automatizados para el control de máquinas empresariales. En este caso se diseñará un módulo mediante un PLC que enviará su señal al InTouch panel y será gráfica en el período comprendido entre octubre 2019 hasta marzo 2020, en la empresa Cervecería Nacional ubicada en Cumbaya-Pichincha

# CAPITULO 1

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el año de 1920 Teodoro Rueda fundador de una de las primeras empresas que trabajaban con trigo y toda la producción la hacían manualmente, empieza el proceso de querer modernizar su molino de trigo fabricando un elevador, un lavador de trigo y una tolva para el desecho del residuo, capaz de moler 7600Kg del producto diariamente. Es así que diseño y fabricó la refinadora, tomando como prototipo el molino, para que luego surjan pequeñas maquinas cóncavas que limpiaban y seleccionaban el trigo.

Desde hace un par de años y a raíz del modelo MC-45 (Figura 1.1) que era una formadora de colines, la maquinaria para empresas que se dedican a la producción de alimentos, bebidas a base de trigo, malta o algún cereal, se lanzaron al mercado varios modelos más que ayudaron a mejorar la producción en ciertos tipos de empresas, a la vez el material que se usaba para su fabricación fue optimando en lo que se conoce hoy en día como acero inoxidable. La máquina MC se muestra en la Figura 1.1



**Figura 1.1 Formadora de colines**

**Fuente:** (Bulher, 2006)

“En Australia muchos pueblos en áreas de siembra de grano tienen silos de torres de hormigón para agrupar granos de los pueblos aledaños y almacenar para el transporte por carreteras o trenes hacia un puerto de exportación”. (Bulher, 2006, pág. 11).

La limpieza y la seguridad de las tolvas o silicios dentro de una empresa es importante por lo que es importante velar por el bienestar del trabajador, ya que en la actualidad los trabajadores son las personas encargadas de liberar el residuo de la tolva para desecharlo hasta los respectivos recipientes, lo que hace que se torne peligroso y en ocasiones se han registrado muertes por tal acción.

El trabajo usando tolvas industriales se encuentra en proceso de sistematización, los grandes cambios que sufren las empresas han hecho que los inventos tengan carta abierta para un constante cambio, como es el caso de los silos que ayudan a la separación de la materia prima de los residuos.

La definición de los parámetros de control de la tolva de recepción de afrecho será controlada por el operador encargado en el turno que se encuentre, si existe alguna desviación será reportado al líder de turno encargado para tomar las acciones pertinentes.

## **1.1 Estado del arte**

Para el tema de investigación se han investigado trabajos previos, que tienen relación con la solución para automatizar una maquinaria industrial y que sirva para el control del proceso de llenado de una tolva de trigo.

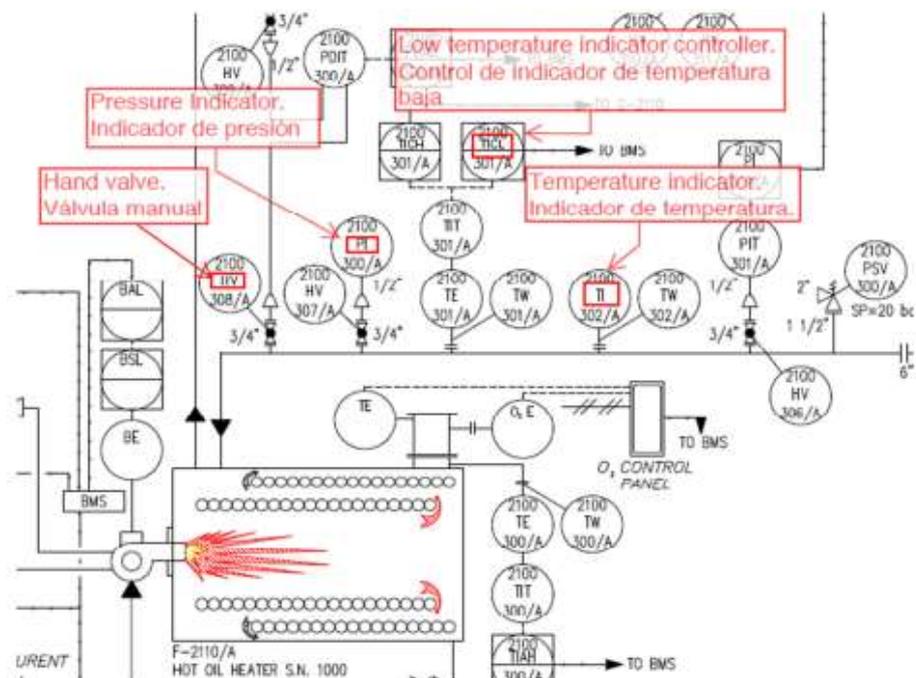
Por lo cual se usarán como guía varios proyectos, para lograr resolver una nueva idea en estudio, temas que se nombrará a continuación.

### **1.1.1 Diagrama de instrumentos y tuberías (P&ID)**

Según Pirobloc (2008), “autor de la presente investigación (Figura 1.2) presenta un diagrama que muestra el flujo del proceso de las tuberías, así como también instrumentos instalados y los equipos que los conforman”. (Pirobloc, 2008, pág. 5)

Lo que permite mediante símbolos identificar los instrumentos que intervienen en un proceso, como tuberías, número de líneas de tubería y sus dimensiones, controles, alarmas, equipos, niveles, presostatos, drenajes, purgas, bombas, etc. El instrumento de

símbolos standard utilizados en estos diagramas se basa generalmente en la Norma ISA S5.1. Sistemas de Instrumentación y Automatización de la sociedad, como se muestra en la Figura 1.2.



**Figura 1.2. Diagrama P&ID**

**Fuente:** (Guerrero, 2018)

La utilidad que tendrá para el proyecto será, brindar la información técnica necesaria, mediante la ingeniería de detalle que es importante para establecer cómo deben ir instalados cada elemento electrónico en cuanto a las normas requeridas, la ubicación, conexión y tendido de señales, que irán en los esquemáticos del plano con el que se va a automatizar cierta maquinaria industrial, atendiendo siempre a normas locales, universales y requerimientos del área.

Esta herramienta es prácticamente un estándar de símbolos que se usan en las empresas, donde se muestran los procesos industriales, ya que indican mediante diferentes tipos de líneas, círculos y demás elementos como están interconectados elementos del proceso y con lo cual sabrá las funciones de cada instrumento, esto favorecerá a la elaboración de un diagrama en donde se dibujará el esquema de

funcionamiento de la tolva, adicionando los nuevos elementos que se requieren en esta automatización.

### **1.1.2 Control en sistemas organizacionales y técnicos**

Gómez F. (2013), “realizó una investigación sobre un control en los sistemas técnicos, en donde explica que existen diferentes mecanismos para garantizar el cumplimiento de objetivos y comportamientos requeridos en una empresa, como son las estrategias que se plantean para alcanzar un fin en común, en donde el principal propósito es obtener información del comportamiento de un sistema”. (Gómez F, 2013, pag.10)

El control que se debe tener en un sistema es necesario para a partir de aquí mejorarlo, luego de que se haya comparado metas, comportamientos deseables y se tomen decisiones para ajustar las acciones de los sistemas estudiados, bien sea de manera autónoma o con la intervención de un técnico.

Un estudio del control nace desde los sistemas técnicos y la relación hombre-máquina para mejorar la productividad de las organizaciones o plantas, soportándose en los modelos matemáticos para reproducir los comportamientos de los sistemas y así diseñar controladores que garanticen el comportamiento ideal o deseable.

La investigación realizada por Gómez brinda una información sobre la ventaja de crear un sistema de control dentro de una empresa, la utilidad para el proyecto es cumplir con el objetivo planteado, luego de haber estudiado la necesidad de automatizar la línea de llenado y desecho de la tolva de trigo, en donde es importante controlar la correlación entre la maquinaria industrial y el operario, cuyo propósito principal será mejorar el proceso de la línea de producción previo al análisis del sistema socio económico de mejora para aumentar la productividad en la empresa .

## **1.2 Automatización**

“Se define la automatización, como el proceso de hacer que las máquinas sigan un orden predeterminado de operaciones con poca o ninguna mano de obra, usando equipo y dispositivos especializados que ejecutan y controlan los procesos de manufactura. La

automatización, en todo su potencial, se logra usando diversos dispositivos, sensores, actuadores, técnica y equipo capaces de observar y controlar todos los aspectos del proceso de manufactura, de tomar decisiones acerca de los cambios que se deben hacer en la operación y de controlar todos los aspectos de ésta”. (Guerrero, 2018, pág. 14)

En la industria es importante desarrollar ciertos procesos en las máquinas para realizar tareas sin necesidad que intervenga el ser humano, esto con el fin de optimizar recursos, ahorrar tiempo, dinero y en muchas ocasiones reducir mano de obra.

Originalmente la automatización tuvo sus inicios en la prehistoria cuando se logró desarrollar máquinas simples que ayudaban a reducir fuerza que hacían las personas cuando realizaban un proceso al empujar cierto tipo de maquinaria. Luego se desarrollaron mecanismos que repetían acciones, con ello se ganaba tiempo y favorecía a la precisión al momento de desarrollar una tarea.

“El suizo Henri Maillardet construyó en 1805 (Figura 1.3) una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos. Una serie de levas se utilizaban como el programa para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. Estos inventos mecánicos de forma humana deben considerarse como inversiones que reflejaron el genio de hombres que se anticiparon a su época”. (McLuhan, 2011, pág. 7)



**Figura 1.3. Robot construido en 1805**

**Fuente:** (McLuhan, 2011)

“En el contexto actual, la Automática se define como la Ciencia y Técnica de la automatización, que agrupa el conjunto de las disciplinas teóricas y tecnológicas que intervienen en la concepción, la construcción y el empleo de los sistemas automáticos. Está vinculada con las matemáticas, la estadística, la teoría de la información, la informática y técnicas de la ingeniería por otro lado la automatización industrial, es un conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas mecánicos,

eléctricos-electrónicos, unidos con los controladores lógicos programables (PLC's) o afines, para operar y controlar diferentes tipos de sistemas industriales de forma autónoma. Es un área en la que confluyen diferentes disciplinas para la solución de problemas industriales. Los problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y diseño de procesos, tanto en el ámbito de producción y planta como a nivel gerencial". (Díaz, 2012, pág. 15)

### **1.3 Sistema de automatización**

Los sistemas automatizados los componen un conjunto de equipos que contienen información de instrucciones que permiten y aseguran un desempeño de manera independiente del proceso que se necesita desempeñar, a través de operaciones de inspección, registro y control de las mismas, que van a permitir tener una lectura de los valores de las variables en un proceso, así como también identificar en qué estado y tiempo se encuentra desarrollando una orden.

Cuando se automatiza un sistema, en contexto lo que se hace es transferir las tareas de la parte productiva a un lenguaje máquina de tal modo que lo que se realiza habitualmente por operadores humanos se suplante uniendo un conjunto de elementos tecnológicos, con el único objetivo de mejorar la producción de la empresa.

“Es así como las operaciones imposibles de controlar intelectualmente y manualmente, se las haga en una trama automatizada, perfeccionando las condiciones de trabajo del personal e incrementando la seguridad del personal, ayudando a mantener la disponibilidad en los productos para que se pueda proveer las cantidades necesarias en el momento que se precise y finalmente es importante simplificar el mantenimiento de tal modo que el operario no requiera de grandes conocimientos para manipular el proceso productivo integrando así la gestión y la producción”. (Torres, 2008, pág. 20)

“Los sistemas de producción automatizada están diseñados para ejecutar el procesamiento, montaje, manejo de material y actividades de inspección con poca o nula participación humana, que trata de la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción”. (Torres, 2008, pág. 24)

### 1.3.1 Parte operativa

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina (Figura 1.4) básicamente está compuesta por los elementos que ayudan a que la máquina se mueva y pueda ejecutar la operación deseada. Los componentes que forman la parte operativa son los accionadores, preaccionadores, detectores y captadores como son por ejemplo motores, cilindros, compresores, fotodiodos, finales de carrera, etc.



Figura 1.4. Parte operativa de una automatización

Fuente: (Programatica S1, 2015)

#### 1.3.1.1 Detectores y captadores

Son aquellos elementos que reaccionan frente a una variación de cierta magnitud física, detectando y transmitiendo información para el control de una cadena de órdenes en el campo de la producción. Los sistemas automatizados obligan a los transductores a adquirir información del estado físico de sus componentes para convertir magnitudes mecánicas en eléctricas.

Los transductores según el tipo de señal se clasifican en:

- Transductores todo o nada. - Proporcionan señales binarias 0-1 que serán claras y muy bien diferenciadas, un ejemplo de ello son los finales de carrera.
- Transductores analógicos. - Abastecen de una señal continua que se ve reflejada en la variación de la llamada magnitud física, por ejemplo, los pulsadores.
- Transductores numéricos. - Son los encargados de transmitir valores numéricos en forma de combinaciones binarias.



**Figura 1.5. Elementos detectores y captadores**

**Fuente:** (Teemple, 2016)

### 1.3.1.2 Accionadores y preaccionadores

Son elementos que tienen como función ejecutar la acción, participando en la ejecución de una tarea física de movimiento, enviando energía eléctrica para que al actuar sobre el transductor transforme energía física o química.

“Los actuadores son partes electro-mecánicas que mediante una señal pueden activarse o desactivarse, siendo los encargados de efectuar el control de cualquier elemento del sistema, como por ejemplo acciones de abrir, cerrar, activar, variar la velocidad, en donde intervienen elementos como relés, contactores, etc.”. (ATEX, 2017, pág. 56)

## Pre-accionadores y accionadores

En el caso A (binarios), el sistema transmitirá la orden a un pre-acondicionador, que lanzará la acción física.

Los pre-accionadores son aparatos encargados de ejecutar las maniobras de apertura y cierre de circuitos de potencia.



✓ Relés.  
✓ Contactores.  
✓ Telerruptor.  
✓ Interruptor automático telemandado.  
✓ ...

The diagram shows two blue industrial contactors connected to a terminal block. A blue wire connects the two contactors. To the right, a list of components is provided with checkmarks.

**Figura 1.6. Elementos accionadores y pre accionadores**

**Fuente:** (ATEX, 2017)

### 1.3.2 Parte de mando y control

“Es un sistema que suele ser una programable, que está conectado vía red de comunicación en donde se usan módulos lógicos neumáticos, se lo conoce como tecnología cableada, en donde el autómeta es el centro del sistema y debe ser capaz de comunicarse con todos los componentes del sistema a ser automatizado”. (Sanchez, 2013, pág. 74)

“La información para el control y mando debe obtenerse de un diálogo entre hombre-máquina, usando un teclado de pocos botones o quizá mediante una pantalla gráfica en la que las señales sean traducidas a un lenguaje de símbolos y datos alfanuméricos, que permitan ser visualizados, regulados o modificados desde otro sistema que este al

mismo nivel en donde exista una comunicación por cables o vía red”. (Sanchez, 2013, pág. 80)

Lo importante de este sistema es mantener un control mediante un equipo electrónico que sea programable y que permita manejar un proceso de manera analógica o digital, dependiendo de la tecnología elegida, para que aporte a hacer más inteligente al sistema y sea el cerebro del proceso. De tal modo que ayude a evaluar, procesar y emitir información para el operador basándose en las condiciones prefijadas a través de los elementos de visualización entre el hombre y la máquina

#### **1.4 Funciones básicas de la máquina programable**

El autómata programable debe realizar multitud de funciones y muchas de ellas simultáneamente, las funciones más clásicas son:

- Detección: lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- Mando: elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los preaccionadores y accionadores.
- Dialogo humano-maquina: mantener un dialogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informarles del estado del proceso.
- Programación: para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la máquina.

#### **1.5 Modelo estructural en un sistema automatizado**

Modelo estructural de un sistema automatizado (Figura 1.7) una forma clásica de abordar el estudio de los sistemas automatizados es la división en parte de mando y parte operativa, la misma que al ser sometida mediante el mantenimiento continuo de un intercambio de información entre la primera y la parte de control o mando., logra un intercambio de datos a través de elementos electrónicos



**Figura 1.7. Estructura de una automatización**

**Fuente:** (Mauricio, 2008)

“Dicho intercambio se establece a través de los captadores binarios, transductores analógicos y digitales y los dispositivos de pre-accionamiento. La parte de control o mando es el dispositivo encargado de realizar el control de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la parte operativa bajo un determinado funcionamiento preestablecido de antemano en las especificaciones de diseño”. (Díaz, 2012, pág. 98)

### 1.5.1 Sistema SCADA

“Se da el nombre de SCADA (supervisor and control and data acquisition o control con supervisión y adquisición de datos) a cualquier *software* que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo” (McLuhan, 2011, pág. 22)

#### 1.5.1.1 Objetivos de los sistemas SCADA

Los sistemas SCADA se conciben principalmente como una herramienta de supervisión y mando.

Entre sus objetivos se destaca lo siguiente:

- **Economía:** es más fácil observar lo que ocurre en la instalación desde la oficina en lugar de enviar a un operario a realizar la tarea.
- **Mantenimiento:** la adquisición de datos materializa la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos y presentarlos de manera inteligente para un usuario no especializado.
- **Ergonomía:** procura hacer que la relación entre el usuario y el proceso sea lo menos tirante posible.
- **Gestión:** todos los datos recopilados pueden ser valorados de múltiples maneras mediante herramientas estadísticas, gráficas, valores tabulados, que permitan explotar el sistema con el mejor rendimiento posible.
- **Flexibilidad:** cualquier modificación de alguna de las características del sistema de visualización no significa un gasto en tiempo y medios, pues no hay modificaciones físicas que requieran la instalación de un cableado.

### **1.5.2. Prestaciones del sistema SCADA**

- “La monitorización: representación de datos en tiempo real a los operadores de planta”. (Bulher A. , 2006, pág. 110)

- “La supervisión: es un proceso y herramientas de gestión para la toma de decisiones. tiene además la capacidad de ejecutar programas que puedan supervisar y modificar el control establecido y bajo ciertas condiciones, anular o modificar tareas asociadas a los autómatas”. (Bulher A. , 2006, pág. 115)

- “La adquisición de datos: por sistema de adquisición de datos se entiende el conjunto de dispositivos, líneas e interfaces que realizan la conexión entre

los sensores de medición y un ordenador central que realiza el procesado y almacenamiento de la información”. (Bulher A. , 2006, pág. 116)

### **1.5.3 Funciones principales SCADA**

Supervisión remota de instalaciones y equipo: permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.

Control remoto de instalaciones y equipos: mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente de manera automática y también manual. Además, es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control. (Bulher A. , 2006, pág. 88)

“Procesamiento de datos: el conjunto de datos adquiridos conforma la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz”. (Bulher A. , 2006, pág. 120)

“Visualización gráfica dinámica: el sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo”. (Bulher A. , 2006, pág. 115)

Generación de reportes: el sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.

Representación de señales de alarma: a través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

“Almacenamiento de información histórica: se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de

almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa”. (Bulher A. , 2006, pág. 116)

“Programación de eventos: está referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.”. (Bulher A. , 2006, pág. 125)

### **1.5.3.1 Elementos del sistema SCADA**

“Interfaz Operador-Máquina: es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta, permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados”. (Moreno, 1999, pág. 22)

“Unidad Central (MTU): conocido como unidad maestra, ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel”. (Moreno, 1999, pág. 15)

También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

“Unidad Remota (RTU): lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central, es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta”. (Moreno, 1999, pág. 25)

“Sistema de Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso, lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación”. (Teemple, 2016, pág. 41)

“Transductores: son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa) su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos”. (Teemple, 2016, pág. 55)

## **1.6 Control de flujo de sólidos**

Una mínima mejoría en el proceso de manipulación de los sólidos granulares aportaría grandes beneficios, en virtud de que tiene que existir un equilibrio económico entre los gastos de inversión y de operación del sistema.

“La descarga y control de flujo de los sólidos que provienen de diversos procesos debe ser una operación simple y eficiente; es deseable que el dispositivo utilizado para ello no tenga partes móviles en contacto con los sólidos y que sea mecánicamente simple”. (Lucid, 2016, pág. 12)

De igual manera la medición de caudal en la industria es de suma importancia, en la gran parte de los procesos existe la necesidad de controlar el caudal, pero para mantener este control lo primero que se debe hacer es medirlo. Existen diferentes técnicas e instrumentos para medir el caudal, la técnica a utilizar dependerá de la necesidad y condiciones en las cuales se esté.

### **1.6.1 Objetivos del control de flujo**

- **Calidad:** garantizar que el flujo sea el adecuado para obtener un control estable en el proceso de calidad y productividad.
- **Seguridad:** tomar las debidas precauciones para realizar cualquier tipo de tareas peligrosas como; trabajo en alturas, manejo de sustancias peligrosas, precaución con la temperatura etc.

### **1.6.2 Medición de flujo y caudal**

La medición de flujo es uno de los aspectos más importantes en el control de procesos.

Los sensores de medición de flujo detectan e indican dependiendo su utilidad, flujo o porcentajes de algún material o liquido si fuere el caso, estas materias son transportados de un lugar a otro a través de bandas transportadoras, canales, ductos, tuberías, para

poder detectar caudal o nivel se instala en lugares estratégicos con el objetivo que su medición no tenga variaciones

#### **1.6.2.1 Objetivo de la medición de caudal**

- Contabilidad: se utilizan para la verificación cuando se realiza la transferencia del material que sea trasladado de un lugar a otro para poder tener alguna evidencia y respaldo del producto.
- Control de procesos: la medición de nivel o caudal es muy importante para el control de proceso en los diferentes campos de la industria productiva, es indispensable la optimización de procesos en las industrias para mejorar los indicadores de producción en las áreas productivas, aplicando un control con alta responsabilidad del personal encargado.

## CAPÍTULO 2

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Tipo y diseño de la investigación

“La siguiente investigación, es explorativa tomando como parámetros los lineamientos de fuentes bibliográficas e internet, se recopiló información de varios artículos, textos relacionados con el tema de automatización y control, con la información recopilada se obtiene varios puntos de vista para el desarrollo del proyecto de automatización y control del llenado de la tolva de afrecho húmedo, tomando en cuenta los relacionados a los de interface hombre máquina, comunicación de campo, periféricas descentralizadas utilizados actualmente en la industria de automatización y control.

La investigación por otra parte es de tipo aplicativo ya que el proyecto de automatización y control de la tolva de afrecho si se lo puede realizar, adjuntado todas las investigaciones realizadas anteriormente para ejecutar el proyecto, mediante la aplicación directa con el equipo de mantenimiento de cervecería nacional, mitigando los impactos ambientales por derrame de afrecho, brindando mayor seguridad al operador encargado del área, mejorando el rendimiento de productividad en la empresa mediante el uso adecuado de las herramientas tecnológicas.

Con la investigación aplicada se busca generar mediante la aplicación del desarrollo para realizar el proyecto planteado, para reducir los problemas causados por el derrame del producto que se comercializa a la venta, mediante la aplicación del proyecto.

## 2.2 Técnicas de recolección de datos

Este método se basa en la observación, análisis y clasificación de los hechos, se utilizó la etapa de recolección de datos de información determinado la necesidad de la automatización de tolva de recepción de afrecho húmedo, es decir el estado operativo, físico de sus componentes periféricos, análisis de funcionamiento, la estructura de programación del PLC ET 200 y el cableado del cable de comunicación *ethernet*.

- **Entrevista:** que estará dirigida al gerente del área de producción de Cervecería Nacional, con el fin de conocer el proceso usado actualmente para el control de llenado y vaciado de la tolva de cereal, a la vez conocer cuál es el fin de la implementación de un sistema automatizado.
- **Observación directa:** dirigida a los operadores de la tolva, observar los peligros que pueden tener al momento de la producción de la materia prima.
- **Registros:** documentos que servirán como base para sondear los tiempos en los que se realiza cada actividad, estos serán necesarios para el proyecto que se quiere implementar en la empresa.

Ver el anexo N.01 (Formato de metas de producción)

## 2.3 Descripción del trabajo en el área de producción

La empresa Cervecería Nacional S.A durante varios años ha sido pionera en la producción de bebidas de consumo moderado, lo que le ha permitido crecer dentro del área comercial a nivel del Ecuador, motivo por lo que mediante ideas innovadoras ha considerado automatizar una de las máquinas que ayudan a la producción de la principal materia prima con la que se elabora dicho producto.

Al automatizar la tolva de recepción de afrecho húmedo con elementos electrónicos que permitan tanto el control visual, como de tiempos de llenado y vaciado del afrecho, se estará aportando al crecimiento productivo de la empresa, a la seguridad del

empleado y a la preservación del medio ambiente, para lo cual es importante sistematizar el proceso de producción mediante la creación tanto de un *hardware*, como de un *software* que aportará con el proceso de producción.

El proceso tendrá dos etapas una teórica y una técnica, a continuación, será descrita en las tablas. 2.1 y 2.2.

**Tabla 2. 1. Descripción etapas teóricas del proyecto**

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	ACTIVIDADES REALIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS
- ETAPA 1 Identificar y delimitar el problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lugar donde se va a realizar la investigación: Empresa Cervecería Nacional S.A</li> <li>- Período para realizar el proyecto: octubre 2018-marzo 2019</li> <li>- Limitación del tema: Automatización de una tolva de afrecho</li> </ul> <p>Ver el anexo N.05</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se propondrá mejorar el control de llenado y vaciado de la tolva de afrecho en la empresa. De manera que beneficie a la seguridad, ambiente y mejorar en tiempos de producción de la misma</li> </ul>
- ETAPA 2 Delimitar el sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escoger el <i>software</i> que se usará para programar el prototipo</li> <li>- Seleccionar el hardware que se enlazará con el <i>software</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear una interfaz gráfica, para visualizar el llenado y vaciado de la tolva</li> <li>- Saber cómo se concatenarán el InTouch panel con la interfaz gráfica.</li> </ul> <p>Ver el anexo N.03</p>
- ETAPA 3 Definir la Tecnología adecuada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar información técnica sobre los elementos que se usarán en la automatización, así como también data sheet del InTouch <i>panel</i> y si se acoplará al sistema que se desea implementar.</li> </ul> <p>Ver el Anexo N.02 (Data sheet)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la recopilación de datos se revisarán manuales, revistas, catálogos y pdf, de donde se extraerá información relevante para la construcción de la Interfaz que llevará el sistema.</li> </ul> <p>Ver el Anexo N.11</p>

Tabla 2. 2. Descripción de las etapas técnicas del proyecto

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	ACTIVIDADES REALIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS
- ETAPA 4 Evidenciar el sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear un manual técnico para la detección de posibles fallos.</li> <li>- Crear un manual de usuario que facilite el uso de la máquina que se va a automatizar.</li> </ul> <p>Ver el anexo N.06</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catálogo técnico y de usuario del sistema</li> </ul> <p>Ver el anexo N.07</p>
- ETAPA 5 Diseño y verificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación del prototipo en la tolva.</li> <li>- Programación del InTouch panel</li> <li>- Creación de la interfaz gráfica</li> <li>- Verificar el funcionamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Después de diseñar, instalar y enlazar los elementos que formarán parte del sistema se procederá a verificar el funcionamiento correcto mediante el uso de parámetros técnicos</li> </ul>
- ETAPA 6 Certificar el sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probar la maquina en la que se implementó el sistema mediante pruebas técnicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El <i>software</i> se alojará en una computadora de escritorio para el monitoreo del llenado y vaciado de la tolva que usará para el enlace una red local</li> </ul>

## **2.4 Metodología de trabajo**

Se realizará una investigación y determinación de los componentes a utilizar que serán empleados en el proyecto de automatización y control, para mejorar los procesos de la empresa cervecera nacional, es así que el proyecto se lo ha estructurado en 3 fases, las cuales se detallan a continuación.

### **Fase I**

Seguridad: el problema encontrado en Cervecería Nacional radica en tres datos importantes como se había dicho anteriormente: es salvaguardar al personal operativo de cualquier eventualidad que pueda suceder en la tolva de afrecho.

Los operadores están expuestos a sufrir un accidente laboral ya que para revisar el llenado de la tolva deben subir varios metros por una escalera hasta el orificio de entrada de afrecho, de esta manera cuando se verifica que se ha llenado se proceda a vaciar. Así mismo al realizar este proceso de control el operador pierde tiempo y no cumple las metas de producción trazadas por el jefe de producción, varias de estas actividades producen distracción en cuanto a no fijarse el estado de la tolva por lo que en varias ocasiones se han producido derrames de afrecho que luego deben ser limpiados por el mismo operador.

### **Fase II**

Tiempos de producción: con la implementación del proyecto de automatización y control de la tolva de afrecho húmedo está previsto mejorar los tiempos de producción y ganar eficiencia en los tiempos de arranque de cada parada de producción generando mayor productividad y menor costo de producción a la empresa.

Para proceder a la comprobación del proyecto mencionado se verificará varios parámetros como son voltajes de entrada y salida, señal del sensor tipo radar con

comunicación *ethernet* así mismo al estar enlazado el *software* con el *hardware* mediante una red LAN.

### **Fase III**

Disminución de impactos y aspectos ambientales: es importante que en esta fase se aprueben tanto el manual de usuario, como el técnico ya que de ahí parte certificar las actividades a realizar con seguridad y eficiencia. De tal modo que en esta etapa a través de un proceso se verifican de manera visual, operativa y comparativa la producción de metas en Cervecería Nacional

La topología de la red, la visualización del proceso en el InTouch panel y la mejora de los tiempos de producción autenticarán que el proyecto funciona de manera rápida y eficaz, mostrando resultados con valores que se obtendrán al medir cada actividad que realice el operador.

Cuando el proceso se muestre ser efectivo al 100%, se procederá a plasmar los resultados medidos y de producción en una tabla de Excel en donde se comparará los valores anteriores con los presentes, lo que acreditará el proyecto. Las fotografías, así como los manuales serán pieza importante del sistema, lo que servirá de soporte tanto al usuario como al técnico.

Ver el anexo N.08

## CAPÍTULO 3

### PROPUESTA

#### 3.1 Automatización y control del llenado de la tolva

El capítulo actual como se muestra en la (Figura 3.1) con base a las características técnicas requeridas y en base a las propuestas teóricas presenta el siguiente proyecto, parte fundamental para partir con el desarrollo del sistema que controlará el llenado y vaciado de la tolva de afrecho dentro del área de producción, basándose en tecnologías de conectividad y control que están inmersas en el área de la Electrónica y las Telecomunicaciones, en donde interactúan tanto el dispositivo inteligente de control lógico programable con el InTouch panel para automatizar la maquinaria y acelerar el método de procesado de recepción de afrecho en la empresa Cervecería Nacional, el cual se basa en incorporar un dispositivo que controle el proceso mediante el uso de un conjunto de variables programadas en un prototipo que siga órdenes y muestre gráficamente el proceso que va haciendo la tolva.

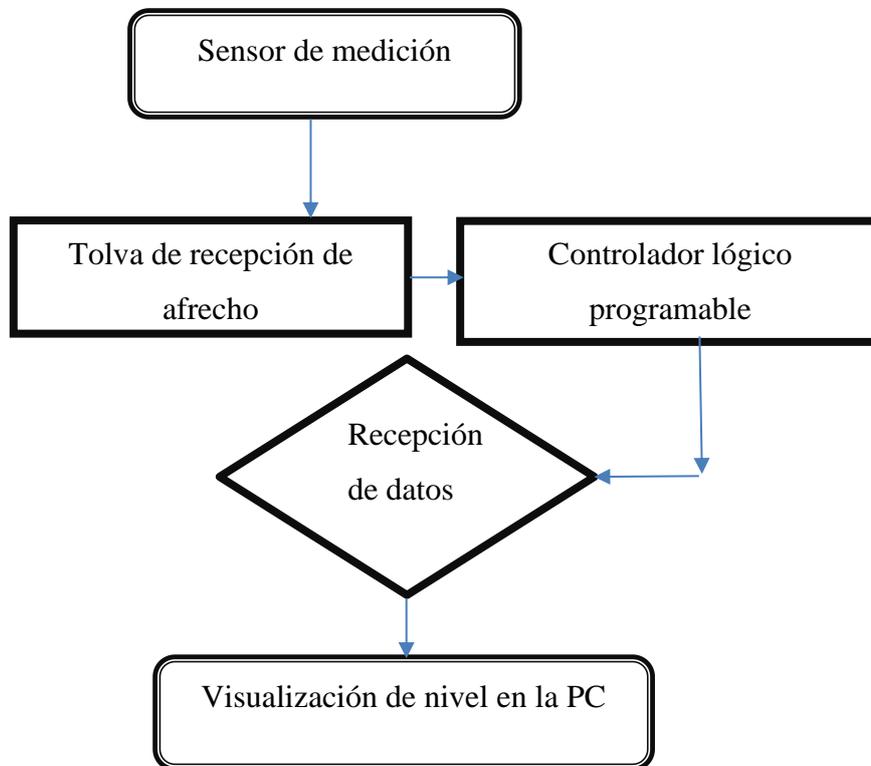


Figura 3. 1. Diagrama de bloques del proyecto de automatización

Con la aplicación de instrumentos como se muestra en la (Figura 3.2) investigativos de manera correcta se podrá obtener resultados favorables al momento de la aplicación de los conceptos adecuados, ya que se fusionará la teoría con la práctica, esto mediante las llamadas pruebas técnicas y de usuario, las mismas que servirán para demostrar la capacidad del sistema al actuar en el proceso de producción de materia prima, dicho proceso seguirá lineamientos que serán planteado mediante objetivos lo que dará cumplimiento a una meta específica y que con el tiempo se ampliará hasta cumplir con la visión de desarrollo del proyecto, consiguiendo un sistema adecuado para el fin propuesto.



**Figura 3. 2. Diagrama del sistema de comunicación y visualización**

### 3.2 Justificación de la propuesta

El sistema de automatización y control de llenado de la tolva de recepción del afrecho, mediante un InTouch panel tiene como finalidad monitorear el proceso de producción y control de cargado y vaciado de la materia prima dentro de la tolva, maquinaria que es la encargada de procesar el afrecho que será usado para la elaboración de una bebida de consumo moderado, de tal manera que con este control sistematizado lo que se logrará a parte del paso ya mencionado es cuidar la seguridad del operario debido a que no tendrá ya la necesidad de subir a revisar el nivel de llenado del afrecho.

En pocas palabras una vez automatizada la tolva se pretende minimizar los tiempos de producción y mejorar cada turno de elaboración de mosto. Al perfeccionar el proceso mejora la seguridad del empleado, los reportes de producción serán acorde a las métricas establecidas y al estar conectados en un monitor cada turno irá almacenando su

informe diario en la nube, esto servirá para llevar un control justo de tiempos y producción de la materia prima.

Rigurosamente se quiere lograr cambios de manera positiva dentro de Cervecería Nacional, mejorando los tiempos de llenado y vaciado del afrecho de manera que sea visual desde una pantalla que estará enlazada a la tolva, evitar que el operario suba 3 a 4 metros para visualizar el nivel de afrecho, cumpliendo de tal manera con estándares de seguridad y calidad que en cierto modo se están incumpliendo durante la elaboración del producto, se espera mostrar cambios durante la aplicación del sistema.

Por lo tanto, como se muestra en la (Figura 3.3.) la aplicación del sistema mostrara el proceso de despacho de afrecho, mejor manejo de tiempos y con ello se aportará a mejorar el despacho que sale de esta área hacia los camiones encargados de repartir el producto a cada cliente.

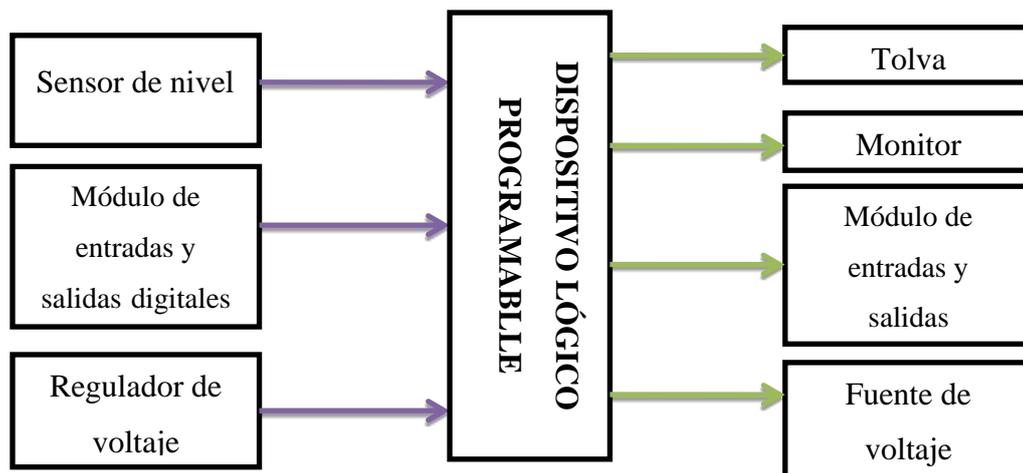
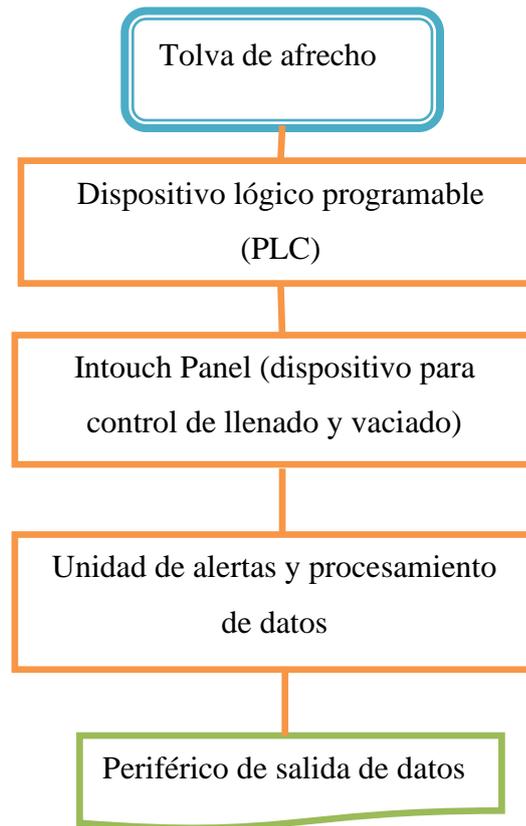


Figura 3. 3. Diagrama de bloques del sistema de comunicación y visualización del nivel

### 3.3 Diseño de la automatización y control de la tolva

El proyecto de manera general está formado por la integración de dos sistemas: como se muestra en la (figura 3.4.)

- Sistema de control de los niveles de llenado y vaciado de la tolva (InTouch panel)
- Sistema de monitoreo de la tolva



**Figura 3. 4. Diagrama de bloques de los sistemas que forman la tolva**

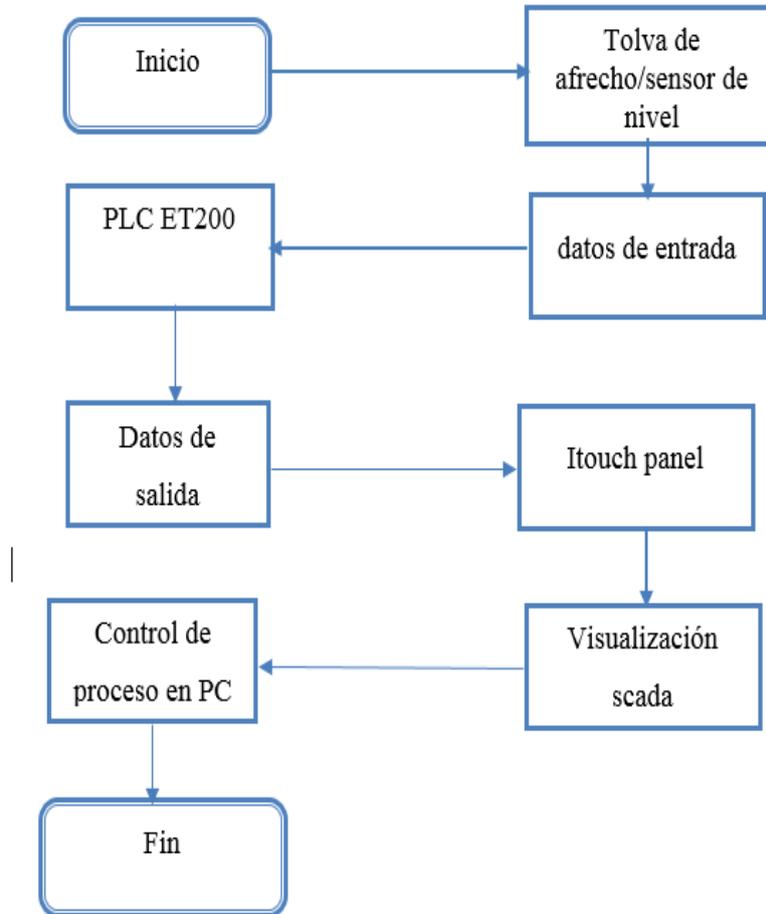
### **3.3.1 Sistema de control de los niveles de llenado y vaciado de la tolva (InTouch panel)**

El sistema de control está formado por un dispositivo de control lógico programable como se muestra en la (Figura 3.5.) el que contiene los siguientes componentes: módulo InTouch panel, microcontrolador, regulador de voltaje y fuente de alimentación.

El PLC irá conectado mediante un cable de datos al módulo InTouch panel el mismo que se lo programará para que envíe órdenes para controlar los tiempos y niveles de llenado y vaciados del afrecho, este será un periférico de entrada y salida de datos al enlazarse a la red se conectará al monitor que estará receptando los datos que se almacenarán en la nube mediante el uso de una red *Ethernet*, con el fin de controlar y monitorear variables necesarias para la empresa.

Para el desarrollo de la programación del dispositivo de monitoreo se efectuaron pruebas escalonadas del funcionamiento de cada elemento que se enlaza a dicho

dispositivo, de esta manera se van a ir integrando funciones necesarias para su correcta operación.



**Figura 3. 5. Diagrama de bloques de los equipos utilizado**

### 3.3.1.1 Componentes usados

El diseño del sistema de control de llenado de la tolva como se muestra en la (Tabla 3.1.) está compuesto por elementos electrónicos que se comercializan en el mercado local, estos son:

**Tabla 3. 1. Elementos electrónicos**

ELEMENTOS	CANTIDAD
SM321 Modulo de señal de 16 DI a 24 V DC	1
SM322 Modulo de señal de 16DO 24 a VCD	1
SM331 Modulo de señal de 8 entradas analógicas	1
IM 153-1 periferia descentralizada ET200M	1
CP343-1 Lean. Módulo de comunicación industrial Ethernet	1
Sensor ENDRESS +HAUSER	1
CABLE UTP CATEGORIA 5-8 HILOS	100m
Conectores Profibus	1
Cable Profibus 4.90C/M	100m
Tablero de inox	1
Fuente SITOP Modular entrada 120/230-500 VAC salida 24 VDC 5 <sup>a</sup>	1

### 3.3.1.2 Programación del dispositivo lógico programable

Para que las órdenes requeridas sean ejecutadas como se muestra en la (Figura 3.6. y 3.7.) por el InTouch panel que estará interconectado al PLC se debe colocar de manera secuencial cada paso que el mismo debería seguir, aquí se establecerán los parámetros bajo los cuales el dispositivo va

actuar al momento de ser acoplado a la tolva, para lo cual se debe programar en el lenguaje que lo requiera en este caso será en el *software*.

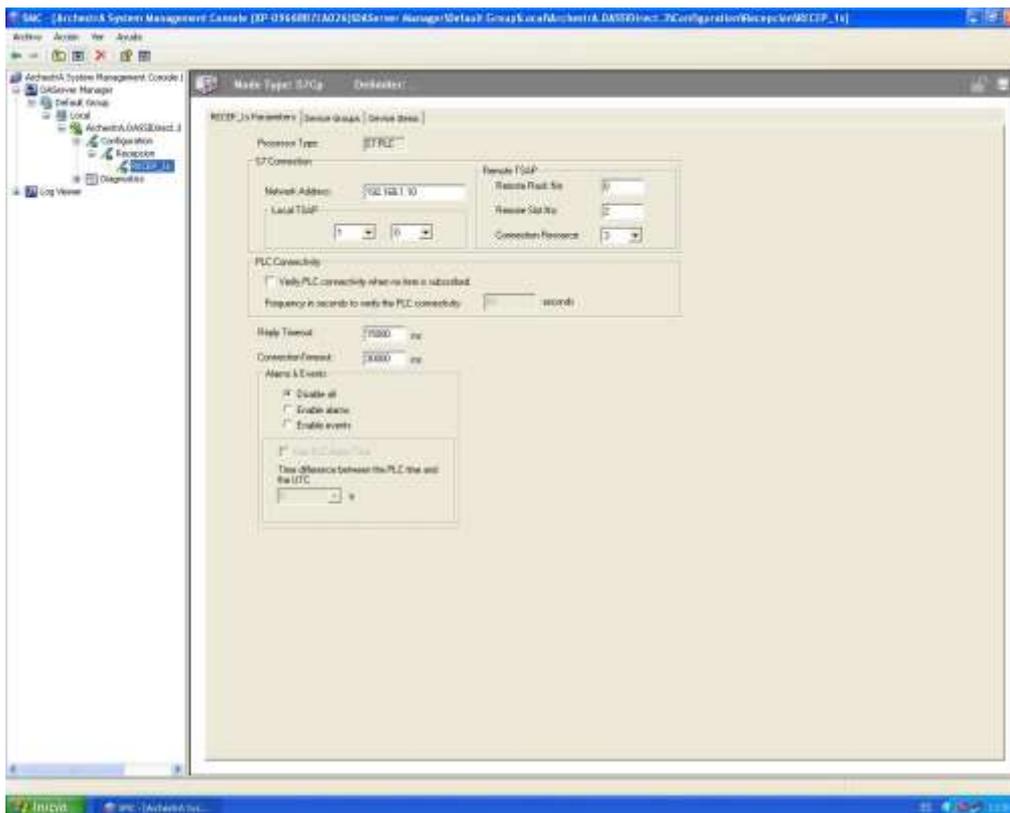


Figura 3. 6. Visualización del programa en la PC

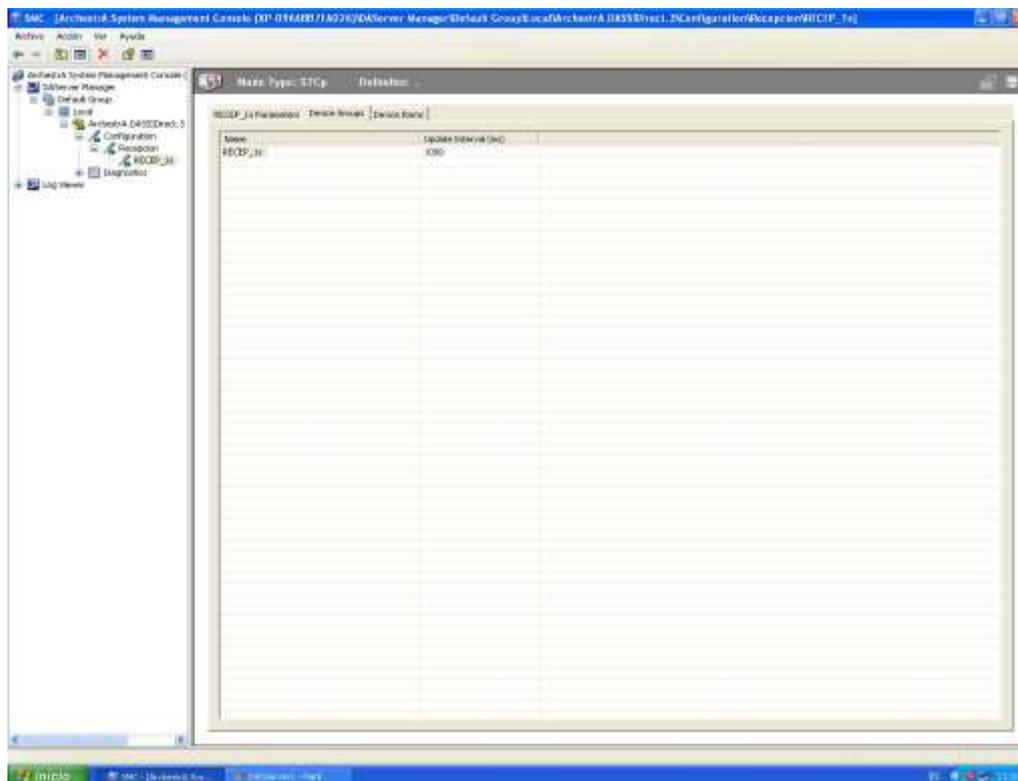


Figura 3. 7. Visualización del programa en la PC

El programa principal se adjunta en el Anexo 04

### 3.4 Sistema de monitoreo de la tolva

Para el monitoreo del sistema de control como se muestra en la (Figura 3.8) es necesario hacerlo desde un monitor donde se vayan almacenando los datos de cada producción, para llevar un control de la mejora del proceso, tomando en cuenta los componentes que actuarán junto a él como son:

- *Software* de monitoreo
- Periféricos de entrada y salida de información
- Estación fija de revisión y control del proceso

Para el desarrollo del *software* que estará añadido en un monitor, es necesario realizar pruebas intercaladas de funcionalidad interactuando con cada unidad que conforma el sistema de monitoreo y que se muestra a continuación en el siguiente gráfico.

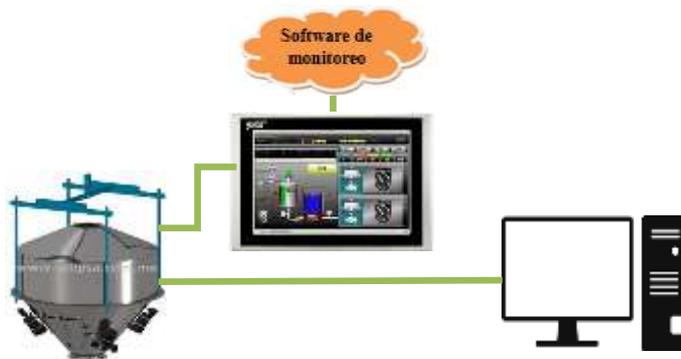


Figura 3. 8. Diagrama del sistema de monitoreo

#### 3.4.1 Elementos usados

El *software* de monitoreo está compuesto tanto por módulos internos (Tabla 3.2.) como externos interconectados a través de cables y proyectados en un monitor de manera que el operador vaya almacenando los datos de cada una de las producciones,

dichos elementos son de uso comercial por lo que se los puede adquirir en cualquier tienda de tecnología electrónica, a continuación, se los detalla:

**Tabla 3. 2. Componentes de la aplicación web**

ELEMENTO	CANTIDAD
Red <i>Ethernet</i>	1
Profibus	1
Cables UTP	1
Computadora	1
Cables <i>Profibus</i>	1

### 3.4.2 Conectividad del InTouch panel al PC

Para crear una interfaz gráfica que se visualice a través del internet, se debe programar la aplicación con la ayuda de varios lenguajes concatenados en uno solo, el mismo que se debe cargar en el InTouch panel para que se visualice la plataforma en la PC, de este modo a través de botones escoger las operaciones que se vaya a realizar, los colores e iconos que llevará la misma y lo más importante es saber para qué fin se diseña la plataforma.

### 3.5 Sistemas interconectados (Control y Monitoreo)

Para el funcionamiento del sistema de control de llenado y vaciado de la tolva es necesario que dos subsistemas estén enlazados los cuales son: el de medición y el de control, de tal modo que cumplan con los objetivos planteados en el proyecto, ya que van de la mano si un sistema no funciona el otro no mostrara los resultados y viceversa. El objetivo principal es que el proceso manual que se hace en la tolva de afrecho ahora sea automático de manera que el operario ya no tenga que supervisar desde la parte superior de la tolva sino desde un panel que estará mostrando el desarrollo de la producción.

Para enlazar los sistemas se lo hará de la siguiente manera:

- Instalación del dispositivo de medición (sensor) en la tolva
- Conexión del InTouch panel con el PLC
- Enlace del InTouch panel con la red *ethernet*
- Conexión del InTouch panel con la PC para la recepción de datos
- Control del sistema mediante un periférico de entrada *ethernet* (computador)
- Monitoreo de los sistemas mediante el uso señales visualizadas en el sistema.

### 3.6 Factibilidad del proyecto

El estudio de la viabilidad como se muestra en la (Tabla 3.3.) de una investigación es importante para llevar a cabo los objetivos planteados, de tal modo que es un indicador de cuan factible será realizar un proyecto, por tanto existen factores que ayudan a la toma de decisiones bajo directrices establecidas, en el caso del sistema de automatización y control de una tolva de afrecho, se tomará en cuenta un análisis técnico el análisis económico para mostrar que el proyecto requerido es viable y será una inversión de un valor más bajo al que estaría dentro de un mercado de este tipo.

**Tabla 3. 3. Valor de los componentes de la placa electrónica.**

ELEMENTOS	CANTIDAD	precio
SM321 Modulo de señal de 16 DI a 24 V DC	1	\$ 411.00
SM322 Modulo de señal de 16DO 24 a VCD	1	\$ 561.00
SM331 Modulo de señal de 8 entradas analógicas	1	\$ 1520.00
IM 153-1 periferia descentralizada ET200M	1	\$ 625.00
CP343-1 Lean. Módulo de comunicación industrial Ethernet	1	\$ 1690.00
Sensor ENDRESS +HAUSER	1	\$ 3480.00
CABLE UTP CATEGORIA 5-8 HILOS	100m	En stock
Conectores Profibus	1	\$ 123.00
Cable Profibus 4.90C/M	100m	\$ 490.00
Tablero de inox	1	En stock

Fuente SITOP Modular entrada 120/230-500 VAC salida 24 VDC 5 <sup>a</sup>		\$ 335.00
	1	
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 9235.96</b>

### 3.6.1 Factibilidad económica

Al cotizar con empresas que brindan servicio de automatización mediante una proforma otorgadas por la empresa EURO Instruments. Lo que se concluye que el presupuesto con el que debe contar una empresa que desea automatizar un área oscila entre \$12.000 a \$15.000, para una sola tolva.

Con la automatización de la tolva, varios son los beneficios que se va a adquirir tales como:

- Plataforma de históricos con código abierto, la misma que permitirá modificar opciones de tiempos en caso de requerirlas.
- Se conseguirá aumentar botones que permitan la conexión simultánea de más de una tolva, o anexar más equipos para su monitoreo.
- Ampliación de equipos nuevos con un bus de campo que tengan la misma periferia.
- Fácil adquisición de repuestos si fuera el caso de cambiar cuando sea necesario, esto evitara paradas no programadas.
- Mejor ergonomía para el operador que se encuentre encargado del área de despacho.
- Sencillo control del proceso, con las inducciones al personal operativo.

En resumen, el proyecto propuesto mejorará la ergonomía del operario, aumentará los tiempos de producción y disminución de impacto y aspectos ambientales.

### 3.6.2 Factibilidad técnica

Debido a que es un sistema nuevo, que la empresa requiere para mejorar los tiempos de producción, es necesario mencionar que será una herramienta importante enlazada mediante protocolo Ethernet, que mostrará información gráfica para el monitoreo de la tolva.

Los resultados que se desea conseguir con la automatización serán verificados en la producción de mosto como se muestra en la (Tabla 3.4) que se usa para la elaboración de la bebida de consumo moderado, (cerveza) datos reales que se podrán mirar diariamente mediante apuntes llevados en los históricos del sistema, midiendo parámetros de tiempo y producción, así también el proyecto es favorable en varios aspectos los cuales que son:

- Aplicación de nuevos equipos al mismo sistema con diferente configuración, es decir se podrá realizar varias ampliaciones de equipos a controlar por el tipo de periferia que se implementó.
- Los equipos instalados en el proyecto son de fácil adquisición en el mercado, siendo de tal manera que si fuese el caso de cambiar algún equipo por deterioro se lo reemplaza fácilmente.
- Mejor ergonomía al momento de realizar las tareas de control en el área, reduciendo de tal manera tiempos muertos en el control.
- Los análisis de resultados se los detalla en la Tabla 3.4. y Figura 3.9. que representa la estadística de estos.

**Tabla 3. 4. Análisis de resultados**

TIME PERIOD	TARGET	ACTUAL
LUN	3	4
MAR	3	4
MIER	3	4
JUE	3	4
VIE	3	4
SAB	3	4
DOM	3	4
YTD TARGET	3,00	
YTD ACTUAL		4,00
GAP		
1		

Como se muestra en la (figura 3.9) los análisis de resultados son favorables en el arranque de producción, ganando tiempo y eficiencia productiva.



**Figura 3.9. Análisis de resultados**

## CAPÍTULO 4

### IMPLEMENTACIÓN

#### 4.1 Desarrollo

En el entorno de Cervecería Nacional surgió la necesidad de mejorar los procesos de producción en el área de Elaboración como se muestra en la (Tabla 4.1.) en el llenado y vaciado de afrecho húmedo en la tolva en el área de Subproductos, se inicia la implementación de los equipos a utilizar en la automatización de la tolva de afrecho, para la instalación del sensor tipo radar de marca Endress Hauser que permite enviar señal en tiempo real a los monitores de control, para la construcción de la parte mecánica para este diseño se empleó dos bridas de acero con rosca para la sujeción del sensor y un tubo de 4” el tubo de 25cm de altura que fue soldado en la parte superior de la tolva de afrecho y las bridas son sujetadas con pernos para poder realizar mantenimiento autónomo en el sitio, de igual forma se realizó soportes para para el ajuste de la tubería de ¾ de acero inoxidable por donde pasa el cable de comunicación profibus que llega hacia el tablero de control donde se encuentra instalado el PLC ET200. Todos los cables que se utilizan son con recubrimiento, aislante para evitar posibles daños en la comunicación.

La etapa final para concluir un proyecto es con la ejecución del objetivo para lo que fue planeado, el cual empieza a establecerse mediante un objetivo general del cual se van derivando los específicos que servirán para complementar el propósito. A partir de una serie de procesos el sistema se va perfeccionando y al final al ponerlo en marcha se concluirá el proyecto planteado, se recomienda utilizar todos los implementos de seguridad para realizar el mantenimiento autónomo una vez ya se encuentre funcionando el proyecto.

En su última fase del proyecto se procedió a ubicar el sensor en el sitio donde enviará la señal al módulo de comunicación SM331 de entradas analógicas, donde sujeto a pruebas de funcionamiento en la parte comunicación, recepción de datos, visualización

de la señal en tiempo real del nivel de la tolva de recepción de afrecho, en las pruebas de funcionamiento realizar los ajustes técnicos en el sensor. Ver el anexo N.09

Tabla 4. 1. Desarrollo del proyecto

<b>Parámetro</b>	<b>Estado</b>
Proyecto de automatización y control de la tolva de afrecho húmedo en cervecería nacional	Implementación
Elección del tema	Automatización y control tolva de afrecho
Formulación del problema	Impactos ambientales, seguridad al personal operativo.
Objetivo	Mejorar tiempos de producción
Diseño de partes mecánicas	Elaboración de bases metálicas para subestación del sensor de nivel
Propuesta de trabajo	Instalación del sensor de nivel en la tolva de recepción de afrecho húmedo
Instalación de elementos eléctricos y mecánicos	Verificación en sitio de los elementos instalados
Pruebas de funcionamiento	Validado

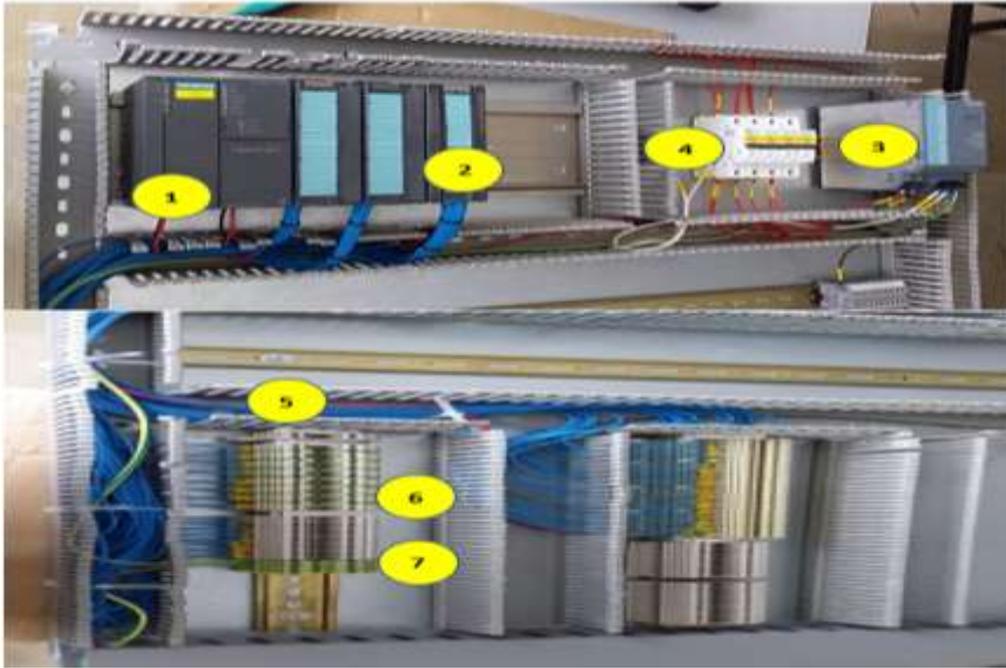
<b>Estado del proyecto</b>	<b>Implementado</b>
----------------------------	---------------------

Para el desarrollo de la automatización como se muestra en la (Figura 4.1.) de la tolva de afrecho en Cervecería Nacional, se realiza mediante las siguientes fases, las mismas que se detallan a continuación:

#### 4.1.1 Arquitectura del hardware



Figura 4. 1. Instalación del sensor de medición tipo radar



**Figura 4. 2. Instalación de los componentes en el tablero**

Los componentes a utilizar como se muestra en la (Figura 4.2.) en la instalación de la automatización de la tolva de recepción de afrecho son los siguientes:

- 1.- ET200M (PLC de marca siemens)
- 2.-Modulo de señal de entradas analógicas SM331
- 3.-Fuente SITOP modular de entrada 120/230-500 VCA salida 24 VDC
- 4.-Breaker de corte de energía
- 5.-Canaleta por donde va los cables
- 6.-Borneras de entrada y salida
- 7.-Borneras de tierra

Antes de colocar el sensor en la tolva la simulación fue realizada en sitio en donde el sensor enviaba una señal al InTouch panel a medida que el nivel iba subiendo, y este se visualizaba el *software* que en este caso era un computador, los voltajes que se usaron para dicha experimentación fueron usando fuentes de laboratorio y los elementos actuadores son los mismos que se usará al momento del ensamblaje en la tolva.

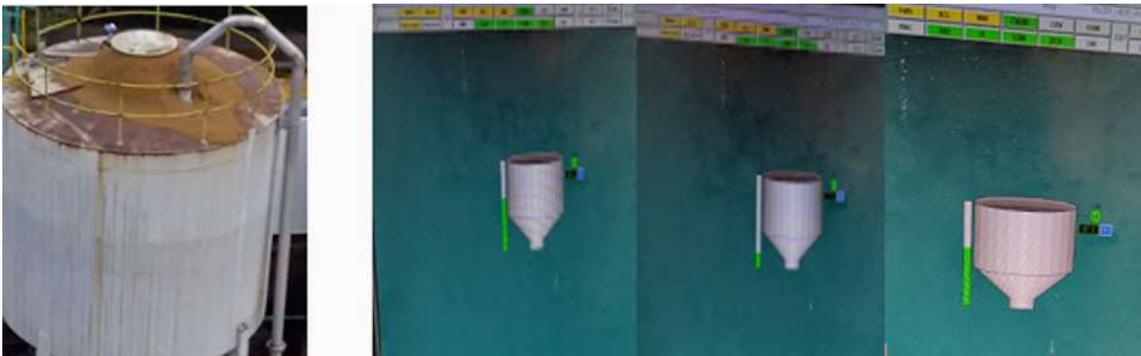
Para proceder a la ensambladura del *hardware* este debe ser probado como se muestra en la (Figura 4.3.) de manera que no exista falla en el sistema. Cuando los

elementos actuadores estén listos y comprobados se procederá a colocar el sensor en la parte superior de la tolva y se ejecutará junto al InTouch panel para visualizar de manera real, como se muestra a continuación.



**Figura 4. 3. Ensamblaje de sensor en la parte superior de la tolva**

Para la validación del sistema como se muestra en la (Figura 4.4.) se llevará a cabo una prueba piloto, que indicará la conectividad de todos los elementos utilizados, enviando la señal en tiempo real desde la tolva de afrecho hacia la cabina de control donde se visualiza la medición en el *intouch* panel.



**Figura 4. 4. Prueba de simulación del hardware, al momento del llenado**

#### 4.1.2 Ejecución del software

Certificar el *software* del InTouch panel que irá conjuntamente conectado a la PC, que a la vez mostrará la interfaz gráfica de la tolva, este programa actuará a través de un

servidor web para ejecutar la conectividad del InTouch panel con la nube en donde están los datos de producción.

Para la comprobación del *software* como se muestra en la (Figura 4.5.) se simuló una conexión entre el InTouch panel interconectados a una PC, la misma que esta enlazada a través de un cable *Ethernet*, los elementos nombrados actuaran de la siguiente manera:

- El sensor que está instalado en la tolva envía los datos hacia el InTouch panel en donde al ser recibidos muestran el nivel de llenado de la tolva que irá reflejando un porcentaje de 0% y deberá llegar al 90%.
- Al recibir la información el InTouch panel el mismo enviará de manera gráfica la información y datos a la PC y se podrá visualizar como se va llenando y vaciando la tolva.



Figura 4. 5. Ejecución del software

## 4.2 Implementación

Previo análisis de factibilidad del proyecto como se muestra en la (Tabla 4.2.), se procede a la implementación de manera real en el área de producción, en dará lugar a la automatización de la tolva.

**Tabla 4. 2. Tabla comparativa control Manual / Automático**

<b>TABLA COMPARATIVA</b>				
Automatización de la tolva de afrecho				
<b>TOLVA</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Producción</b>	<b>Tiempo de despacho</b>
<b>Control manual del nivel de la tolva de afrecho</b>	Deficiente seguridad para el personal	Produce impactos ambientales	No cumple con el plan de producción	Demora la coordinación con los proveedores
<b>Control automático del nivel de la tolva de afrecho</b>	Cumple con sus estándares sugeridos	Impactos ambientales controlados	Cumplen con el plan de producción	Los proveedores son despachados a tiempo
<b>Resultados</b>				
<b>Manual</b>	<b>No cumple</b>	<b>No cumple</b>	<b>No cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>Automático</b>	<b>Si cumple</b>	<b>Si cumple</b>	<b>Si cumple</b>	<b>Si cumple</b>

#### 4.2.1 Cervecería Nacional S.A

La implementación del proyecto se la llevó a cabo en la empresa Cervecería Nacional, compañía dedicada a la elaboración de bebidas de consumo moderado en la planta de Quito, desde donde se distribuye todos los productos que se elaboran en la misma, CN se encuentra ubicada en barrio de Cumbaya camino antiguo a Tumbaco.

A continuación, se detalla el proceso que se llevó a cabo para la instalación del sistema:

- Servidor Web
- Estación de monitoreo
- Periféricos de entrada y salida de datos
- InTouch panel
- Tolva de afrecho

- PC

### 4.3 Pruebas de funcionamiento

Al iniciar el sistema mediante el icono en el escritorio *Windows Viewer* como se muestra en la (Figura 4.6.) se ejecutará el inicio del monitoreo, el cual abrirá una ventana donde se mostrará el ingreso mediante un nombre, usuario y el idioma en el que se operará la tolva, sin esto no se podrá ingresar al sistema.

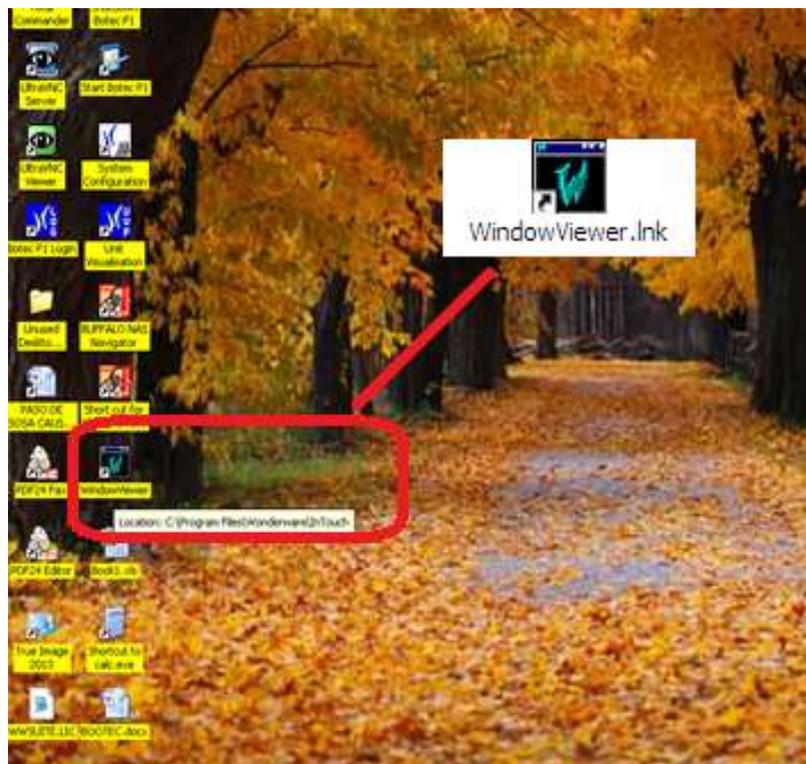


Figura 4. 6. Icono de inicio

Como se muestra en la (Figura 4. 7.) indica la comprobación del mensaje de identificación de ingreso del usuario y contraseña para poder ingresar al sistema operativo InTouch.

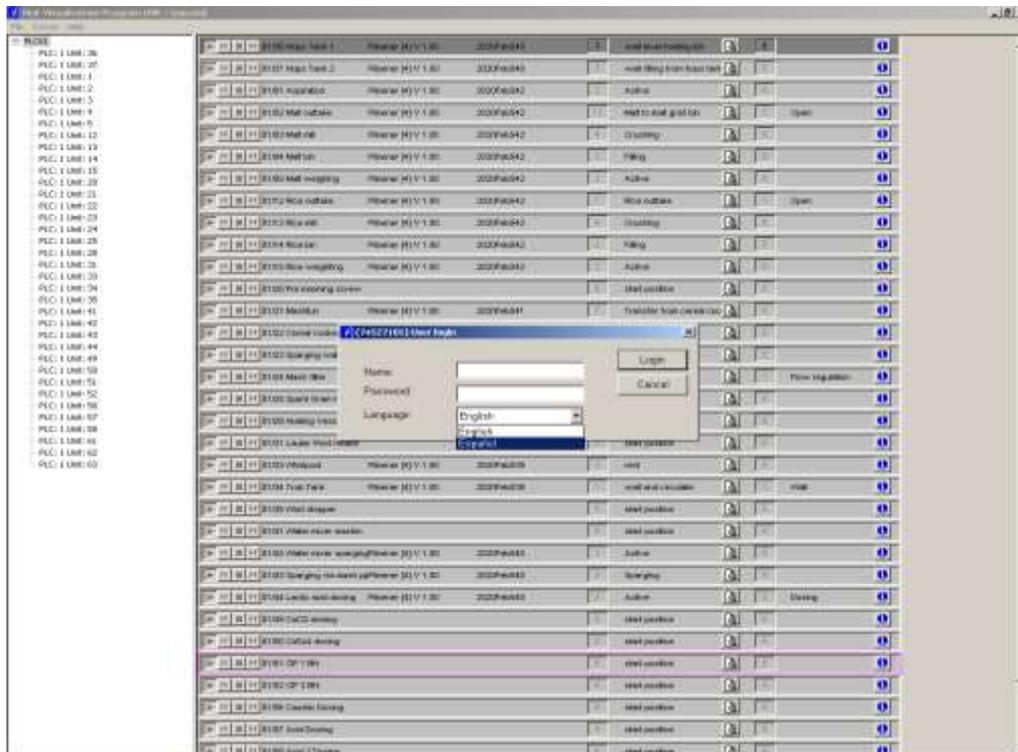


Figura 4. 7. Mensaje de identificación

### 4.3.1 Enlace del InTouch panel y el sensor

Para que el sistema funcione de la manera correcta debe estar instalado el sensor en la tolva y programado el InTouch panel con los datos requeridos para que haya un enlace entre estos dos elementos, de la misma manera debe estar enlazado el InTouch panel con el PC, que será el encargado de ejecutar y mostrar la gráfica del funcionamiento del sistema.

Las conexiones de abastecimiento de energía tanto de la tolva como de la PC, deben ser con los voltajes adecuados y que las instalaciones estén bajo estándares técnicos para que no suceda ninguna falla como un cortocircuito.



puede asegurar que los resultados son muy favorables para la compañía, debido a que permite minimizar los tiempos de producción, esta implementación da una mejor coordinación del operador que controla el despacho de afrecho mejorando los tiempos con los proveedores, aumentado así la seguridad del empleado ya que al dejar de ser manual el proceso ya no será un riesgo que el operario tenga que subir a la parte superior de la tolva para observar el llenado de la misma y proceder con su vaciado. Esto indica mejores resultados en la ergonomía del operario, disminuye los impactos ambientales, y permitirá con el tiempo aumentar a un 25% la productividad en la misma área. Dejando claro que resultaría de gran avance para la empresa y sus empleados.

Como se muestra en la (Figura 4. 10.) se observa cómo se realizaba la medición del llenado de la tolva de afrecho húmedo, antes de la automatización al momento de que el operador sube a la tolva los riesgos son evidentes, y esto se lo realiza tres veces al día en cada turno, poniendo en eminente riesgo al personal operativo que se encuentra de turno.



**Figura 4. 10. Visualización manual del nivel de la tolva**

Como se muestra en la (Figura 4. 11.) se observa como desbordó el afrecho por la parte superior de la tolva por revisión inexacta del operador, al momento de revisar no se puede dar un nivel con exactitud por ese motivo desbordó el afrecho.



**Figura 4. 11. Desborde de afrecho por sobre llenado**

Los resultados obtenidos después de la automatización de la tolva de recepción de afrecho húmedo en Cervecería nacional son tangibles por las adecuaciones que se realizaron, las visualizaciones ayudan a verificar la medición en tiempo real del nivel que tiene la tolva, mejorando en tiempo de despacho, seguridad para el personal operativo, mejor coordinación con proveedores que llevan el afrecho.

Para mejor evidencia del proceso de recepción y despacho de afrecho húmedo se puede evidenciar los históricos del día a día que se guarda en el *software* del programa,





## CONCLUSIONES

- Luego de haber realizado la investigación, se logró definir cuáles son los instrumentos que se utilizan para la automatización, verificando los parámetros de funcionalidad en la automatización. Teniendo en consideración siempre la mejora de la producción y la seguridad de los empleados.
- Se consiguió el desarrollo de la comunicación y visualización que debía darse en el InTouch por medio de esa manera controlar la automatización y verificar las instalaciones que se realizaron.
- De igual forma es necesario destacar, que se construyeron las partes mecánicas necesarias para la automatización de la tolva en la recepción del afrecho húmedo, permitiendo así un mejor desarrollo del proceso de producción.
- Se elaboró la etapa que estaba prevista para la comunicación y monitoreo remoto, mediante el protocolo *profibus*. Presentando resultados aceptables y muy positivos para la empresa y los trabajadores de la misma.
- Se pudo implementar la interfaz para la visualización InTouch y se controla desde el sistema operativo que se automatizo. Pudiendo decir así que funciona tal cual lo previsto.
- Las variables propuestas tales como: temperatura del ambiente, humedad del afrecho, presión atmosférica, fueron aceptadas con éxito al sensor tipo radar Endres hauser
- Finalmente se realizaron las pruebas de validación en el sistema y se implementaron los equipos en el lugar ya determinado para los mismos, verificando su perfecto funcionamiento. Demostrando así que se alcanza el objetivo general de Implementar la automatización de la tolva de recepción de llenado y vaciado de afrecho húmedo en Cervecería Nacional, mediante comunicación *Ethernet* visualizado en un InTouch panel para su manipulación.
- El *software* instalado permite visualizar históricos para verificar los días de llenado y vaciado de afrecho húmedo, para evitar desborde de afrecho y con eso evitar contaminaciones ambientales

## RECOMENDACIONES

- El sistema debe estar sujeto a mantenimientos preventivos cada 6 meses para revisar el estado del sensor, la estructura exterior de las partes mecánicas, realizar limpieza del tablero donde se encuentran los elementos eléctricos que con el tiempo pueden acumular polvo por el ambiente donde se encuentran.
- Se recomienda que se verifiquen los parámetros establecidos en la funcionalidad de la automatización, para que los valores que se visualicen sean reales y estables.
- Tomar en cuenta la comunicación y visualización que se desarrolló en la automatización, ya que de esa manera se podrá controlar y verificar las instalaciones que éstas sigan el curso normal.
- Al requerirse de una conexión en línea, se recomienda estar acompañado por personal capacitado que conozca sobre el tema implementado ya que en el momento de cargar los datos no colapse la red y no haya inconvenientes en el programa.
- Si en un futuro los equipos se deben actualizar, que estos cumplan con lo requerido para continuar con la automatización y sean compatibles con los programas usados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acero, R. (03 de Diciembre de 2013). *Ramit* . Obtenido de <http://www.acerosramit.com/productos.html>.
- ATEX. (julio de 2017). *Elementos de la automatización* . Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos107/pre-accionadores-y-accionadores/pre-accionadores-y-accionadores.shtml>
- Budynas, R., & Nisbett, J. (2004). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Bulher, A. (septiembre de 2006). *Silios de trigo*. Obtenido de Historia de los silios: <http://www.buhlergroup.com/europe/es/productos/desempolvado-de-tolvas>
- Bulher, A. (2006). *Silios de trigo*. Obtenido de Historia de los silios: <http://www.buhlergroup.com/europe/es/productos/desempolvado-de-tolvas>
- Díaz, N. (2012). *Sistema de monitoreo para control de gas licuado*. Obtenido de <http://revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/cobaind/v2n6/art34.pdf>
- Guerrero, M. (18 de agosto de 2018). *Corporation Automation*. Obtenido de Historia de la empresa Rueda: <https://www.google.com.ec/search?q=piping+and+instrumentation+diagram+en+español&source=lnms&tbm>
- Lucid. (12 de Septiembre de 2016). Obtenido de Diagramas de tuberías: <https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-son-los-diagramas-de-tuber%C3%ADas-e-instrumentaci%C3%B3n>
- Mauricio, Z. (04 de Agosto de 2008). *Sistemas de control en lazo abierto*. Obtenido de <http://evoluauto.blogspot.com/2008/08/estructura-y-componetes-de-un-sistema.html>
- McLuhan. (2011). *Historia de la automatización*. Canadá: 1a. ed UNR.
- Moreno, E. (1999). *Automatización de procesos industriales*. Valencia: Repproval.
- Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. Mexico: Pearson Education.
- Navixy. (2008). *Geocercas*. Obtenido de Plataforma Telemática: <https://www.navixy.com/es/documentacion/guias-de-usuario/interfaz-web/monitoreo/herramientas-del-mapa/geocercas/>

Programatica S1. (octubre de 2015). *IAB*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=modelo+estructural+de+un+sistema+automatizado&biw=1366&bih=657&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjindy8wODjAhWls1kKHcVCDHkQ\\_AUIESgB#imgdii=JaFEcdIG8yBKtM:&imgcr=ma7KeD381DO7GM](https://www.google.com/search?q=modelo+estructural+de+un+sistema+automatizado&biw=1366&bih=657&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjindy8wODjAhWls1kKHcVCDHkQ_AUIESgB#imgdii=JaFEcdIG8yBKtM:&imgcr=ma7KeD381DO7GM):

Sanchez, J. (2013). *Instrumentación y control avanzado de procesos*. Madrid: Díaz de Santos .

Shigley, J., & Larry, M. (1985). *Diseño en ingeniería mecánica*. Mexico: McGRAW-HILL.

Teemple, E. I. (Julio de 2016). *Sensores y transductores*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/12829734/>

Torres, D. (septiembre de 2008). *Automatización industrial*. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMh1/PAGINA%20PRINCI PAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>

## ANEXOS

### Anexo 01. Formato de metas de producción

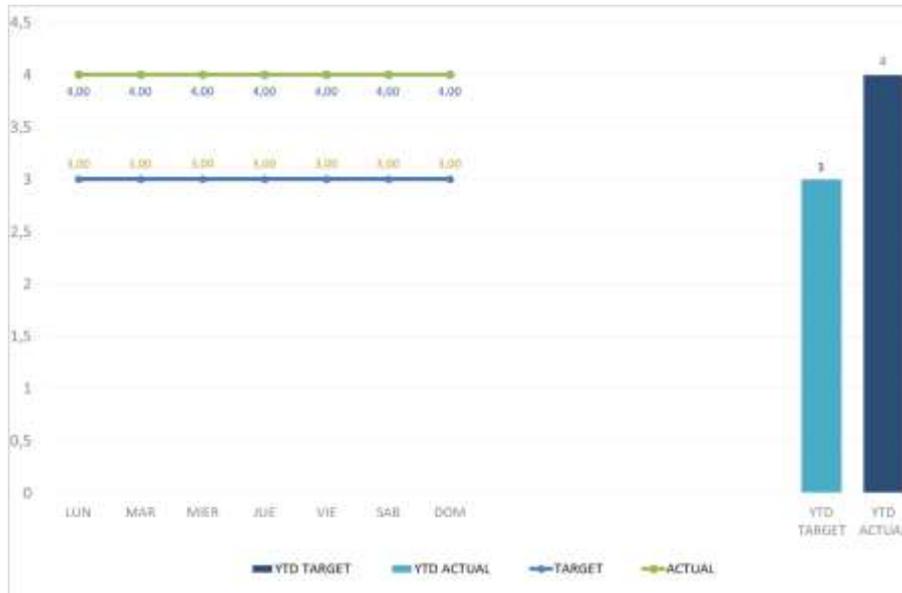
#### REGISTRO DE PRODUCCIÓN

LUGAR DE PRODUCCIÓN: Cervecería Nacional

CIUDAD: Quito



Días	Tiempos por turnos	Cocimientos por turno anteriores	Hora	Hora	Hora	Cocimientos por turno actuales	Hora	Hora	Hora	Hora
Lunes	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0
Martes	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0
Miércoles	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0
Jueves	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0
Viernes	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0
Sábado	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0
Domingo	8 h	3	2.4	2.4	2.4	4	2.0	2.0	2.0	2.0



Histograma de resultados de producción



## Anexo 03. Sensor Endress Hauser

KAD1253F/00/EN/02.17  
71355008

Products

Solutions

Services

### Brief Operating Instructions Micropilot FMR67 HART

Free space radar



These Instructions are Brief Operating Instructions; they are not a substitute for the Operating Instructions pertaining to the device.

Detailed information about the device can be found in the Operating Instructions and the other documentation:

Available for all device versions via:

- Internet: [www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer)
- Smart phone/tablet: *Endress+Hauser Operations App*

Endress+Hauser   
People for Process Automation

**Para mayor información ver en el link:**

[https://portal.endress.com/wa001/dla/5001074/4593/000/01/KA01253FEN\\_0217.pdf](https://portal.endress.com/wa001/dla/5001074/4593/000/01/KA01253FEN_0217.pdf)



KOP/AVI/RUP - [FC12 - "NIVEL TOVA APRECHO" - show(NCPI)315.2 DP... (FC12)]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Int Ycr Herramientas Verónica Ayuda

Comentado de: "Entorno\Interfase\IN"

tipo de datos | comentario

FI_x	Real
FI_y	Real
IN_OUT	Real
FZ_x	Real
FZ_y	Real
X_in	Int
Alarma_EL_Preset	Real
Alarma_LL_Preset	Real

Interfase

- IN
- IN\_OUT
- TEMP
- RETURN

Segm. 4 : Titulo:

Alarma de nivel alto

```

    #Alarma_EL
    #Alarma_LL
    (S)
  
```

Segm. 5 : Titulo:

Alarma de nivel alto

```

    #Alarma_EL
    #Alarma_LL
    (S)
  
```

Comentado de: "Entorno\Interfase\OUT"

FI_out	Real
Alarma_LL	Bool
Alarma_LL	Bool

Interfase

- FI\_OUT
- IN\_OUT
- TEMP
- RETURN





KOP/ANULUP - [PC12 - "NIVEL\_TOLVA\_AFRECHO" - plex/CNC/CPU315-2 DP\_V0812]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Test Ver Herramientas Ventana Ayuda

Contenido de: 'AlarmaAlInterface.LIN'

Nombre	Valor inicial	Comentario
FL_X	0.000000e+000	Escala de entrada analógica
FL_Y	0.000000e+000	
PZ_X	2.764800e+004	Escala de entrada analógica
PZ_Y	1.000000e+002	
IN	0.000000e+000	Resistencia de la ecuación de la recta para escalado de entrada analógica
Y_out	0.000000e+000	Nivel de tope en unidades de ingeniería
X_In	0	Nivel de tope en unidades BOM
Alarma_IL_Preset	0.000000e+000	Nivel para disparar alarma de llenado
Alarma_LL_Preset	0.000000e+000	Nivel para disparar alarma de vacío
Alarma_IL	FALSE	Alarma llenado activa
Alarma_LL	FALSE	Alarma vacío activa
Reset	FALSE	Reset de alarma
END_STRUCT		

PC12 : Título:

Comentario:

Título:

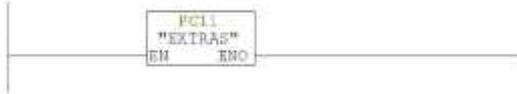
Comente el tipo de dato de entrada analógica

KOP/ANULUP - [PC12 - "NIVEL\_TOLVA\_AFRECHO" - plex/CNC/CPU315-2 DP\_V0812]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Test Ver Herramientas Ventana Ayuda

SIMATIC silos\CN\CPU 315-2 DP\...\OB1 - <offline> 08/07/2019 09:58:10

Segm.: 10
EJEMPLO DE AVISOS



SIMATIC                      silos\CN\CPU 315-2 DP\...\OB1 - <offline>      08/07/2019 09:58:10

Segn.: 4



Segn.: 5



Segn.: 6



Segn.: 7



Segn.: 8



Segn.: 9



SIMATIC silos\CN\CPU 315-2 DP\...\OB1 - &lt;offline&gt; 08/07/2019 09:58:10

**OB1 - <offline>**

"PRINCIPAL"

Nombre:

Familia:

Autor:

Versión: 0.1

Hora y fecha Código:

Versión del bloque: 2

Interface:

28/06/2019 17:39:05

15/02/1996 16:51:12

Longitud (bloque / código / datos): 00526 00392 00056

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
TRGP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OR_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloque: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Segn.: 1

```

FC1
SUBROUTIN
A 3
"TERMICO
S"
EN ENO

```

Segn.: 2

```

FC2
SUBROUTIN
A 4
"SILOS"
EN ENO

```

Segn.: 3

```

FC3
SUBROUTIN
A 5
"FALLAS"
EN ENO

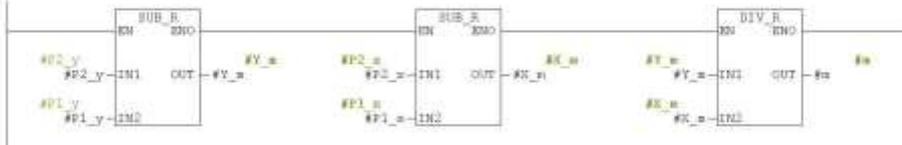
```

SIMATIC                      silos\CN\CPU 315-2 DP\...\FC12 - <offline>      08/07/2019 09:58:46

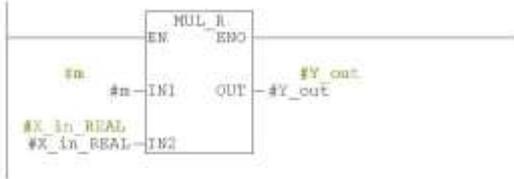
Segn.: 6  
Reset de alarmas



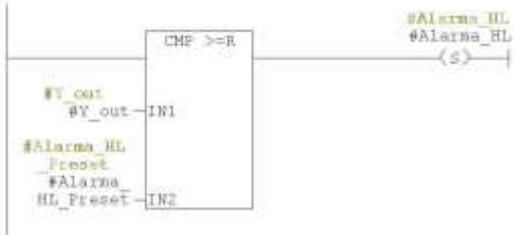
Segn.: 2  
 Calculo de m



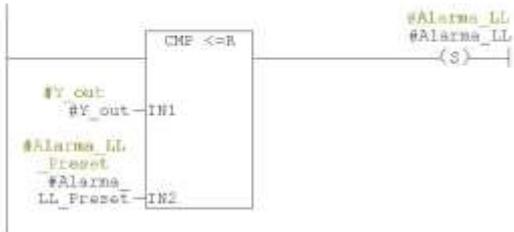
Segn.: 3  
 Calculo de Y\_out en UE



Segn.: 4  
 Alarma de nivel alto



Segn.: 5  
 Alarma de nivel alto



**FC12 - <offline>**

"NIVEL\_TOLVA\_AFRECHO"  
 Nombre: Familia:  
 Autor: Versión: 0.1  
 Versión del bloque: 2  
 Hora y fecha Código: 28/06/2019 17:32:55  
 Interface: 28/06/2019 17:32:42  
 Longitud (bloque / código / datos): 00318 00176 00018

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
PI_x	Real	0.0	
PI_y	Real	4.0	
PI_z	Real	8.0	
PI_y	Real	12.0	
X_in	Int	16.0	
Alarma_HL_Preset	Real	18.0	
Alarma_LL_Preset	Real	22.0	
OUT		0.0	
Y_out	Real	26.0	
Alarma_HL	Bool	30.0	
Alarma_LL	Bool	30.1	
IN_OUT		0.0	
n	Real	32.0	
Reset	Bool	36.0	
TEMP		0.0	
X_in_DI	DInt	0.0	
X_in_REAL	Real	4.0	
Y_B	Real	8.0	
X_B	Real	12.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloque: FC12

Segn.: 1

Convertir tipo de dato de entrada analogica



SIMATIC s:\os\CN\CPU 315-2 DP\...\DB12 - <offline> 08/07/2019 09:59:31

### DB12 - <offline> - Declaración

"DB NIVEL TOLVA APRECHO"

DB de datos globales 12

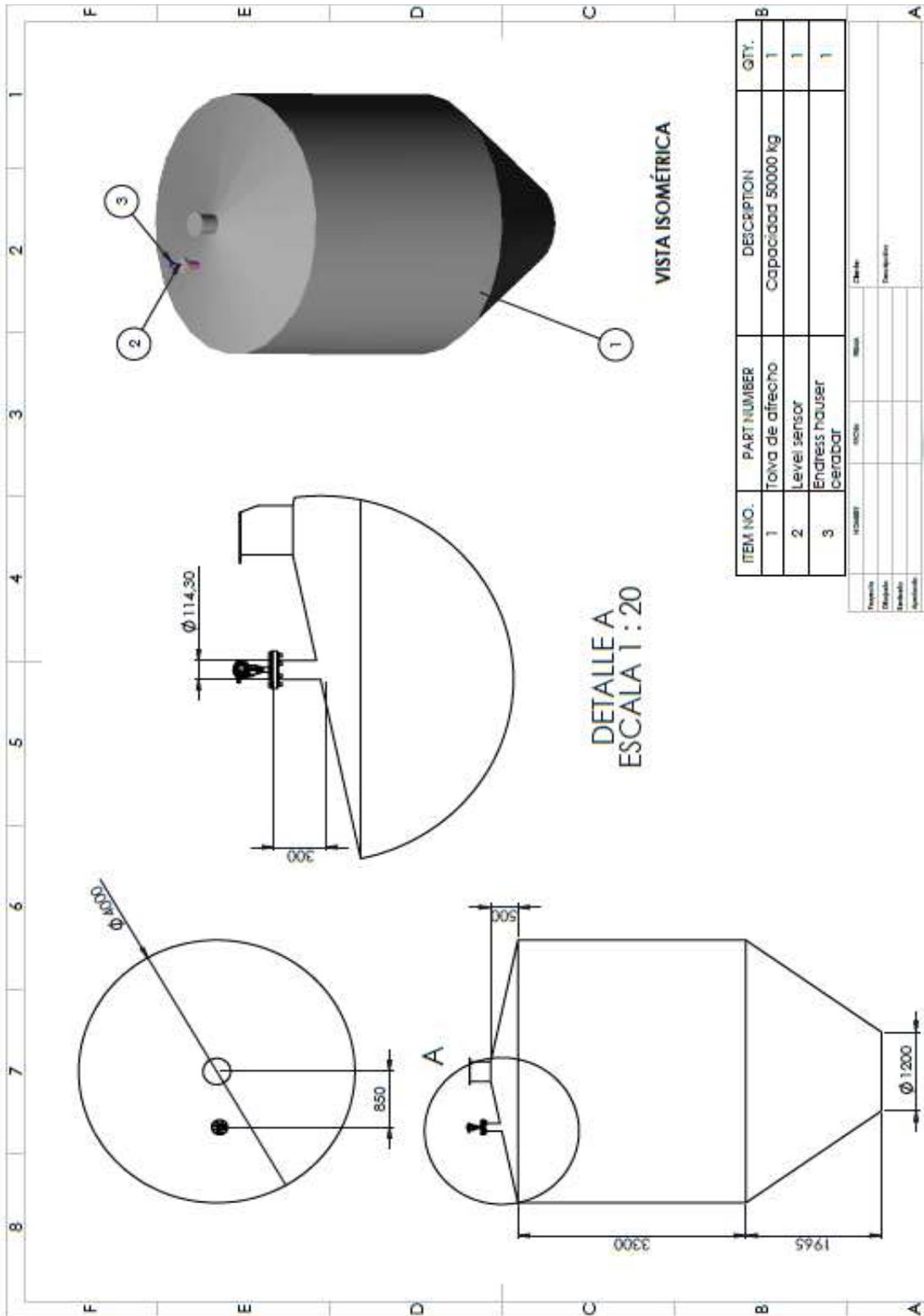
Nombre: Familia:  
 Autor: Versión: 0.1  
 Hora y fecha Código: 28/06/2019 17:00:33 Versión del bloque: 2  
 Interface: 28/06/2019 17:00:33  
 Longitud (bloque / código / datos): 00156 / 00036 / 00000

Bloque: DB12

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	F1 x	REAL	0.000000e+000	F1: Escalamiento de entrada analógica
+4.0	F1 y	REAL	0.000000e+000	
+8.0	F2 x	REAL	2.764800e+004	F2: Escalamiento de entrada analógica
+12.0	F2 y	REAL	1.000000e+002	
+16.0	s	REAL	0.000000e+000	Pendiente de la ecuación de la recta para escalamie nto de entrada analógica
+20.0	Y_out	REAL	0.000000e+000	Nivel de tolva en unidades de ingeniería
+24.0	Z_in	INT	0	Nivel de tolva en unidades RAW
+26.0	Alarma HL Freezt	REAL	0.000000e+000	Nivel para disparar alarma de llenado
+30.0	Alarma LL Freezt	REAL	0.000000e+000	Nivel para disparar alarma de vacío
+34.0	Alarma HL	BOOL	FALSE	Alarma llenado activa
+34.1	Alarma LL	BOOL	FALSE	Alarma vacío activa
+34.2	Reset	BOOL	FALSE	Reset de alarmas
+36.0		END_STRUCT		



Anexo 05. Dibujo de la tolva de afrecho



**Anexo 06. Manual técnico****MANUAL TÉCNICO DE LA  
TOLVA DE RECEPCION DE  
AFRECHO****CERVECERIA  
NACIONAL 2020**

## **AVISO IMPORTANTE:**

El presente manual está dirigido para el personal capacitado de CERVECERIA NACIONAL para la operación y manipulación de la recepción y despacho de la tolva de afrecho.

## **INTRODUCCIÓN**

Estimado usuario,

La automatización de la tolva de afrecho está realizada con comunicación profibus e ethernet, utilizando una ET 200 que se enlaza a un PLC ET 300 de marca siemens, un sensor de marca Endress Hauser tipo radar para su medición y su monitoreo en un intouch panel que se controla desde la sala del área de cocimiento.

La función principal del equipo es proporcionar la visualización de la recepción y despacho del afrecho húmedo que sale desde la sala de cocimiento hacia el área de subproductos, mejorando los tiempos de proceso en el área y mejorando en tiempos de despacho para los compradores de afrecho.

Es recomendable leer detenidamente este manual, para poder realizar una operación efectiva por parte de la persona que sea designada a operar este equipo, se recomienda también tener precaución si existe alguna duda con la manipulación de los equipos ya que una mala manipulación puede ocasionar averías, daños en los equipos instalados.

Al momento de manipular los equipos entender toda la información desplegada sobre advertencias y precauciones contenidas en la documentación correspondiente a la operación de la tolva de afrecho.

Mantenga este manual cerca del equipo para que pueda ser consultado siempre que sea necesario.

Este manual debe formar parte del paquete de documentación suministrado por el Sr. Paúl Cesar Bunce Sangoluiza que es el autor del proyecto que se está realizando para la empresa Cervecería Nacional (planta quita)

### **ALGO IMPORTANTE**

- 1.- Es importante seguir los pasos detallados que se encuentran en el este manual para un funcionamiento adecuado.
- 2.- La manipulación de los equipos deberán ser revisados solo por personal calificado



### **Precauciones de seguridad generales**

NO MANIPULAR EL TABLERO DONDE SE ENCUENTRAN LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN (se puede abrir la compuerta con el acompañamiento del especialista)



**PRECAUCIÓN**



Verificar cada tres meses el estado del sensor, realizar una limpieza con un trapo húmedo verificando el estado en el que se encuentra. (tener cuidado al momento de desarmar no golpearlo).

Coordinar con el líder de turno y con el personal capacitado para realizar el manteniendo autónomo de los equipos que están instalados, es recomendable que el especialista que se encuentre de turno de soporte al momento de desarmar el sensor de la parte superior de la tolva,



## INTRUCCIONES

Para aquellas personas que sean designadas a la manipulación del equipo de despacho de la tolva de afrecho deben tener en cuenta las normas de seguridad, inocuidad que tienen que ser cumplidas rigurosamente, conocer el espacio donde se encuentra la tolva de recepción y despacho de afrecho húmedo. Las personas encargadas de operar el equipo mencionado tienen que tener una capacitación previo a manipular el equipo para que no exista ningún inconveniente al momento que ya se encuentre funcionando en su totalidad.

NOTA: Se recomienda que este equipo sea manipulado solo por el personal que haya sido capacitado.

**Personal técnico calificado.**

Son aquellas personas que, tuvieron un tiempo de inducción de aprendizaje para ser designados a ocupar el puesto donde se encuentra el equipo mencionado, teniendo en cuenta todos los parámetros que deben cumplir después de la inducción, normas de seguridad, inocuidad, tiempos de despacho, estar al pendiente de los niveles de ingreso y salida de afrecho. Una vez que hayan cumplido todos los requisitos mencionados las personas que hicieron la inducción serán acreditadas como personal calificado.

**Instrucciones de seguridad.**

El personal designado a realizar la manipulación del equipo tanto interna como externa, por su seguridad y la de los equipos debe garantizar lo siguiente:

- Verificar e inspeccionar el estado de los equipos en el sitio de trabajo para garantizar un óptimo trabajo.
- Coordinar con el personal del área de cocimiento los tiempos de producción para descartar atrasos en el proceso.
- Tener a la mano la lista de personas que tienen permiso de ingreso para la carga de afrecho.
- Si existe algún problema con el equipo en el funcionamiento llamar al personal de mantenimiento.

**Área de trabajo.**

- Trabajar en un área limpia para poder realizar un excelente trabajo.
- No permitir que los proveedores manipulen los equipos si el responsable del área no se encuentra en el sitio.
- Verificar que los señores transportistas cumplan con todas las normas de seguridad al momento de cargar el afrecho.
- Revisar el camión de los transportistas después de cargar al afrecho que este bien tapado el cajón de carga para que no exista fuga de afrecho.

**Seguridad eléctrica.**

- Para realizar el respectivo mantenimiento de los equipos desconectar la entrada principal de energía.

- Utilizar los equipos de seguridad como: gafas, guantes, ropa adecuada para realizar el trabajo, casco, zapatos industriales.
- Verificar el estado del vástago del sensor y proceder a realizar una limpieza adecuada.
- Realizar limpieza del tablero eléctrico con sumo cuidado para no dañar a los equipos que se encuentran en el tablero.

### **Seguridad personal.**

- Antes de realizar las tareas designadas en el área verificar que estén realizados los permisos de trabajo para poder ejecutar cualquier tipo de manteniendo, si es necesario trabajar en compañía de una persona coordinar con el jefe de área para designar a una persona y precautelar la seguridad de la persona que esté realizando el trabajo.

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>VALOR</b>
VOLTAJE	24 V
AMPERAJE	5A
TIPO DE CORRIENTE	CONTINUA
VOLTAJE MINIMO	22 V
VOLTAJE MAXIMO	24 V

## DESCRIPCIÓN DE ACCESORIOS.

- La tolva de recepción de afrecho húmedo cuenta con los siguientes equipos:

### SENSOR DE NIVEL TIPO RADAR (ENDRESS+HAUSER)



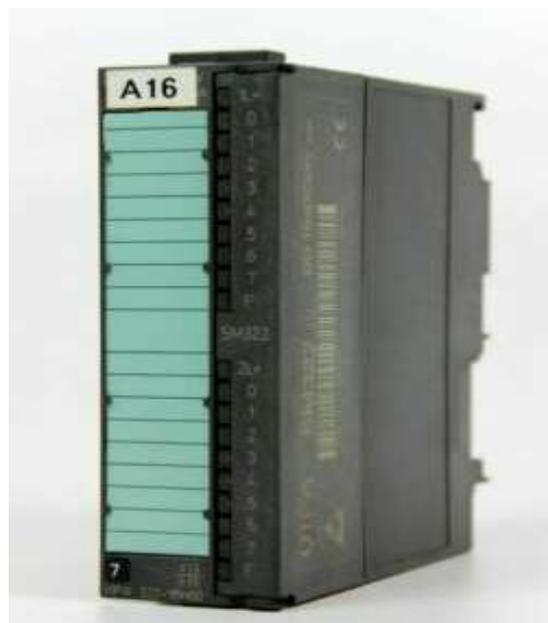
- 1.- Sensor de nivel tipo radar que emite una señal infrarroja para medición del afrecho húmedo.
- 2.- Teclado de ingreso a los parámetros de ajuste para la calibración.
- 3.- Pantalla donde indica la calibración del sensor.
- 4.- Teclado para ingresar al lenguaje (español) para la programación del sensor.

## MODULO DE COMUNICACIÓN SIMATIC ET200 SIEMENS



- La ET200 se encarga de recibir la comunicación que envía el módulo de comunicación de salida.

## MÓDULO DE SEÑAL DE 16 SALIDAS SM322



- El módulo SM322 se encarga de recibir la comunicación que envía el sensor de nivel.

## **FUENTE MODULAR DE ENTRADA SITOP 120/230 VCA salida 24VDC a 5A**



- Se encarga de modular la entrada de energía para y convertir la salida que se necesita para el funcionamiento de todos los equipos instalados

### **SOLUCION DE PROBLEMAS**

Al momento de su funcionamiento puede presentarse algunos daños los cuales los más comunes son:

#### **Variabilidad en la visualización del nivel de la tolva de afrecho.**

Cuando se presente esta novedad en la medición de niveles en la tolva de afrecho lo más probable es que el vástago del sensor este sucio y este marcando valores erróneos en la visualización, esto se puede presentar por la variación de humedad del afrecho ya que su humedad depende mucho de la operación en la sala de cocimiento y debido a eso es la humedad de salida y eso puede afectar la visualización en el programa.

#### **No poder visualizar después de un corte de energía.**

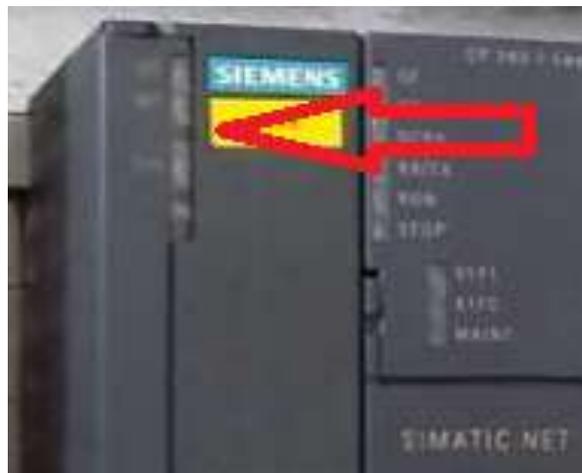
Este inconveniente puede suceder cuando exista cortes de energía inesperados.

#### **Recomendación**

- Acudir al tablero de control y visualizar si se encuentra el foco led de color verde que indica si este prendido.

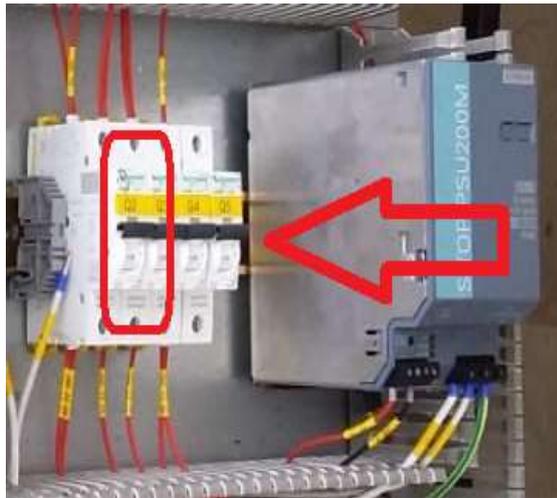


- Si el foco led verde que indica que este prendido, esta apagado eso quiere decir que el sistema entro en falla y se procede a reiniciar el sistema en el tablero principal.



#### COMO REINCIAR EL SIATEMA

- Seleccionar el breaker principal de energia que ingresa al tablero de los equipos, y proceder a ponerlo en pocicion de apagado y luego de 60 segundos ponerlo en posicion de prendido, y verificar que que le led verde indique que esta prendido.



- Verificación despues de reiniciar el tablero focos Led verdes prendidos.



NOTA:

Si el problema persiste y no logra reiniciar el sistema sugerir el apoyo del departamento de mantenimiento para dar soporte en el sitio donde se encuentre el daño

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIODICO**

Semanalmente hasta cinco años

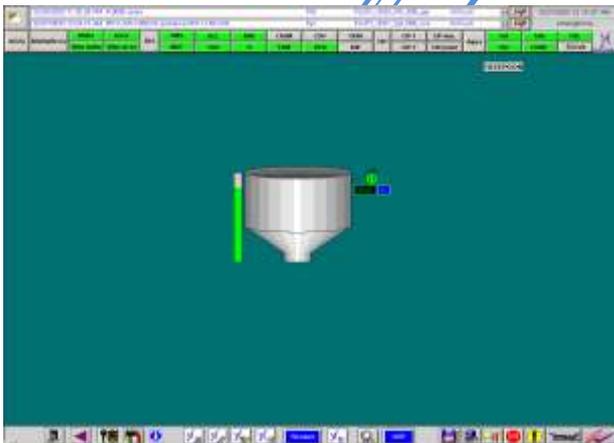
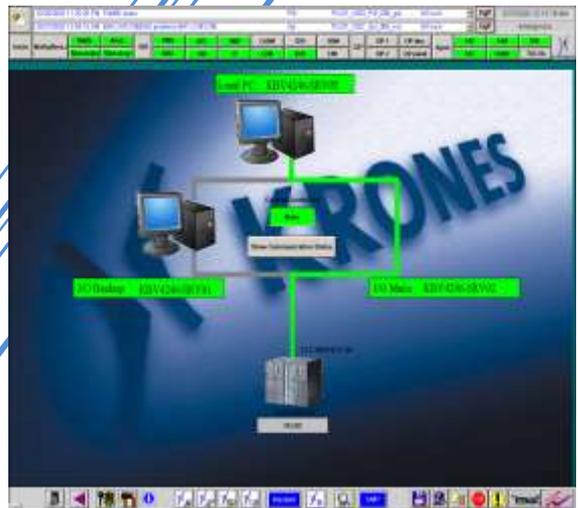
Elementos de mantenimiento	semanalmente	mensualmente	3 meses	12 meses	15 meses	18 meses	20 meses	5 años
Sensor de nivel			1					
Temperatura interna del tablero		1						
Inspección del tablero		1						
Inspección visual de elementos		1						
Fuente modular de entrada					1			
Conectores Profibus				1				
Cables de comunicación				1				
ET200								5
Módulo de señal de entrada								5

**DESCRIPCIÓN DE MARCADO**

1	Check liss de estado revisión
2	Mantenimiento preventivo
3	Mantenimiento correctivo
4	Equipo para ser sustituido
5	En correcto funcionamiento

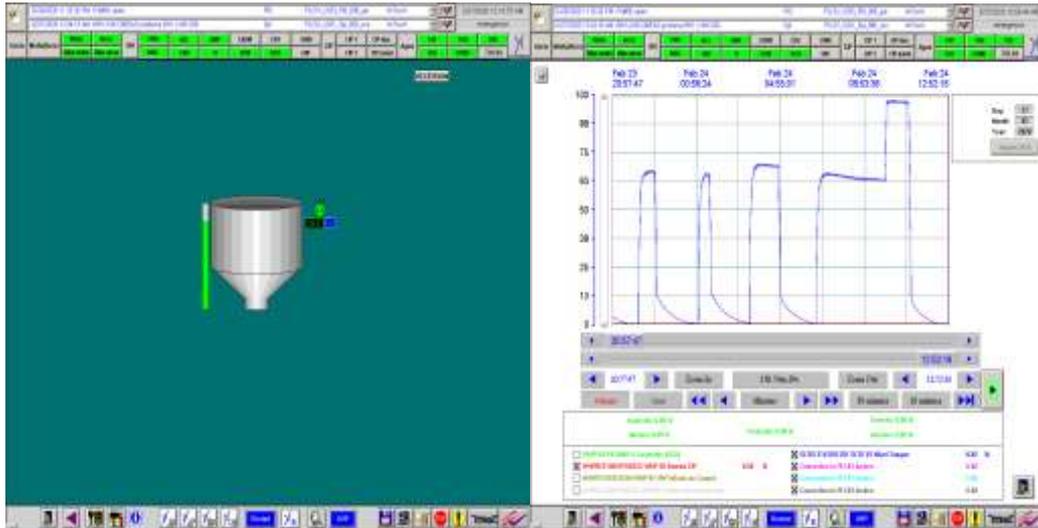
**Anexo 07. Manual de usuario**

**MANUAL DE USUARIO**



## INTRODUCCIÓN

La automatización y control de la tolva de recepción de afrecho húmedo en el área de subproductos en Cervecería Nacional, de protocolo profibus y comunicación ethernet, que permite visualizar en tiempo real el llenado y vaciado de afrecho húmedo, datos que son reflejados en la pantalla de un InTouch panel.



En la representación gráfica se visualiza el llenado y vaciado en tiempo real de la tolva de afrecho.

Se recomienda leer con atención el manual desarrollado antes de proceder a la operación del sistema, para garantizar su funcionamiento, seguridad del operador y minimizar los impactos ambientales.

- Es importante seguir los procesos detallados en este manual, para no tener inconvenientes en el proceso.
- El procedimiento de ejecución del sistema de automatización y control deberá ser por personal calificado en el procedimiento.

## ISTRUCCIONES GENERALES

Todo el personal que sea designado a trabajar en el área donde se encuentra instalado el sistema de automatización y control deberán ser previamente capacitados sobre el tema y sus respectivas normas. Asegurando el correcto funcionamiento del trabajo

mencionado anteriormente, se recomienda que el personal tenga la aprobación del jefe de área para poder realizar las respectivas normas de seguridad, higiene, y de ambiente.

### **Personal capacitado**

El personal que es designado a trabajar en el área del proyecto tiene que realizar la inducción de un tiempo estipulado de 2 meses ser evaluados por el jefe de área y dar el visto bueno para que desarrolle las actividades solo y no haya inconvenientes en el área.

### **Área de trabajo**

Los dispositivos eléctricos se encuentran Enel área de subproductos en un tablero de acero inoxidable sellado, protegido contra chorros de agua en todas las direcciones, evita el ingreso de polvo a los elementos instalados, el tablero de acero inoxidable debe limpiarse con un paño húmedo la superficie, desalojando el polvo que se encuentre

### **Seguridad eléctrica**

El sistema se alienta con una entrada de energía de 220 V, que ingresa al tablero principal y por medio de la fuente SITOP moduladora de entrada 120/220 VAC con salida a 24VDC a 5 A para ser distribuida a los dispositivos electrónicos.



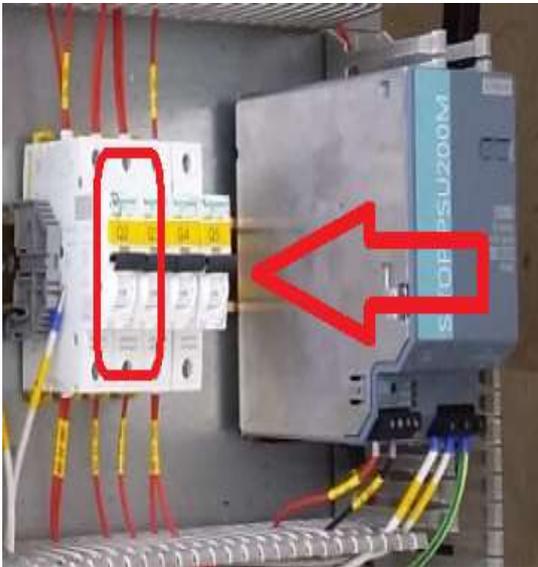
- No manipular el tablero donde se encuentra los elementos electrónicos acepto con acompañamiento del personal técnico de mantenimiento que será el responsable del equipo en etapa de mantenimiento.

- Mantener siempre el área limpia y ordenada para poder realizar las actividades con eficiencia.

## INSTALACIÓN Y CONEXIÓN

La automatización de la tolva de recepción de afrecho húmedo cuenta con:

- Tablero principal de acero inoxidable que se encuentra formado por, fuente reguladora de voltaje, módulo de señal de entradas analógicas, periferia descentralizada ET 200, breakers, CP módulo de comunicación industrial ethernet.



Breakers



ET 200 Siemens



CPU 315 Comunicación ethernet



Módulo de entradas analógica

### Instalación en sitio del sensor de nivel.

- Fijar la base con suelda eléctrica en la parte alta de la tolva para sujeción del sensor de nivel.



Bridas de acero



instalación del sensor

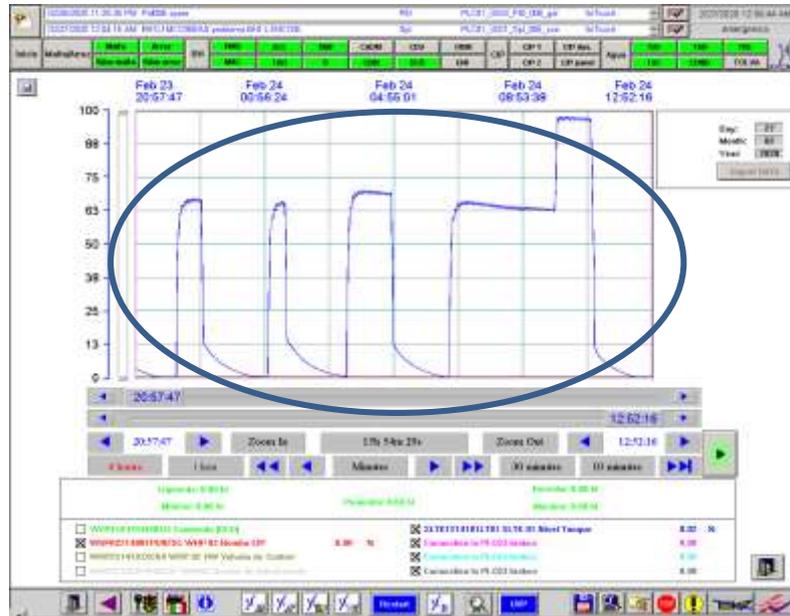
### IMPORTANTE



Ubicar el sensor de nivel bien roscado para que no afecte la medición de nivel en la tolva de afrecho para que no marque valores erróneos.

## Verificación de históricos del llenado de la tolva de afrecho.

En esta imagen muestra el histórico del llenado y vaciado de la tolva de afrecho.



Histórico de llenado y vaciado de la tolva de afrecho

En esta imagen muestra el histórico del llenado y vaciado de la tolva de afrecho.

## SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MAS COMUNES

En caso de no registrar la visualización de históricos realizar lo siguiente:

- Verificar las posibles fallas de comunicación.
- Conectividad de red en el tablero de control.
- Verificar que el sistema de alimentación se encuentre encendido.
- Verificar la posición ON de los breakers

NOTA:

En caso de no solucionar los inconvenientes suscitados acudir al personal técnico de mantenimiento

### Anexo 08. Cronograma de actividades

