



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**
UNAN-MANAGUA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Tema:

Propuesta de sistema automatizado para la elaboración y distribución del suplemento alimenticio del ganado en la hacienda “Los tinco”, en el municipio de Nagarote, departamento de León.

Integrantes:

No. Carnet

Br. Ricardo Jacobo Polanco López

16041129

Br. José Antonio Sánchez Sánchez

17043417

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo con el que culmino mis estudios superiores primeramente a Dios por permitirme llegar hasta aquí con salud y dándome fortaleza al largo del camino, gracias eso supere todos los obstáculos y avance todos estos años.

A mi madre, por estar siempre pendiente de mi progreso y dando su apoyo incondicional en todos los momentos difícil que atravesé a lo largo de mis años de universidad. A mi abuela Dolores que siempre ha estado conmigo atenta y lista para darme sus consejos y aliento para seguir adelante.

Por último, no puedo no mencionar a mi abuelo Gabriel Alejandro López Calero (Q.E.P.D) porque sin el nuestra familia no sería lo que es ahora.

Ricardo Jacobo Polanco López

DEDICATORIA

El siguiente trabajo está dedicado principalmente a DIOS por haberme brindado vida y salud a mi junto a los de mi familia, permitiéndome llegar a la finalización de mis estudios superiores también por haberme brindado las condiciones y perseverancia necesaria para no desistir.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional de todas las maneras y formas habidas y por haber ya que son el motivo que me impulsa aun mas para seguir y no dudar ni por un momento que desistiré de mis estudios, a ellos dedico toda mi dedicación compromiso y esfuerzo en la vida ya que gracias a su cariño y esfuerzo también he podido sobrellevar cada una de las cosas que se han presentado a lo largo de los años de estudio y vida a la vez.

José Antonio Sánchez Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de los años de estudio hemos recibido apoyo de muchas y diferentes personas que han estado involucradas dentro de la formación y trayectoria estudiantil tales como compañeros de estudio amistades y personas ajenas a la universidad pero que han hecho una colaboración muy significativa con conocimientos científicos técnicos y de apoyo de gran magnitud, sin estas personas no hubiese sido posible la finalización del siguiente trabajo, las cuales son.

Al maestro Octavio Salgado que gracias a sus conocimientos y vocación por enseñar pudo guiarnos con cada una de las etapas dentro de la investigación realizada.

A nuestro docente y tutor Milcíades Delgadillo por su empeño, dedicación y pasión por enseñar hizo que se nos facilitara la comprensión del paso a paso que se debe realizar en todo el proceso del documento.

A Don Gilberto Arana por haber permitido el estudio análisis e investigación dentro de sus instalaciones la cual es finca LOS TINCOS que eran necesarias para la realización de nuestro trabajo final.

A nuestro maestro Álvaro Segovia Aguirre, que con sus conocimientos nos ayudo a el proceso inicial de nuestra investigación.

Y en general a todo y cada uno de los docentes que fueron parte de los estudios desde inicio hasta fin.

Contenido

I.	Resumen	9
II.	Introducción	10
III.	Antecedentes.....	11
	3.1. Contexto nacional	11
	3.2. Contexto internacional	11
IV.	Planteamiento del problema	12
V.	Justificación	13
VI.	Objetivo	14
VII.	Marco teórico.....	15
VIII.	Diseño metodológico	22
	8.1. Enfoque metodológico.....	22
	8.2. Área de estudio	22
	8.3. Tipo de estudio.....	22
	8.4. Tipo de investigación.....	22
	8.5. Alcance de la investigación	23
	8.6. Operacionalización de variables	23
	8.7. Recolección y análisis de datos	24
IX.	Desarrollo	25
	9.1. Características de la hacienda y análisis diagnóstico de la elaboración y distribución del suplemento	25
	9.1.2 Características del alimento del ganado	27
	9.1.2.1 Molienda seca de maíz.....	29
	9.1.2.2 Calcio	29
	9.1.2.3 Harina de maní.....	29

9.1.3	Descripción del proceso actual	30
9.1.4	Elaboración de la mezcla	30
9.1.5	Distribución de la mezcla	32
9.1.6	Desventajas del proceso actual	33
9.2	Descripción general del funcionamiento del sistema automatizado	34
9.2.1	Etapas principales del sistema automatizado	36
9.2.1.1	Controlador lógico programable	36
9.2.1.2	Programación del controlador lógico programable	36
9.2.3	Mezclado	48
9.2.4	Distribución	52
9.2.5	Diagramas eléctricos de conexiones	53
9.2.6	Consumo energético	Error! Bookmark not defined.
9.2.7	61
9.3	Simulación.....	62
CONCLUSIONES.....		67
Recomendaciones.....		68
Bibliografía		69

Ilustración 1 PLC logo 8	16
Ilustración 2 módulo de expansión	17
Ilustración 3 recipiente de mezclado	18
Ilustración 4 motor eléctrico y hélice marina.....	18
Ilustración 5 sensor ultrasonidos	19
Ilustración 6 electroválvula	20
Ilustración 7 tubo PVC.....	20
Ilustración 8 Nuevo diseño de comederos	21
Ilustración 9 vista satelital de la hacienda	25
Ilustración 10 vista aérea de la hacienda FP	26
Ilustración 11 diagrama de flujo del proceso actual.....	30
Ilustración 12 barril con la mezcla lista.....	31
Ilustración 13 distribución actual de los comederos	32
Ilustración 14 balde utilizado para distribuir el suplemento	32
Ilustración 15 comederos de las vacas	33
Ilustración 16 diagrama del sistema automatizado.....	34
Ilustración 17 etapas principales del sistema automatico.....	35
Ilustración 18 función de entrada analógica	37
Ilustración 19 medición del silo de maíz.....	38
Ilustración 20 función de temporización semanal.....	38
Ilustración 21 encendido de la electroválvula de llenado de agua.....	39
Ilustración 22 apertura y cierra de la compuerta del silo de maiz.....	40
Ilustración 23 encendido de motor de mezclado	41

Ilustración 24 encendido de electrobomba	41
Ilustración 25 electroválvulas por zonas.....	42
Ilustración 26 diagrama de flujo primera tanda.....	43
Ilustración 27 ubicación grafica de los sensores	55
Ilustración 28 cableado de los sensores	55
Ilustración 29 motores de compuertas de los silos.....	56
Ilustración 30 conexión de las bobinas.....	58
Ilustración 31 motores de electrobomba y mezclado	59
Ilustración 32 indicadores de estado	63
Ilustración 33 monitoreo de silos	64
Ilustración 34 motor y recipiente mezclador simulados	65
Ilustración 35 electrobombas y electroválvulas	66

I. Resumen

Nicaragua es un país en vías de desarrollo, por lo tanto, necesita tecnificar todos los sectores productivos, principalmente el agropecuario por ser el que mayores ingresos genera a la economía nacional; por ellos se origina la propuesta del sistema automatizado para la elaboración y distribución de suplemento alimenticio ya que son muchas las haciendas ganaderas que alimentan con suplemento y de forma manual.

La hacienda los tincos se dedica a la crianza de ganado para la producción de leche la cual posee una cantidad de 230 vacas adultas y 100 terneros aproximadamente son alimentados diariamente con un suplemento que elaboran dentro de la finca, este suplemento se elabora a diario para todas las vacas y es realizado manualmente.

Se realizó un análisis dentro de la hacienda por el cual nos pudimos dar cuenta que la forma en que son alimentadas actualmente no es óptima ya que al ser realizado manualmente requiere de una gran cantidad de personal para 1 misma actividad y demanda de, mucho esfuerzo físico de los obreros quienes se involucran, también pudimos observar que la mezcla de los ingredientes dentro del suplemento no es homogénea lo cual produce pérdidas de calidad nutricional.

Para lo cual se diseñó una propuesta de diseño que permitirá la mezcla y distribución del suplemento automáticamente reduciendo en una gran cantidad los problemas presentes dentro de dicha acción realizadas por los trabajadores.

El diseño consta de una mezcladora con silos de apertura y cierre automático, una motobomba que impulsara el suplemento por medio de tuberías y electroválvulas hasta la zona de comederos para luego ser ingeridos por las vacas todo esto controlado por un PLC.

Además de contar con un sistema de lavado de tuberías automático. Esto para garantizar la salud del ganado ya que dentro de las tuberías quedan residuos de suplemento que con las horas se pueden malograr si no son removidos y una pantalla de control que permite al operario saber en qué proceso está.

II. Introducción

El avance tecnológico en el área de la automatización puede ser aprovechado por diferentes empresas de muchos rubros siendo una ventaja por encima de sus competidores. Con el desarrollo de nuevas tecnologías cada vez más eficientes y con menores costos, muchos productores optan por automatizar sus procesos para así verse beneficiados y obtener mejores resultados que la competencia.

La hacienda “Los tincos” cuenta con muchas vacas a las cuales se les debe proporcionar comida diariamente, esta comida se divide en pasto y un suplemento alimenticio, el suplemento se elabora diariamente por 4 obreros de la hacienda y es servido por estos mismos obreros en cada comedero. La hacienda no cuenta con un sistema automatizado para la elaboración y distribución del suplemento, todo se realiza de manera manual y con herramientas no aptas o muy poco eficientes.

La propuesta del sistema es un grupo de dispositivos que en conjunto van a poder agregar todos los ingredientes dentro de un tanque mezclador para que una vez los elementos estén en conformidad a la capacidad necesaria para la producción del suplemento, el tanque procederá a la mezcla de los ingredientes. Luego de la mezcla continua la etapa de distribución la cual va en dependencia de a qué zona de comedero va dirigido el suplemento. Así mismo el sistema cuenta con su propio sistema de limpieza al final del proceso para así evitar que dentro del recipiente de mezclado se malogren restos de suplemento y eso afecte a las mezclas de los días posteriores.

El funcionamiento del sistema podrá ser visualizado por medio de softwares de simulación para así poder comprobar que todas las partes que conforman el diseño funcionen de manera adecuada.

III. Antecedentes

3.1. Contexto nacional

Con el presente trabajo planteamos un diseño automatizado para la elaboración y distribución de un suplemento alimenticio con baja viscosidad en la hacienda los tincos en el municipio de nagarote departamento de León.

Se pueden tomar como referencias trabajos realizados anteriormente, donde el objetivo principal de automatizar un proceso es similar al que se plantea en el presente trabajo

La propuesta de un sistema dosificador automático que realice la función del traslado de alimento y suministro de agua hasta el establo donde se encuentra el ganado, permite reducir el personal humano y facilita la realización de dicha actividad, además de mantener un mejor control de dosificación tanto de alimento como de agua para evitar pérdidas y generar mayores ganancias. (Montes & Fonseca, 2013)

3.2. Contexto internacional

A sí mismo en diferentes países muchos lugares con la tarea de alimentar una gran cantidad de animales de finca se han visto en la necesidad de implementar soluciones automatizadas.

En este sentido, la automatización juega un papel muy importante para realizar el proceso de alimentación de los cerdos más eficiente. En las granjas de animales, la cantidad correcta de alimentos es un factor de vital importancia ya que el alimento es el mayor costo en la producción, los sistemas de alimentación proporcionan alimento de manera eficiente con una cantidad mínima de residuos simplificando enormemente el trabajo del granjero en la alimentación. (Morelo, 2015)

IV. Planteamiento del problema

La hacienda “Los tincos” se dedica a la crianza de ganado bovino para la producción de leche, cuenta actualmente con aproximadamente 230 cabezas de ganado adultas y 100 terneros que se encuentran entre las edades de 0 a 8 meses.

Diariamente se debe alimentar a todas las vacas dentro de la hacienda, dependiendo de la edad del animal. Los terneros más jóvenes son alimentados con una fórmula del suplemento diferente que es apropiada para su edad que se basa únicamente en una menor concentración de ingredientes, las vacas adultas que son ordeñadas se alimentan con un suplemento alimenticio con mayor concentración de ingredientes.

El proceso actual de la elaboración del suplemento es meramente manual, en donde 4 obreros deben preparar 13 barriles de aproximadamente 200 litros cada uno, barril por barril los obreros introducen los ingredientes y al tener el primer barril con todos los ingredientes completos uno de los cuatro obreros procede a mezclarlos con una vara de madera, finalizar todo el proceso de mezclado demora aproximadamente 3 horas con 30 minutos, para posteriormente ir los 4 trabajadores con baldes comedero por comedero depositando la cantidad adecuada para cada uno, demorando en total otros 30 minutos aproximadamente.

Por la gran cantidad de mezcla que se debe realizar y distribuir se necesita una cantidad de obreros algo elevada en relación a las demás labores que se realizan en la hacienda, el proceso de mezcla actual conlleva mucho tiempo que podría ser utilizado por dichos obreros en la labor principal de la hacienda que es el ordeño, además la manera de mezclar presenta deficiencia en el producto final debido a que mezclar con una vara no proporciona la homogeneidad necesaria para garantizar la calidad nutricional que se desea alcanzar.

Por todo lo mencionado anteriormente, se concluyó que realizar la elaboración y distribución del suplemento de manera manual presenta problemas que provocan pérdidas de tiempo, de calidad nutricional en el suplemento y de desgaste humano.

V. Justificación

El avance de la tecnología en el área de la automatización ha demostrado mejorar la eficiencia y los tiempos de producción. Los pequeños y medianos productores no pueden quedarse estancados en métodos básicos y anticuados de trabajo ya que aquellos que tomen ventaja gracias a la tecnología podrán obtener mejores resultados.

Gracias al aumento en la cantidad de vacas que la “hacienda los tincos” ha tenido en los últimos años necesita que los procesos que se realizan dentro sean eficientes para poder optimizar el esfuerzo humano, el nivel de vida de las vacas y mejorar la calidad y reducir el tiempo de trabajo de cada proceso obteniendo así mejores resultados en la producción de leche y queso.

La propuesta presentada en este documento ayudará al dueño de la hacienda a reducir la cantidad de trabajadores dentro del proceso de mezclado y distribución, disminuirá el tiempo empleado para producir la misma cantidad de suplemento y aumentará la calidad nutricional de la mezcla gracias a las características que proporcionará la mezcladora. Si se aumenta la calidad nutricional, con el tiempo, aumentara la producción de leche siendo este el principal objetivo de una hacienda productora de queso.

VI. Objetivo

Objetivo General

- Proponer un sistema automatizado para la alimentación y distribución del suplemento alimenticio del ganado con controlador en la hacienda “Los Tinco”.

Objetivos Específicos

- Elaborar un análisis diagnóstico acerca de la manera en que se elabora y distribuye el suplemento del ganado dentro de la hacienda.
- Diseñar un sistema automatizado para la elaboración y distribución del suplemento alimenticio
- Demostrar a través de una simulación el funcionamiento del sistema automatizado

VII. Marco teórico

Controlador lógico programable:

Este dispositivo es el responsable de controlar cada dispositivo actuador como el motor, la bomba centrífuga o las electroválvulas e interpretar las señales enviadas por los sensores.

El modelo que se utiliza para la elaboración y distribución del suplemento es el LOGO 8 24RCE que cuenta con las siguientes características:

- Voltaje de alimentación: 24 V
- Entradas digitales: 8 (cuatro pueden ser usadas como entradas analógicas)
- Salidas a relé: 4
- Visualizador LCD
- Teclas de función
- Bornes de tornillo
- Reloj temporizador (semanal/anual)
- Temperatura ambiente y de servicio: 0 to + 55 °C
- Temperatura de transporte y almacenaje: – 40 °C to + 70 °C

Existen diferentes maneras y métodos para programar controladores lógicos, en algunos es posible programarlos directamente desde la pantalla led que poseen por medio de los botones de movimiento que ya traen integrados, el LOGO 8 cuenta con versiones con y sin pantalla, otra forma de programar el controlador en caso de no tener una pantalla led o porque simplemente resulta más cómodo y practico es utilizar el software llamado LOGO!Soft Comfort, gracias a los avances en las comunicaciones entre dispositivos el LOGO 8 cuenta con comunicación ethernet lo que hace mucho más fácil el conectarlo a la computadora para así compartir la programación que se realizó anteriormente.

Dentro del software se puede realizar diferentes métodos de programación ya sea por bloques o por escalera, ambos son compatibles con el LOGO 8.

Tener siempre un orden lógico de cuáles son las entradas y cuáles son las salidas en un punto importante porque de esa manera dentro del software se puede

establecer sin problemas que entradas realizan la función que uno desea que realice, por ejemplo, el sensor dentro del recipiente de mezclado tiene dentro de sus funciones detener la bomba cuando dentro del recipiente el líquido llegue al nivel mínimo.



Ilustración 1 PLC logo 8

Logosoft confort:

El controlador lógico por sí solo no es capaz de ejecutar ninguna acción, es completamente necesario el realizar la programación y la forma más cómoda de hacerlo es por medio del software que el mismo fabricante proporciona, LOGOsoft confort.

Dentro del software la programación es de tipo bloques y cuenta con muchas funciones básicas que son necesarias para poder tomar los datos de entrada provenientes de cada uno de los sensores y procesarlos para que cada actuador realice su función de manera correcta.

MyOpenLab:

Es un software de simulación de procesos gráfico, para el presente trabajo nos va a permitir mostrar el funcionamiento de todo el sistema automatizado de una mejor manera.

El programa cuenta con muchas características importantes y necesarias, para la simulación no habrá ningún hardware conectado por ende la simulación será completamente virtualizada, sin embargo, el software permite trabajar con hardware externo, de esta manera puedo obtener datos de un sistema físico y esos datos pueden ser manipulados dentro del software, esto la hace óptimo para ser el motor de la pantalla indicadora donde se monitoreará todo el proceso.

Módulos de expansión para el controlador:

La utilización de este dispositivo es necesaria debido a que las salidas del módulo principal LOGO 8 solo cuenta con 4 y no son suficientes para el tamaño del proyecto,



Ilustración 2 módulo de expansión

Depósitos de materia prima:

Los depósitos son básicamente silos que van a estar automatizados, el producto va a ser extraído por gravedad de dentro de los silos hasta el interior de la mezcladora por medio de compuertas controladas por el controlador lógico el cual abrirá la salida de los depósitos hasta conseguir la cantidad necesaria para realizar la mezcla, una vez obtenida el controlador cerrará las compuertas. El monitoreo para saber en que momento se ha extraído cierta cantidad de material lo hará el sensor ultrasónico.

Las dimensiones serán de aproximadamente 1 metro de altura con 60 cm de diámetro y se necesitaran 3 silos debido a que son tres materiales los que se ocupan para la mezcla.

Recipiente de mezclado:

El recipiente es donde se introducirán todos los ingredientes, con una capacidad para mil litros e igual contara con un sensor de ultrasonidos para controlar el nivel al momento de ser vaciado.

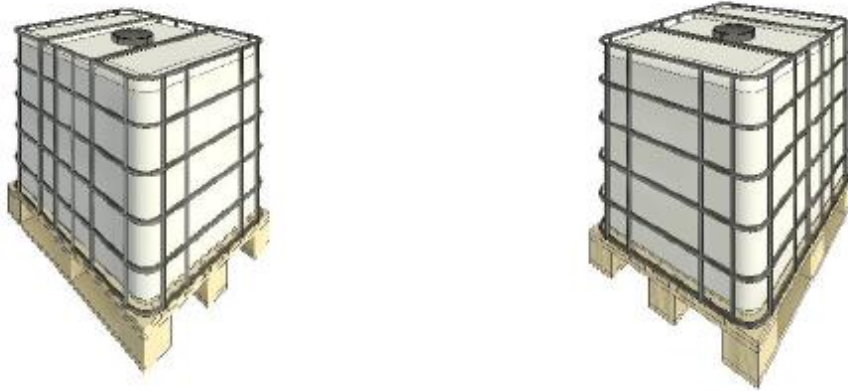


Ilustración 3 recipiente de mezclado

Motor eléctrico:

El motor es el encargado de suministrar la fuerza necesaria para mezclar adecuadamente todos los ingredientes, acoplado a una hélice marina la cual dentro de todo el tipo de hélices es la más adecuada para la correcta integración de los ingredientes por las características que ofrece.



Ilustración 4 motor eléctrico y hélice marina

Sensores:

El sistema cuenta con sensores de ultrasonidos dentro de los silos y el recipiente de mezclado. Los sensores dentro de los silos se utilizarán para poder monitorear continuamente la cantidad de material dentro.

Dentro del recipiente de mezclado el sensor continuamente medirá el nivel de líquido, al momento de el sensor detectar el nivel mínimo dentro del recipiente el controlador tendrá la tarea de apagar la bomba para evitar daños.



Ilustración 5 sensor ultrasonidos

Electroválvulas:

Aunque cerca de la mezcladora se encuentren dos electroválvulas, una para el suministro automático de agua hacia el recipiente de mezclado y otra que conecta la salida del recipiente de mezclado con la bomba centrífuga, donde cobran mayor relevancia es en la parte de distribución del suplemento, esto es gracias a que al ser 2600 litros de suplemento dividido en 3 zonas de comederos (dos de 800 litros y una de 1000 litros) hacia donde se tiene que dirigir el producto final, controlar de manera adecuada la activación de las electroválvulas es fundamental. La activación de estas depende de a qué zona está dirigida la tanda de mezcla que se está preparando y tendrán un tamaño de dos pulgadas.



Ilustración 6 electroválvula

Tuberías:

El sistema de tuberías PVC corresponde principalmente desde la salida del recipiente mezclador pasando por la bomba centrífuga hasta los comederos. Esto va a hacer posible el poder distribuir el suplemento desde donde se elabora hasta el punto donde se sirve para utilizarse como alimento.



Ilustración 7 tubo PVC

Comederos:

Los comederos forman parte importante para la distribución del suplemento, la forma que poseen actualmente no favorece al sistema de distribución que se plantea en el presente trabajo, por esa razón el rediseño de los comederos es una estrategia clave para simplificar el tamaño del proyecto

Dentro de la hacienda hay 3 zonas hacia donde está destinada la comida, las vacas adultas en producción de leche tienen su espacio de comederos en los corrales laterales de la zona principal de la hacienda en cambio los terneros tienen su zona

de comederos dentro de los potreros más pequeños en la zona central, en la ilustración 8 se puede apreciar mejor el diseño actual de los comederos.

En el caso de los corrales laterales el plan es reemplazar el diseño por uno de material de acero inoxidable de un solo cuerpo con capacidad para 800 litros y para los terneros los comederos tendrán una capacidad para 335 litros.

El cuerpo del comedero tendrá la forma de un cilindro acostado, por lo tanto, realizando los cálculos las dimensiones que tendrá serán de 25 cm de fondo por 460 cm de largo, con un 50 cm de altura. Las dimensiones de los comederos únicamente cambiarán en el largo siendo de 200 cm para los terneros.

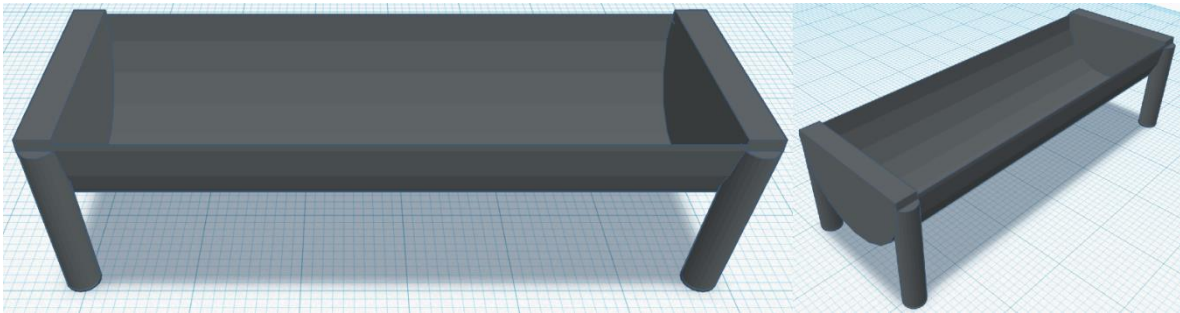


Ilustración 8 Nuevo diseño de comederos

Pantalla indicadora:

La función que este componente va a desempeñar es la de mostrar el estado de los procesos, el nivel de material en los silos y algunas señales en caso de que se produzca una falla.

VIII. Diseño metodológico

8.1. Enfoque metodológico

El enfoque metodológico que se utiliza para la realización del estudio en el presente trabajo es tipo cuantitativo debido a que los métodos utilizados tales como utilizar la lógica empírica y métodos experimentales encajan con las características de un enfoque cuantitativo.

Metodológicamente, el enfoque cuantitativo de investigación se caracteriza por privilegiar la lógica empírico-deductiva, a partir de procedimientos rigurosos, métodos experimentales y el uso de técnicas de recolección de datos estadísticos. (Solis, 2010)

8.2. Área de estudio

Toda la investigación y los datos recolectados se obtuvieron de la hacienda “los tincos”.

8.3. Tipo de estudio

De acuerdo con (Vasquez, 2006) el estudio es de tipo exploratorio, ya que “El primer nivel de conocimiento científico sobre un problema de investigación se logra a través de estudios de tipo exploratorio; tienen por objetivo, la formulación de un problema para posibilitar una investigación más precisa o el desarrollo de una hipótesis” (Vasquez, 2006)

8.4. Tipo de investigación

La investigación encaja gracias a sus características con el tipo de investigación de campo de acuerdo con (Vasquez, 2006)

La investigación de campo es la recopilación de datos nuevos de fuentes primarias para un propósito específico. Es un método de recolección de datos cualitativos encaminado a comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno natural. (questionpro, 2011)

8.5. Alcance de la investigación

La investigación que se plantea en este documento tiene como alcance la realización de una propuesta efectiva, funcional y eficiente que pueda solucionar los inconvenientes actuales dentro de la hacienda “los tincos” relacionados con la elaboración y distribución del suplemento alimenticio, con el fin de mejorar el método actual con el que se realiza el suplemento utilizando y poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería electrónica.

8.6. Operacionalización de variables

Objetivos específicos	Variable conceptual	Subvariables o dimensiones	Variable operativa	Técnicas de recolección de datos.
<p><u>Objetivo específico 1</u></p> <p>Elaborar un análisis diagnóstico acerca de la manera en que se elabora y distribuye el suplemento del ganado dentro de la hacienda.</p>	Diagnostico	<p>1.1. Elaboración actual del suplemento</p> <p>1.2. Distribución actual del suplemento</p>	<p>1.1.1. Cantidad total de suplemento</p> <p>1.1.2. Ingredientes en el suplemento</p> <p>1.2.1 Zonas de comederos</p>	<p>Entrevistas</p> <p>Visita al área de estudio.</p>
<p><u>Objetivo específico 2</u></p> <p>Diseñar un sistema automatizado para la elaboración y distribución del suplemento alimenticio</p>	Sistema automatizado de elaboración y distribución de suplemento	<p>2.1. Controlador lógico</p> <p>2.2 Mezclado</p> <p>2.3 Distribucion</p>	<p>2.1.1 Logica de programación</p> <p>2.2.2 Silos de almacenamiento y recipiente de mezclado</p> <p>2.2.3 Bomba de mezclado y electroválvulas</p>	<p>Experimentación</p> <p>Observación</p>
<p><u>Objetivo específico 3</u></p> <p>Demostrar a través de una simulación el funcionamiento del sistema automatizado</p>	Simulación	3.1 Software de simulación	3.1.1 Logosoft confort, myopenlab, CadeSimu	Simulación

8.7. Recolección y análisis de datos

Todos los datos necesarios para la elaboración del diseño planteado en este trabajo se obtuvieron principalmente con una visita al lugar de estudio la haciendo “los tincos”. Estando en el lugar las técnicas principalmente se basaron en la observación y en la realización de entrevistas a los encargados de las labores de interés para nuestra investigación.

Una vez obtenida toda la información necesaria, el análisis de todos estos datos sirvió para tener una idea más clara de cómo poder realizar un diseño eficiente que pudiera satisfacer las necesidades presentes y suplir las carencias del método actual.

IX. Desarrollo

9.1. Características de la hacienda y análisis diagnóstico de la elaboración y distribución del suplemento

La hacienda los Tincos se encuentra ubicada en el departamento de León, en el municipio Nagarote, carretera hacia el tránsito, en la comunidad llamada los tincos propiedad de Don Gilberto Arana.



Ilustración 9 vista satelital de la hacienda

La hacienda cuenta con un acceso accidentado en épocas de invierno, debido a que se encuentra a la par del rio Soledad y este puede llegar a inundar los caminos de tierra, sin embargo, en verano el acceso no presenta ninguna dificultad. Cuenta con los servicios básicos de agua y electricidad.

El lugar principal de trabajo dentro de la hacienda consta de una extensión de terreno donde se encuentran lugares como la bodega, la quesera, los dos potreros donde las vacas adultas son llevadas a comer, la parte central entre los potreros donde mantienen a los terneros menores de 8 meses y el lugar donde se realiza la mezcla del suplemento de los animales.



1. Potreros para vacas adultas
2. Zona donde se realiza la mezcla
3. Potreros para terneros

Ilustración 10 vista aérea de la hacienda FP

En la zona central del mapa (Ilustración 10) se pueden observar las divisiones marcadas con un 3 que son potreros para terneros menores de 8 meses, los comederos para las vacas adultas se encuentran en los establos más grandes a los costados de la zona central marcados con un 1. En los establos para terneros hay distribuidos al menos 100 de ellos.

Y al final de toda la parte central en el segmento marrón claro marcado con un 2 es donde se encuentra el lugar donde los trabajadores llevan los ingredientes desde la bodega hacia los contenedores para realizar la mezcla dentro de los barriles plásticos.

Actualmente la hacienda cuenta con 230 vacas adultas en producción de leche y aproximada 100 terneros, esto quiere decir que se debe alimentar a más de 300 animales con el suplemento alimenticio. El sistema automatizado que se propone en el presente trabajo va a satisfacer la necesidad de elaborar y repartir el suplemento

para tal cantidad de animales en los lugares donde actualmente comen, reduciendo el esfuerzo y el tiempo que toma hoy en día realizar dicha labor.

La jornada laboral en la hacienda comienza diariamente a las 2 AM con el primer ordeño con 12 trabajadores para todas las vacas, al mismo tiempo que se realiza el este primer proceso cuatro obreros se disponen a realizar el suplemento ya que luego de ser ordeñadas, las vacas son llevadas a los corrales de la zona central donde tienen los comederos para ser alimentadas con el suplemento alimenticio.

Las vacas en producción son aquellas que han tenido un parto y comienzan su lactancia. Lo que se desea con estas vacas es un pico de producción de leche y que se preñen lo antes posible para obtener un ternero por año, logrando un pico de producción anual y una ternera de reposición. El pico de producción se da aproximadamente a los 15 – 35 días posteriores al parto. (Urbina, 2015)

La raza de ganado que se utiliza para la obtención de leche en la hacienda es producto de cruce genético entre diferentes razas de vacas lecheras como Brahman, pardo suizo y Holstein.

9.1.2 Características del alimento del ganado

En la hacienda los cinco todos los animales son alimentados a base de pasto cortado y suplemento que elaboran manualmente dentro de la hacienda diariamente debido a que de esta manera se les proporciona una dieta variada para mantener con una buena alimentación a todos los animales.

Los animales dependen de dos tipos de procesos vitales, el mantenimiento de las funciones que necesitan para vivir y la síntesis de producciones, en este caso específico, leche.

Para satisfacer las necesidades primordiales de un animal se necesita una fuente de energía y proteína, siendo la fuente principal de ambas el alimento que ingieren los animales. Los alimentos se pueden clasificar en dos grandes grupos como son los forrajes y los suplementos o concentrados.

Los forrajes se componen de las plantas cultivadas para dar de comer a los animales. Sus características dependen del tipo de suelo, el clima y la producción ganadera a la cual se destina. En ocasiones, los productores eligen que los animales se alimenten en el terreno donde se desarrolla la crianza. De este modo, el forraje suele consistir del pasto fresco que se cultiva y crece en el lugar. (Perez Porto & Merino, 2019)

A un animal de granja al cual se pretende sacarle el máximo rendimiento en cuanto a producción de leche, se le debe suministrar una buena dieta con diferentes fuentes de nutrientes, minerales y vitaminas en forma de concentrado o suplemento.

Las vacas lecheras de alto potencial para producción lechera también tienen altos requerimientos para energía y proteína. Considerando que las vacas pueden comer solo cierta cantidad cada día, los forrajes solos no pueden suministrar la cantidad requerida de energía y proteína. El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca lechera es de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal. Así los concentrados son alimentos importantes que permiten formular dietas que maximizan la producción lechera. Generalmente, la máxima cantidad de concentrados que una vaca puede recibir cada día no debe sobrepasar 12 a 14 kg. (Montes & Fonseca, 2013)

Esto es algo que está científicamente comprobado por diferentes estudios en los cuales básicamente se hacían dos grupos de vacas lecheras donde a un grupo se le alimentaba únicamente a la hora de ser pastoreadas o con pasto picado en caso de que los potreros no estuvieran aptos lo que supondría la alimentación “normal” de un animal silvestre. En cambio, al segundo grupo aparte de ser alimentadas con pasto se les suministró suplemento el cual contiene diferentes ingredientes que complementan la dieta y maximizan la producción de leche.

Se observó que se cumple la hipótesis de investigación donde al menos una de las dietas bajo estudio (Pasto Gamba *Andropogon gayanus* + concentrado “El Granjero” para vacas lecheras o Pasto Gamba *Andropogon gayanus* +

Pollinaza + Melaza 1:1 Agua) produjo mayor efecto en el aumento de la cantidad de leche y ganancia de grasa. (Urbina, 2015)

En el caso de la hacienda los tincos se utiliza una mezcla en la que se juntan los siguientes ingredientes:

9.1.2.1 Molienda seca de maíz

La molienda seca de maíz brinda proteínas y energía que da el grano de este cereal, pero con mayor conversión de carne y leche por parte de los animales.

En condiciones de pastoreo, los experimentos realizados en la década del '90 en el INTA Rafaela, indicaron que por cada kilogramo de materia seca (MS) de grano de maíz que recibieron las vacas pastoreando alfalfa, la respuesta fue en promedio de 0.900 litros de leche, mientras que, con sorgo, en iguales condiciones, la respuesta en leche no alcanzó a 0.700 litros de leche/kg MS de grano suministrada. (Gallado, 2013)

9.1.2.2 Calcio

Los huesos consisten principalmente de fosfato de calcio, es por esta razón que el consumo de calcio previene raquitismos, desorden en los huesos, etc. Estos desordenes en animales de granja fueron rápidamente asociados a una deficiencia de calcio y fueron prevenidas por un suministro de alimentos ricos en calcio. (Mufarrege, 2002).

El Calcio es requerido para: una normal coagulación de la sangre, la reacción rítmica del corazón, mantener la excitabilidad neuromuscular, para mantener activar enzimas, mantener la permeabilidad de las membranas y además para formar los huesos, desarrollar los dientes y producir leche, es decir que puede considerarse como un elemento multifuncional (Mufarrege, 2002).

9.1.2.3 Harina de maní

Según estudios, señalan que este producto tiene compuestos con propiedades antioxidantes y efectos terapéuticos como antioxidante, antibacteriano, antifúngico y antiinflamatorio.

Cuando los ejemplares empezaron a producir leche, se observó un aumento en la calidad composicional en grasa y proteína respecto al grupo de control que no fue suplementado, así como también se elevó el contenido de antioxidantes (Gallado, 2013).

9.1.3 Descripción del proceso actual

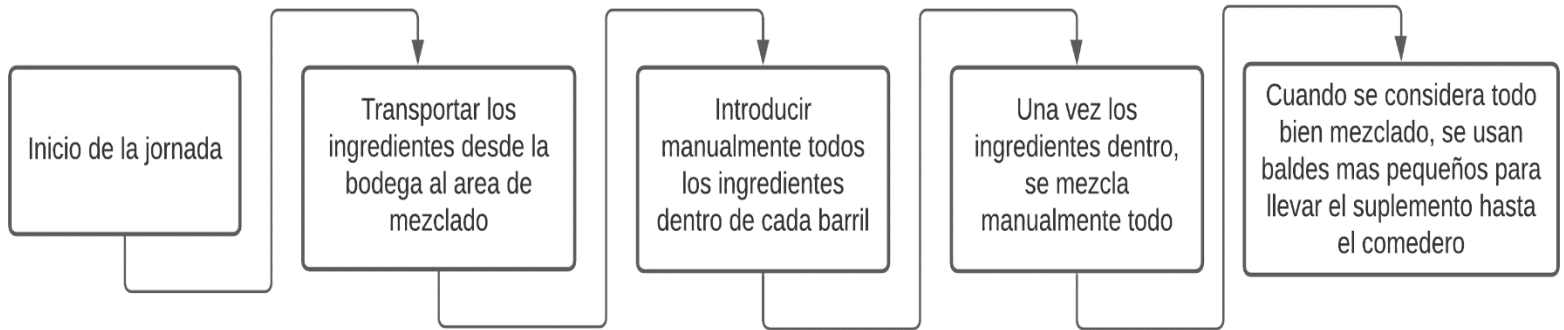


Ilustración 11 diagrama de flujo del proceso actual

Dentro de la hacienda no existen procesos automáticos actualmente, la elaboración y distribución de la mezcla forma parte de las principales tareas diarias de los obreros por lo que es necesario suministrarle el alimento a cada uno de los animales.

9.1.4 Elaboración de la mezcla

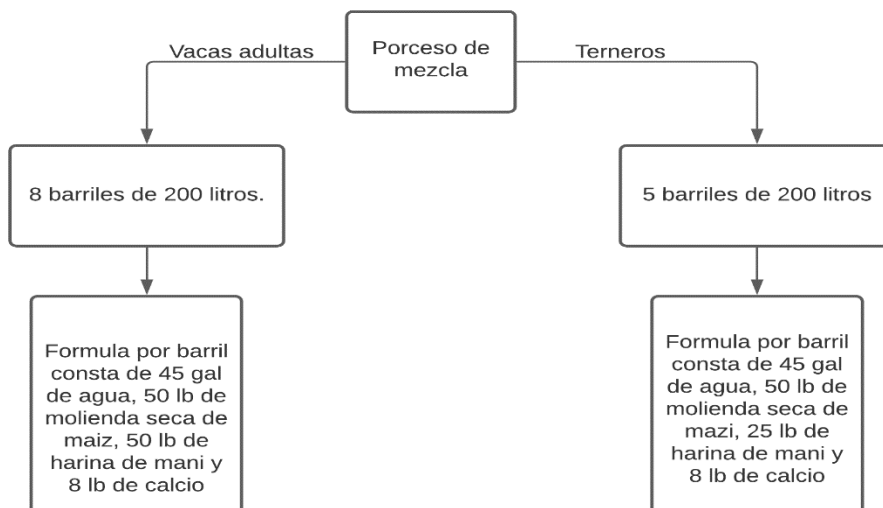


Ilustración 12 formula por barriles

Actualmente para elaborar la mezcla del suplemento de las vacas se siguen algunos procedimientos sencillos. La jornada laboral dentro de la hacienda comienza aproximadamente a las 2 de la madrugada. La fórmula de la mezcla por barril para las 230 vacas en producción de leche consta de 45 galones de agua, 50 libras de molienda seca de maíz, 50 libras de harina de maní y 8 libras de fosfato de calcio dejando aproximadamente 1600 litros de suplemento. Para los 100 terneros la mezcla por barril consiste en 45 galones de agua, 50 libras de molienda seca de maíz, 25 libras de harina de maní y 8 libras de calcio dejando aproximadamente 1000 litros. Haciendo un total de 585 galones de agua, 650 libras de molienda seca de maíz, 525 libras de harina de maní y 104 libras de calcio.

El primer paso se realiza cuando cuatro obreros transportan los ingredientes desde la bodega hasta el área donde se realiza la mezcla, la distancia entre estos dos lugares no supera los 15 metros. Ya con los ingredientes listos dentro del área de mezclado, el segundo paso es introducir cada ingrediente barril por barril. Dentro de la hacienda se realizan dos mezclas, una para vacas en producción de leche y otra para terneros. De los 13 barriles 8 están destinados para la mezcla de las 230 vacas en producción de leche y los 5 restantes son para los terneros.



Ilustración 13 barril con la mezcla lista

El tercer paso se realiza una vez que todos los ingredientes están dentro de un barril, uno de los obreros bate con una vara por aproximadamente 5 minutos intentando que todos los ingredientes se integren dentro de la mezcla. Todo el proceso de mezclado demora alrededor de 3 horas y 30 minutos.

9.1.5 Distribución de la mezcla

Luego que consideran que la mezcla esta lista comienza el cuarto y último paso que es la distribución a cada uno de los comederos que se encuentra en las ubicaciones que se muestran en la ilustración 14.

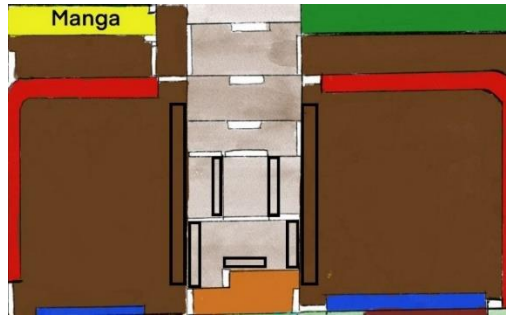


Ilustración 14 distribución actual de los comederos

La forma de transportarlo desde barriles hasta los comederos es por medio de baldes más pequeños, se calcula que aproximadamente un barril completo puede alimentar 30 reses. Desde los barriles hasta el comedero más lejano hay aproximadamente 15 metros.



Ilustración 15 balde utilizado para distribuir el suplemento

Actualmente los comederos hechos de una estructura metálica la cual sostiene 3 barriles partidos por la mitad, esta forma de los comederos resulta en un obstáculo para el diseño del sistema de distribución debido a que para el llenado se necesitaría una tubería para cada uno de los barriles partidos por la mitad, lo que triplica el

número de tuberías por comedero subiendo innecesariamente el costo del diseño y la dificultad de la instalación.



Ilustración 16 comederos de las vacas

Es por esta razón que para el presente trabajo se propone un nuevo diseño de comedero de un solo cuerpo que resuelva el inconveniente antes mencionado. El nuevo diseño de comedero está calculado para almacenar una cantidad de mezcla suficiente para alimentar varias vacas, con materiales resistentes a la intemperie.

9.1.6 Desventajas del proceso actual

El método actual de elaboración y distribución presenta diversas desventajas tales como:

- **Tiempo:** es notorio que la realización del proceso de mezclado y distribución conlleva muchas horas de trabajo, tanto así que debe ser la primera labor que los trabajadores realizan al inicio de la jornada.
- **Esfuerzo:** cada trabajador implicado en el proceso de mezcla debe iniciar su jornada a tempranas horas de la madrugada, lo que implica a largo plazo un desgaste mental y físico debido al desvelo.
- **Perdidas de calidad nutricional:** el método de utilizar una vara de madera para mezclar todos los ingredientes provoca una falta de homogenización, lo que ocasiona que las vacas no aprovechen totalmente los nutrientes dentro del suplemento.

9.2 Descripción general del funcionamiento del sistema automatizado

Con la propuesta del sistema automatizado se pretende elaborar y distribuir de manera automática con la mínima intervención de un operario, siendo la única labor monitorear las variables importantes dentro del sistema. La mejor locación para la instalación es el lugar actual donde se realiza la mezcla gracias a que las dimensiones y las distancias entre los sitios importantes son las adecuadas, se encuentre situado cerca la bodega donde se almacenan las materias primas, el lugar está bajo techo y a distancias aceptables de los lugares donde se encuentran los comederos de las vacas, esto es importante tomarlo en cuenta para así calcular la distancia que van a tener las tuberías.

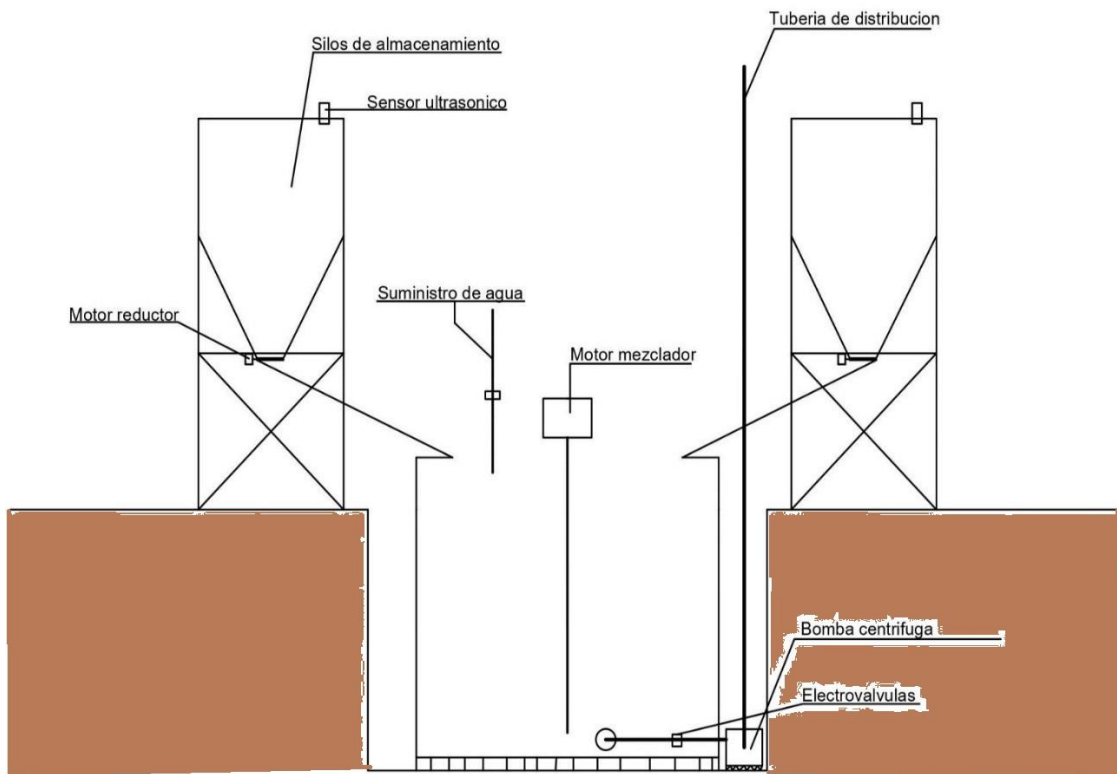


Ilustración 17 diagrama del sistema automatizado

El sistema consta de una mezcladora de capacidad para mil litros de líquido con un motor suspendido por un brazo metálico que lo posiciona de forma diagonal y a la

distancia necesaria, también consta con depósitos en los cuales se almacenan los materiales necesarios para realizar la mezcla completa para las 3 zonas de comederos con sensores que van a permitir monitorear constantemente el estado de los depósitos e igualmente suministrar la cantidad necesaria para la mezcla correspondiente, esto debido a que al tener 3 zonas donde se distribuye la comida la cantidad total de los ingredientes se debe dividir de acuerdo a la zona para la cual se va a realizar la mezcla.

Debido al problema que supondría tener la mezcladora a nivel del suelo y los depósitos a una altura mayor para por gravedad poder meter los ingredientes dentro, la mezcladora se va a estar bajo el subsuelo para así poder reducir la altura que deberán tener los depósitos para la materia prima.

Por último, el sistema de distribución de la mezcla es conjunto de tuberías, electroválvulas y una bomba centrífuga controladas por medio de un controlador lógico el cual decidirá a que zona de comedero está destinada la mezcla que se realizó anteriormente, gracias a que toda la hacienda cuenta con agua potable el suministro de agua se realizará por medio de tuberías conectadas a la red del lugar y por medio de una electroválvula.

El sistema visto de una manera más resumida consta de 4 etapas principales:

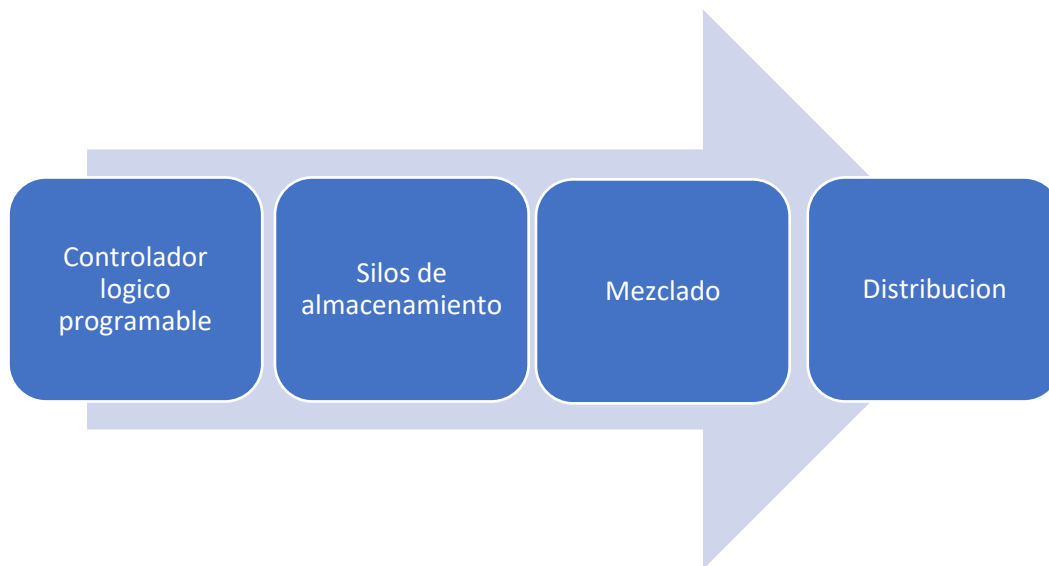


Ilustración 18 etapas principales del sistema automático

En la ilustración 17 se pueden apreciar elementos necesarios en el proceso de elaborar la mezcla como lo son los sensores ultrasónicos para cada silo de almacenamiento, el motor mezclador, la bomba centrífuga, los motores reductores que realizan la apertura y el cierre de cada silo y las electroválvulas.

9.2.1 Etapas principales del sistema automatizado

9.2.1.1 Controlador lógico programable

El controlador es el cerebro detrás de todo el funcionamiento del sistema, es el encargado de recibir la señal de los sensores y a su vez se encarga de activar las salidas que sean necesarias, todas las demás etapas están conectadas al controlador y dependen del correcto funcionamiento del mismo, para el sistema automático se decidió utilizar el controlador lógico de Siemens LOGO 8.

La elección de este controlador se debió a las prestaciones y a su fácil manejo, así como a la simpleza del software donde se realiza la programación para el funcionamiento, también la facilidad de conexión entre diferentes módulos de expansión de entradas y salidas fue un punto importante a tener en cuenta por las características del proyecto. Una desventaja que afecta a nuestra propuesta y aumenta el número de componentes es la limitada cantidad de salidas y el costo del módulo principal.

Independientemente del costo, el dispositivo posee características como la versatilidad, la potencia, y la facilidad de uso que hacen del LOGO 8 de Siemens la mejor opción para el diseño.

9.2.1.2 Programación del controlador lógico programable

Para poder desglosar la programación y que pueda ser entendible para el lector será dividida por partes.

Lo primero es ver cómo se van a obtener las mediciones de los niveles tanto de los silos como del recipiente de mezclado

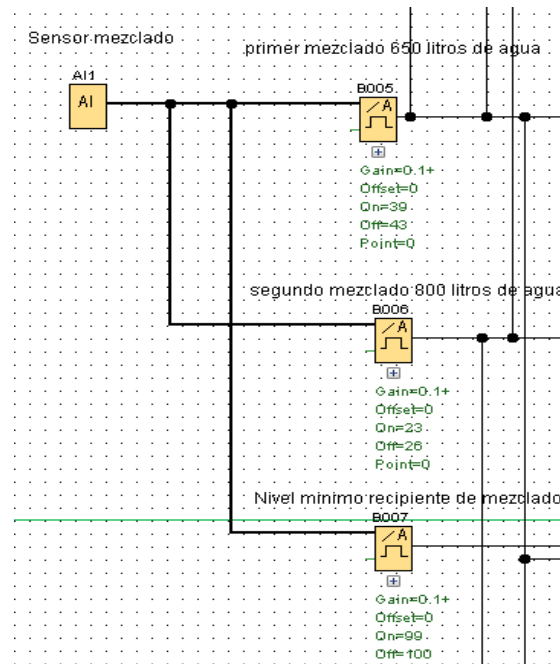


Ilustración 19 función de entrada analógica

En la ilustración 19 se puede ver la función AI1 la cual representa una entrada analógica y es la forma de monitorear continuamente la medición del sensor analógico, para poder realizar una acción en función de la medición del sensor se debe conectar al bloque AI1 conmutadores analógicos de valor umbral que activan su salida cuando el valor entrante es igual a su valor de encendido.

Similar a la ilustración 19, en la ilustración 20 se puede observar cómo se monitorea el nivel de cada uno de los silos por medio de los bloques de conmutadores analógicos de valor umbral, esto se hace ya que al momento de realizar una acción muchas de las condiciones dependen del nivel de cada uno de los silos al igual del nivel del recipiente mezclador.

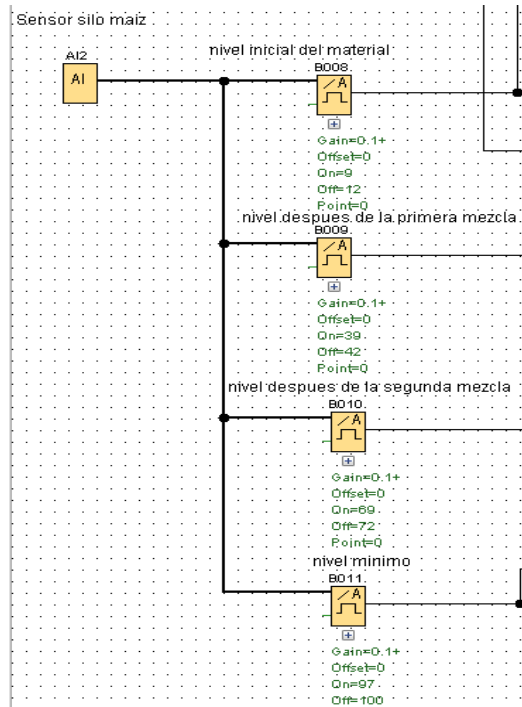


Ilustración 20 medición del silo de maíz

De la misma forma en la que se capturan las mediciones en el silo de maíz se realizan en los dos silos restantes.

La siguiente parte a explicar es el encendido que va a tener todo el sistema, como se ha mencionado en páginas anteriores el proceso de elaboración comienza a tempranas horas de la madrugada, es por esto que automáticamente el proceso iniciara a las 2 AM cada día, esto se logra con la función de temporización semanal la cual sincroniza la hora establecida en el controlador lógico con la hora y los días programados para proporcionar un nivel alto cuando ambas coincidan.

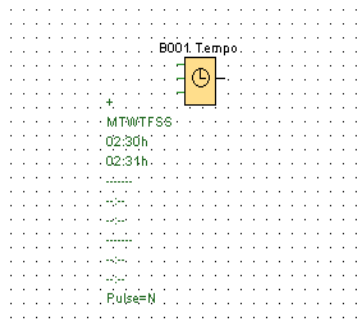


Ilustración 21 función de temporización semanal

A continuación luego del encendido automático del sistema el primer actuador en ser accionado es la electroválvula de llenado de agua para el recipiente mezclador, las condiciones para la activación de esta electroválvula se basan en los niveles de cada uno de los silos y del recipiente de mezclado, al ser la primera mezcla del día cada silo debe estar al nivel máximo de su capacidad y el recipiente mezclador no debe tener materiales dentro, si estas condiciones se cumplen al momento de recibir el pulso de encendido automático la electroválvula se activa llenando de agua el recipiente mezclador. Lo mismo sucede con las dos siguientes tandas de mezclas y con la tanda de limpieza, los silos deben estar al nivel necesario, si esto es así solo necesitarían el pulso de encendido.

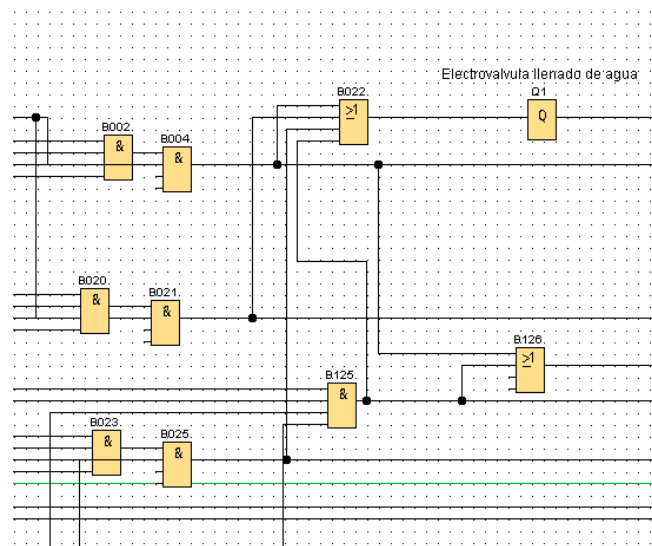


Ilustración 22 encendido de la electroválvula de llenado de agua

Gracias a lo que se puede apreciar en la ilustración 22 se puede detener el llenado de agua ya que al llegar al nivel máximo para las dos primeras tandas se activa la función de umbral desactivando la electroválvula, al ser la tercera tanda se activa la otra función umbral igualmente deteniendo la salida del agua.

Para la apertura de los silos de almacenamiento la condición necesaria es que el agua este al nivel requerido para la tanda de mezcla correspondiente y que cada silo este con la cantidad suficiente de material, al cumplirse estas condiciones los silos abren su salida y vierten la cantidad establecida de cada uno de los materiales dentro del recipiente mezclador,

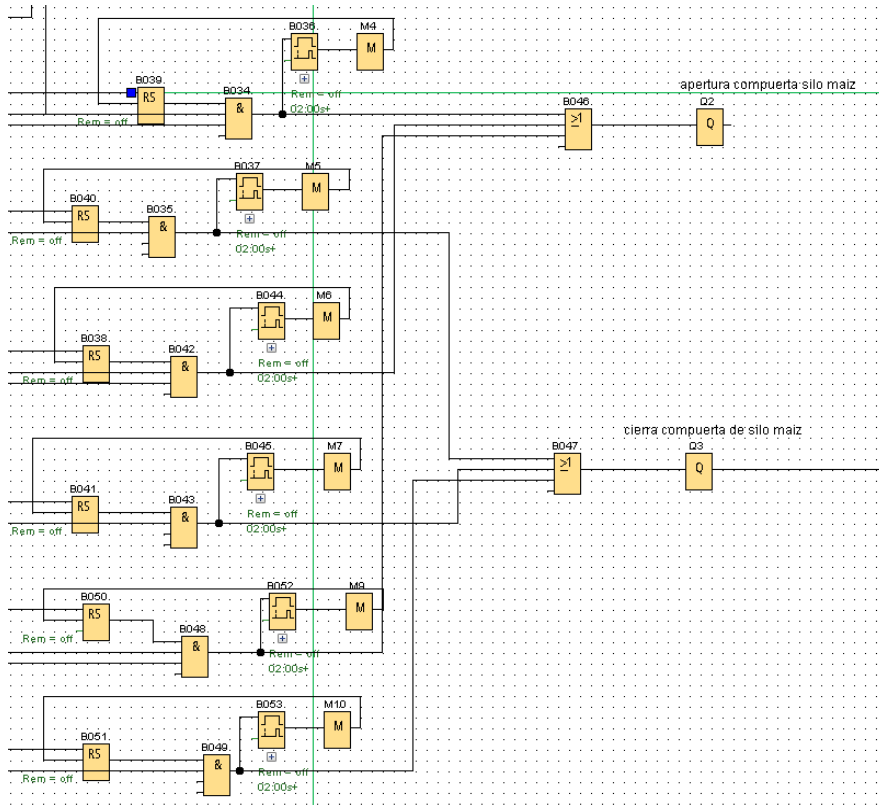


Ilustración 23 apertura y cierre de la compuerta del silo de maiz

En la ilustración 23 se puede ver que los silos van a abrirse y cerrarse en tres ocasiones por día, cada una va en dependencia de la tanda de mezclado y el nivel que tiene cada uno de los silos, dentro de la programación en cada momento se sabe que tanda de mezclado se está ejecutando, es por esto que el nivel del silo debe coincidir con la tanda de mezclado para realizar la apertura del silo. Si es la primera tanda y cada silo esta al máximo simplemente se necesita que el agua llegue a su nivel requerido.

El cierre de las salidas de los silos depende de los sensores de nivel dentro de cada uno de ellos, ya que al momento que se detecte que ya se vertió la cantidad establecida se enviara un pulso que cerrara cada uno de las salidas.

Al momento de que todos los silos cierran sus salidas es cuando dentro del recipiente mezclador se encuentra todo lo necesario para realizar la mezcla y lo que tiene que suceder a continuación es el encendido del motor mezclador. Como se observa en la ilustración 24 el motor necesita las señales de cierre de cada silo para

encenderse y cuenta con un temporizador para controlar su tiempo de encendido, ya que con un tiempo establecido de 10 minutos es suficiente para homogenizar todos los ingredientes.

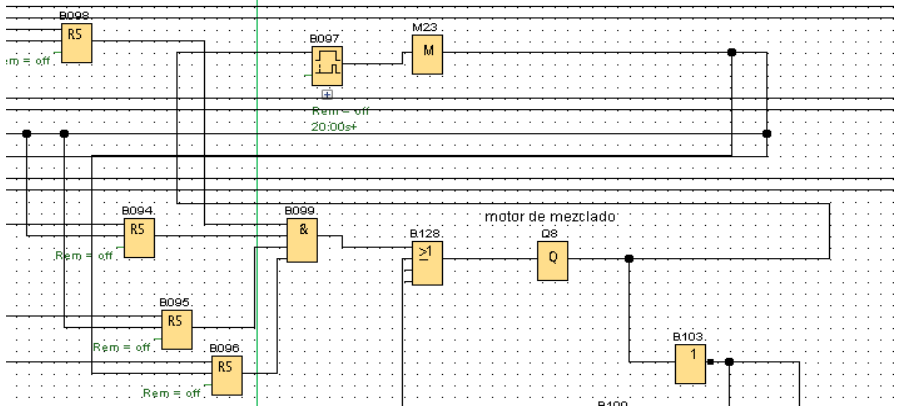


Ilustración 24 encendido de motor de mezclado

A lo anteriormente mencionado hay una excepción, cuando se hace el proceso de limpieza no es necesario que el cierre de los silos sirva como una condición para el encendido del motor, ya que en ese momento ya se realizaron las mezclas para ese día, así que simplemente dentro del programa se necesita saber que se está realizando la limpieza.

Una vez el temporizador apaga el motor, inmediatamente tiene que encenderse la motobomba la cual utiliza como referencia para su encendido el cierre de las salidas de los silos y el apagado del motor. Igualmente se enciende en el proceso de limpieza.

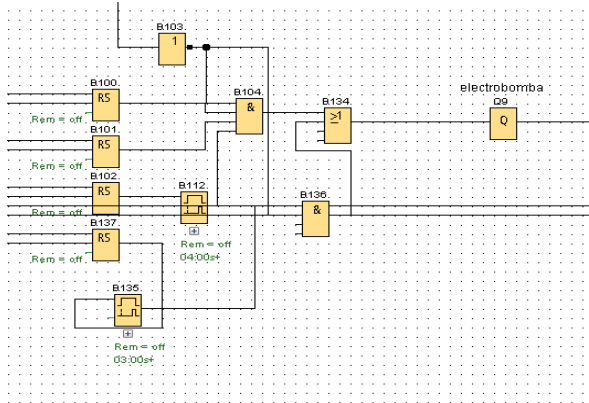


Ilustración 25 encendido de electrobomba

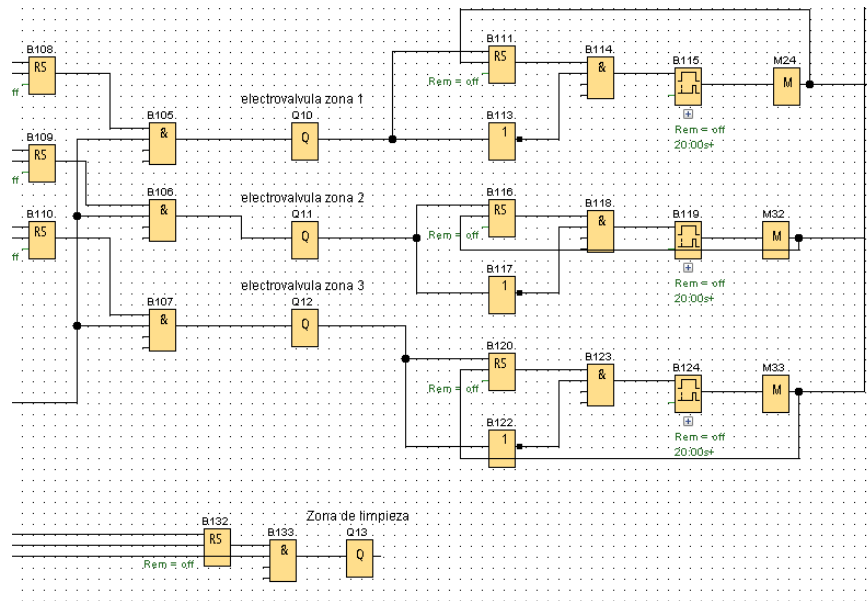


Ilustración 26 electroválvulas por zonas

Al mismo tiempo que la motobomba se enciende, se activa la electroválvula correspondiente para la zona a la que va dirigido el suplemento, esto se logra gracias a que como se ha mencionado antes el programa sabe que tanda se está realizando, es por eso que la tanda uno corresponde a la zona 1 y así consecutivamente. También se puede ver que hay una zona que se determina como zona de limpieza a donde va dirigida el agua una vez que se realiza la limpieza.

El inicio de cada tanda es automático, la primera tanda inicia con la función de temporización semanal y el resto inician unos minutos después de haber terminado la anterior, esto es así hasta la parte de limpieza donde no hay que hacer ningún otro proceso así que el sistema se apaga hasta el día siguiente.

Todas las funciones del logo en conjunto con las conexiones físicas hacen que el sistema funcione a la perfección, realizan un control de los niveles tanto del tanque mezclador como de los silos almacenadores de material, así mismo activan y desactivan los actuadores en los momentos necesarios y bajo las condiciones que procuran proteger al sistema de malos funcionamientos.

9.2.2 Silos de almacenamiento

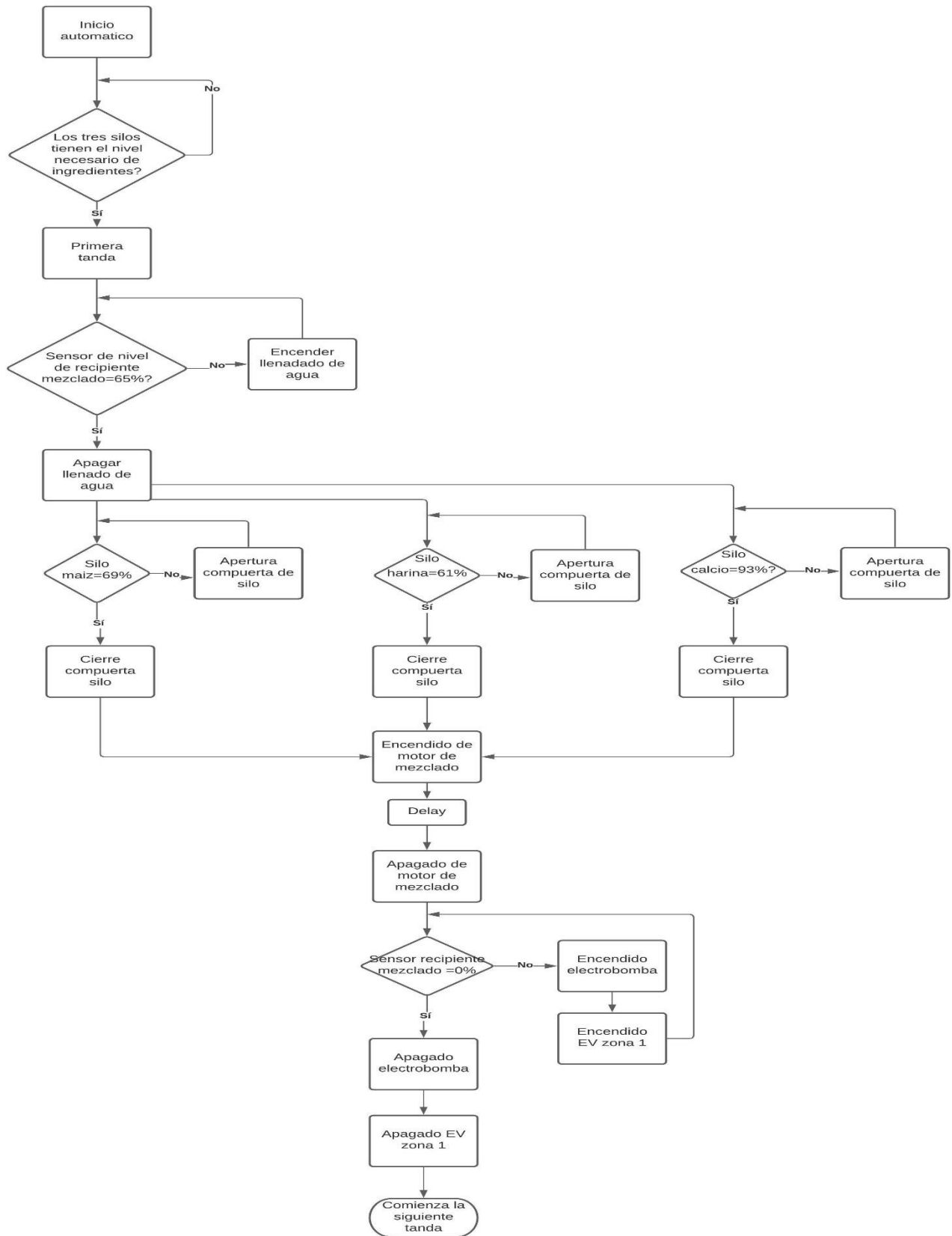


Ilustración 27 diagrama de flujo primera tanda

Los silos de almacenamiento de la materia prima para el suplemento conforman una parte muy importante dentro de la automatización del sistema, ya que gracias a ellos se puede prescindir de personal el cual vierta dentro del recipiente mezclador los ingredientes para el suplemento.

Cada uno de los tres silos poseen las mismas dimensiones las cuales son 60 cm de diámetro y un metro de alto, ya que con estas medidas es suficiente para almacenar la cantidad necesaria de cada uno de los ingredientes para el proceso de mezcla del día. Debido a que tratar de almacenar más material del necesario para un día resulta en silos con dimensiones exorbitantes es que para el presente diseño se debe tomar en consideración que al finalizar como jornada los silos deben ser reabastecidos para el día siguiente.

Un sensor de nivel está destinado para cada silo debido a que se necesita monitorear constantemente la cantidad de material dentro, esta función de monitoreo es la que permite aplicar condiciones a todo el sistema y por medio de la pantalla saber que cantidad de material posee cada uno en tiempo real.

Aunque las dimensiones de los silos sean las mismas, la cantidad de material dentro de ellos es distinta, es por esta razón que las mediciones de los sensores no serán iguales, debido a eso se realizaron los cálculos de acuerdo con las dimensiones del silo y la cantidad de material para cada una de las tandas y así estimar la medición que deberá presentar cada sensor y en consecuencia realizar una acción dentro de la programación del controlador lógico.

Las mediciones para cada silo fueron las siguientes:

El silo de maíz debe contener una cantidad de 650 libras dentro de un silo de sesenta centímetros de diámetro y un metro de alto

$$1lb = 0.453592369968891t$$

$$650 \approx 295lt$$

$$V = \pi hr^2$$

Donde:

- v=volumen
- h=altura
- r=radio

Para 295 litros el volumen necesario es de 0.295 metros cúbicos, ahora se debe encontrar la altura que tendrá el material.

$$0.295m^3 = (3.1416)(h)(0.09)$$

$$h = \frac{0.295m^3}{(3.1416)(0.09)} = 1m$$

Despejando la altura y resolviendo la ecuación da como resultado un metro, al estar el sensor a un metro y diez centímetros se puede estimar que la medición que mostrará al estar el silo completamente lleno será de 10cm.

Para la primera mezcla se utilizan aproximadamente 200 libras de maíz, al momento de la segunda mezcla el recipiente debe tener 450 libras, se debe realizar el mismo calculo para estimar la altura del material dentro del silo y así saber que medición tendrá aproximadamente el sensor:

$$450lb \approx 204lt \quad 204lt = 0.204m^3$$

$$h = \frac{0.204m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.7m$$

La segunda medición dentro del silo de maíz será de 40cm.

La tercera altura que debe tomarse es cuando es después de realizada la segunda mezcla cuando se utilizaron otras 200 libras y el recipiente únicamente contiene las ultimas 250 libras para la tercera tanda.

$$250lb \approx 113lt \quad 113lt = 0.113m^3$$

$$h = \frac{0.113m^3}{(3.1416)(0.9)} = 0.4m$$

La tercera medición para sensor del silo de maíz es de 70cm. Por último, la programación también utiliza el nivel mínimo dentro del tanque, es cuando el sensor realice una medición de 0.99m.

El silo de harina de maní posee las mismas dimensiones que el silo de maíz, pero la variación proviene de la cantidad de material, en este caso se utilizan 525lb de harina de maní en total diariamente, al tener menor cantidad la medición donde se indica que el silo está lleno varia.

$$252lb \approx 239lt \quad 239lt = 0.239m^3$$

$$h = \frac{0.239m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.85m$$

Como se puede observar el material dentro del silo a nivel máximo estará a 0.85m de altura, lo que indica que el sensor tendrá una medición de 25cm aproximadamente.

Para la primera mezcla se utilizan se utilizan 200 libras de harina, eso quiere decir que la segunda altura a medir corresponde a 325lb de harina.

$$325lb \approx 147lt \quad 147lt = 0.147m^3$$

$$h = \frac{0.147m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.5m$$

Dando un resultado de 0.5m se puede estimar que la medición que tendrá el sensor al momento de que el recipiente tenga 325lb es de 60cm.

Para la tercera altura que se debe medir, la cantidad de material que se encontrara dentro del silo es de 125lb debido a que se utilizaron nuevamente 200lb.

$$125lb \approx 57lt \quad 57lt = 0.057m^3$$

$$h = \frac{0.057m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.20m$$

Según el resultado de la ecuación al tener 125lb de material la altura será aproximadamente de 0.20m dando una medición de 90cm. Igualmente el nivel mínimo está dado por una medición de 0.99 m.

Y, por último, el silo de calcio tiene del cual se utilizan para las dos primeras tandas de mezclado en total 64 libras y para la última se utilizan 40. El almacenamiento tendrá capacidad para 520 libras de calcio, lo que permite almacenar material para 5 días de mezclas.

La altura máxima del calcio será la siguiente:

$$520lb \approx 235lt \quad 235lt = 0.235m^3$$

$$h = \frac{0.235m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.83m$$

esta es la altura que tendrá el material dentro del silo al estar a nivel máximo, por consiguiente, el sensor arrojará una medición de aproximadamente 27cm.

Al verter las 32 libras necesarias para la primera mezcla, la cantidad total se reduce a 488lb y la altura para esta cantidad es:

$$488 \approx 220lt \quad 220lt = 0.220m^3$$

$$h = \frac{0.220m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.77m$$

con 0.71m de altura la medición que arrojará el sensor será de aproximadamente 33cm. Para la siguiente mezcla se utilizan otras 32lb dejando una cantidad de material de 456lb

$$456lb \approx 205lt \quad 205lt \equiv 0.205m^3$$

$$h = \frac{0.205m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.71m$$

por último, al verter las últimas 40lb el recipiente queda con 416lb:

$$416lb \approx 185lt \quad 185lt = 0.185m^3$$

$$h = \frac{0.185m^3}{(3.1416)(0.09)} = 0.65m$$

con este último calculo se puede estimar que el nivel mínimo el primer día para el silo de calcio será de 416lb y el sensor deberá arrojar una medición de 44cm.

Haciendo un breve resumen de la cantidad de material por silo junto con la medición estimada del sensor queda de la siguiente manera:

	Silo maíz	Silo harina	Silo calcio
Nivel máximo	650lb, 10cm	525lb, 25cm	520lb, 27cm
Tanda 1	450lb, 40cm	325lb, 60cm	488lb, 33cm
Tanda 2	250lb, 70cm	125lb, 90cm	456lb, 40cm
Tanda 3	0lb, 99cm	0lb, 99cm	416lb, 44cm

Tabla 1 medidas de los silos

9.2.3 Mezclado

El mezclado es una etapa muy importante dentro del proceso, ya que una vez dentro del recipiente, todos los ingredientes deben integrarse de manera adecuada para poder aprovechar todo el valor nutricional que contienen. En la ilustración 3 se puede ver el diseño que tendría el recipiente en el cual se realizara la mezcla y en la ilustración 28 un diagrama que resume brevemente el funcionamiento de esta etapa en el proceso automatizado.

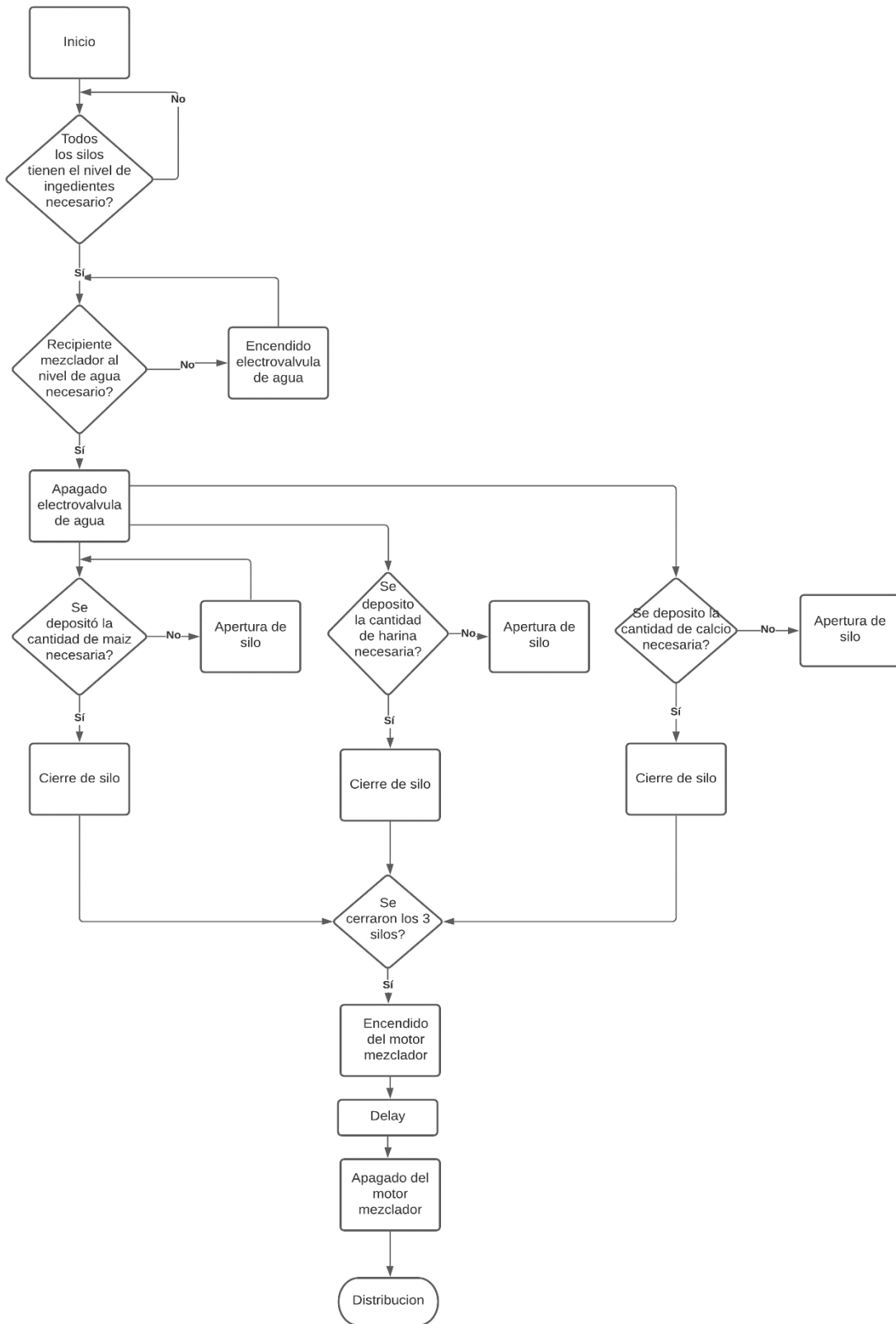


Ilustración 28 diagrama de la etapa de mezclado

Como se explicó en la sección 9.5.2, la etapa de mezclado comienza al momento que por cada tanda las compuertas de los silos son cerradas, ya que esto indica que todo lo necesario está dentro del recipiente. Al igual que en los silos en tanque mezclador tendrá instalado un sensor de nivel para así poder monitorear las cantidades de líquido dentro de él, para las dos primeras tandas se necesitan aproximadamente 650 litros de agua y en la tercera tanda son aproximadamente 810 litros de agua, como en los silos, se realizaron cálculos para estimar la altura que tendrá esa cantidad de agua y así poder saber que medición arrojará el sensor en ese momento. Conociendo que las dimensiones del recipiente son 1 metro de alto, 0.9 x 1.2 metros de base los cálculos fueron los siguientes

Volumen de un paralelepípedo recto:

$$v = (\text{largo})(\text{ancho})(\text{altura})$$

Así bien conociendo la cantidad de líquido que se necesita y la base del recipiente se puede calcular la altura que tendrá una vez dentro:

$$650\text{lt} = 0.65\text{m}^3$$

$$h = \frac{0.65}{(0.9)(1.2)} \approx 0.6\text{m}$$

cómo se puede ver el agua estará a una altura de 60cm cuando tengo aproximadamente 650 litros de agua, lo que indica que el sensor arrojará una medición de 50cm ya que el sensor estará unos 10 cm por encima de la altura máxima del recipiente.

El mismo procedimiento se realizó para la tercera tanda de mezclado donde se necesitan 810lt de agua:

$$810\text{lt} = 0.81\text{m}^3$$

$$h = \frac{0.81}{(0.9)(1.2)} = 0.75\text{m}$$

en este caso la medición que arrojará el sensor será de 35cm.

Tomando en cuenta la cantidad de líquido se debe mezclar necesita un motor lo suficientemente fuerte para cumplir con la tarea, así mismo la protección y accionadores de control deben ir acorde a las características del motor y las condiciones eléctricas de la hacienda.

Primeramente, para poder determinar cuanta potencia se va a necesitar se debe conocer el número de potencia, el cual depende del número de Reynolds que este dado por la siguiente ecuación:

$$nRe = p * N * \frac{D^2}{\mu}$$

Donde:

P = densidad de la sustancia

N = Revoluciones por segundo

D = Diámetro de la turbina

μ = viscosidad de la sustancia

Dando como resultado 242,271, esto nos deja con que el régimen en el que se mueve nuestro sistema es turbulento por esa razón la fórmula para el cálculo de potencia es la siguiente:

$$Po = KT * N^3 * D^5 * p$$

La ecuación anterior relaciona una constante KT, que es una constante asociada a regímenes de mezclado turbulentos, con las revoluciones por segundo, el diámetro de la turbina y la densidad de la sustancia que se va a mezclar. El resultado de la ecuación arroja que la potencia necesaria sería de aproximadamente ½ HP, pero para realizar los cálculos se utilizaron las características únicamente del agua, en el caso real la mezcladora no va a revolver únicamente agua, por lo tanto, se ha decidido aumentar la potencia del motor hasta 1 HP con un consumo aproximado de 745 watts.

La corriente de consumirá el motor está determinada por la ecuación:

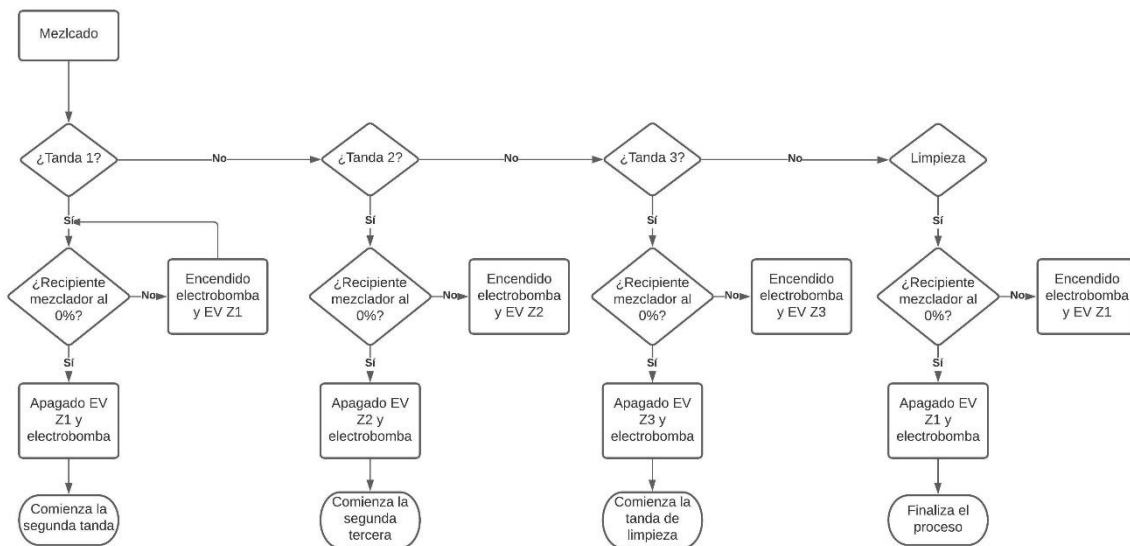
$$I = \frac{P}{V}$$

Tomando en cuenta que en la hacienda la red pública de electricidad es de 220v, bifásico, da como resultado un consumo de 3.38A que en la práctica son 2.5A de intensidad nominal.

Para proteger el motor de esta instalación contra corto circuitos se va a utilizar un guardamotor de 6 amperios y un relé térmico de 10 amperios para evitar sobretensiones.

9.2.4. Distribución

Actualmente el suplemento se distribuye por medio de personas vaciando baldes en los comederos. El diseño propuesto en este proyecto cambia completamente la interacción humana para que cuando el suplemento esté listo dentro de la mezcladora sea bombeado de forma automática hasta su lugar de destino por medio de tuberías y electroválvulas impulsado por una bomba.



La distancia desde donde estará ubicada la bomba hasta los lugares de destino que

Ilustración 29 diagrama etapa de distribución

en este caso son los comederos, no superan los 15 metros de distancia. Por esa

razón se necesita un mayor caudal que presión debido a que la distancia no es realmente larga así que la mejor elección en ese caso es una bomba centrífuga de 1 HP con una capacidad para 200 litros por minuto. Las tuberías están ubicadas de forma aérea previendo que sufran algún tipo de daño por parte de los animales debido a que serán de PVC.

La bomba estará conectada y succionará el suplemento a través de una salida ubicada en la base del recipiente mezclador, para evitar que el líquido se cuele dentro de la bomba antes de tiempo, este tramo tubería contará con una electroválvula la cual será activada al momento de encender la bomba.

El cuerpo del comedero tendrá la forma de un cilindro acostado, por lo tanto, realizando los cálculos las dimensiones que tendrá serán de 25 cm de fondo por 460 cm de largo, con un 50 cm de altura. Las dimensiones de los comederos únicamente cambiarán en el largo siendo de 200 cm para los terneros.

Con el propósito de brindarle al suplemento un mayor caudal para ser bombeado por las tuberías se realizará una adaptación de la pulgada de salida de la bomba a pulgada y media por medio de acoples.

En consecuencia, a lo anterior mencionado las electroválvulas deberán tener la misma medida la cual es de pulgada y media. Se utilizarán al menos 4 electroválvulas.

9.2.5. Diagramas eléctricos de conexiones

En esta sección veremos representada a detalle cada una de las conexiones y etapas que posee el sistema las cuales serán del PLC a cada uno de los respectivos sensores y actuadores (electroválvulas y motores) y a la vez las conexiones eléctricas de motores electroválvulas y panel de control.

Todos los sensores estarán conectados a las entradas analógicas del controlador y ubicados en los extremos superiores de los silos y del recipiente mezclador ya que son los que se encargan de realizar las lecturas constantemente para retroalimentar el sistema.

El sistema de elaboración y distribución del suplemento posee de 4 etapas de proceso las cuales son, ingreso de agua y materias primas, mezclado, distribución y lavado de las tuberías.

Cuando se inicia el proceso a la hora programada entra en fase la primera etapa la cual es el ingreso de las materias primas y el agua. El agua es suministrada por medio de una electroválvula que también está conectada al controlador lógico y posicionada por encima del recipiente mezclador.

El motor mezclador está conectado al panel de control ya que es el que permite su activación y protección a la hora de cualquier sobrecalentamiento o alguna sobretensión.

La bomba encargada de la potencia de distribución está conectada de la misma forma y normas de protección que el motor mezclador ya que poseen características similares en cuanto a fichas técnicas.

Todas las electroválvulas de distribución están conectadas de a las salidas del controlador ya que es quien ordena cuando abrir o cerrar cada una de estas de acuerdo a la secuencia de cada uno de los procesos anteriores.

Para sustentar lo antes mencionado a continuación se mostrará una serie de imágenes en donde se podrá apreciar de 2 diferentes formas la cual será cableado y gráficamente las conexiones y ubicación de los sensores de control de nivel y del recipiente mezclador.

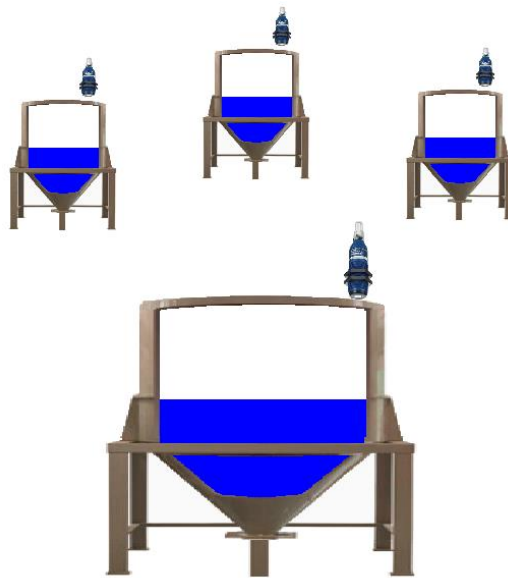


Ilustración 30 ubicación grafica de los sensores

En la imagen se lo logra apreciar lo que sería la ubicación de los sensores físicamente en los silos de almacenamiento y recipiente mezclador.

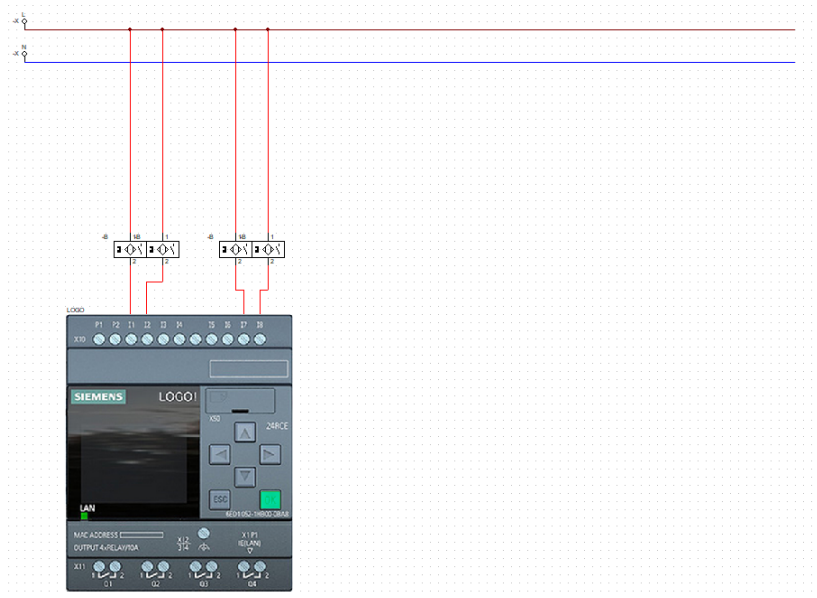


Ilustración 31 cableado de los sensores

La ilustración 31 nos muestra la vista de la conexión cableada de los 4 sensores los 3 de los silos de almacenamiento y el sensor del recipiente de mezclado, a como se ha mencionado anteriormente el controlador no podría realizar ningún tipo de acción

sin antes estar programado de acuerdo a las funciones requeridas de eso depende donde estará conectada cada salida y cada entrada en la manera física ha como podemos apreciar en la imagen los sensores están conectados en las entradas I1 I2 I7 I8 esto es porque son las que permiten el tipo de conexión además de ser las que ya están programadas.

Cada silo de almacenamiento cuenta con un motor reductor que permite abrir y cerrar la salida del silo. De esta manera se logró controlar el ingreso de las materias primas al recipiente mezclador, cuando la cantidad de agua necesaria ha ingresado al recipiente mezclador el sensor da la señal de nivel de agua completo y el controlador abre las compuertas de las salidas de los silos de cada una de las materias primas, cuando los sensores de los silos detectan que ha sido agregado la cantidad exacta de materia prima al recipiente mezclador envían la señal al controlador para que este active los motores y se realice el cierre de las compuertas por medio de inversión de giro.

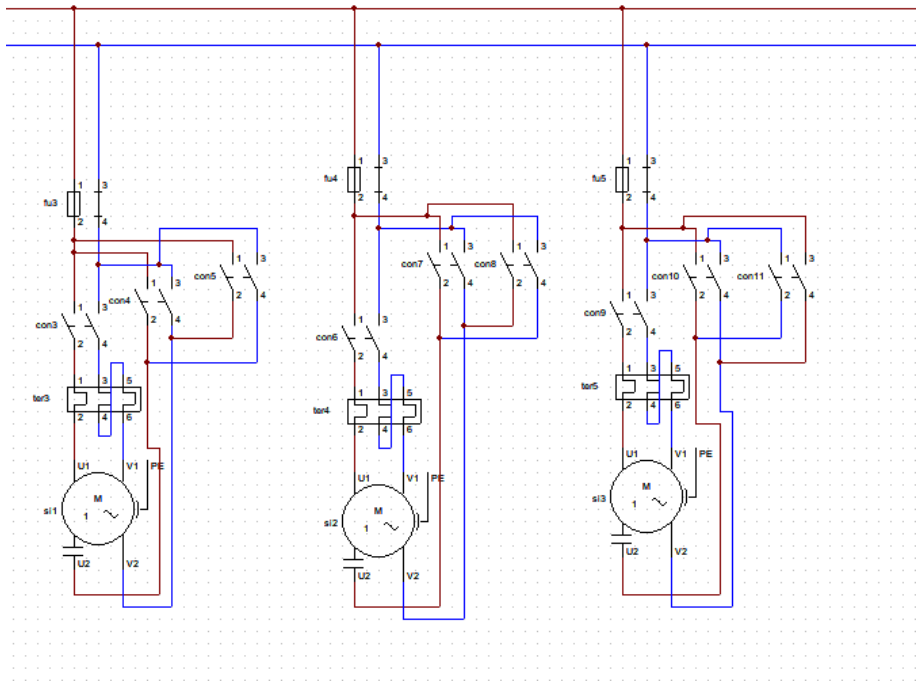


Ilustración 32 motores de compuertas de los silos

El diseño de este tipo de apertura se hizo en base a las condiciones eléctricas de la hacienda, y a su vez considerando el tipo de tarea que realizaría la cual será abrir y

cerrar las compuertas de salida de los silos es por esta razón que se ocupan motores reductores de no muy alta potencia, esto permite que el diseño este calculado de tal forma que sea eficiente.

Cada uno de los motores cuenta con su sistema de protección básico lo cual consta de fusibles y relé térmico que los protegen de cortocircuitos y sobrecalentamiento.

La ilustración 32 muestra el diseño y la forma de cómo se dará la apertura y cierre de la compuerta. Los 3 silos se abrirán simultáneamente tras el accionamiento de un motor monofásico que dará un giro de 180 grados permitiendo a si el descenso de la materia prima de los 3 silos, luego que el sensor detecta que la cantidad de materia prima necesaria ya ha descendido el controlador activa nuevamente los motores, pero esta vez es de cierre, para conseguir el cierre se utiliza la técnica de inversión de giro la cual consiste en invertir una de las fases dentro de los contactos auxiliares y así poder invertir el sentido de la corriente dentro de los embobinados, esto permitirá que el movimiento mecánico gire en sentido contrario.

Las instalaciones eléctricas automatizadas están conformadas por dos estructuras generales las cuales son la parte de control y la parte de fuerza, anteriormente se ha explicado la parte de fuerza.

La activación y desactivación de motores, enclavamiento y otras funciones dentro del sistema se realiza de forma automática. Esto se puede conseguir por medio de bobinas y contactos auxiliares asociados a cada una de ellas. Cuando una de las bobinas acciona su contacto interno cambia de estado y esto permite que el actuador entre en marcha y pueda quedar activado hasta recibir nueva orden del

controlador.

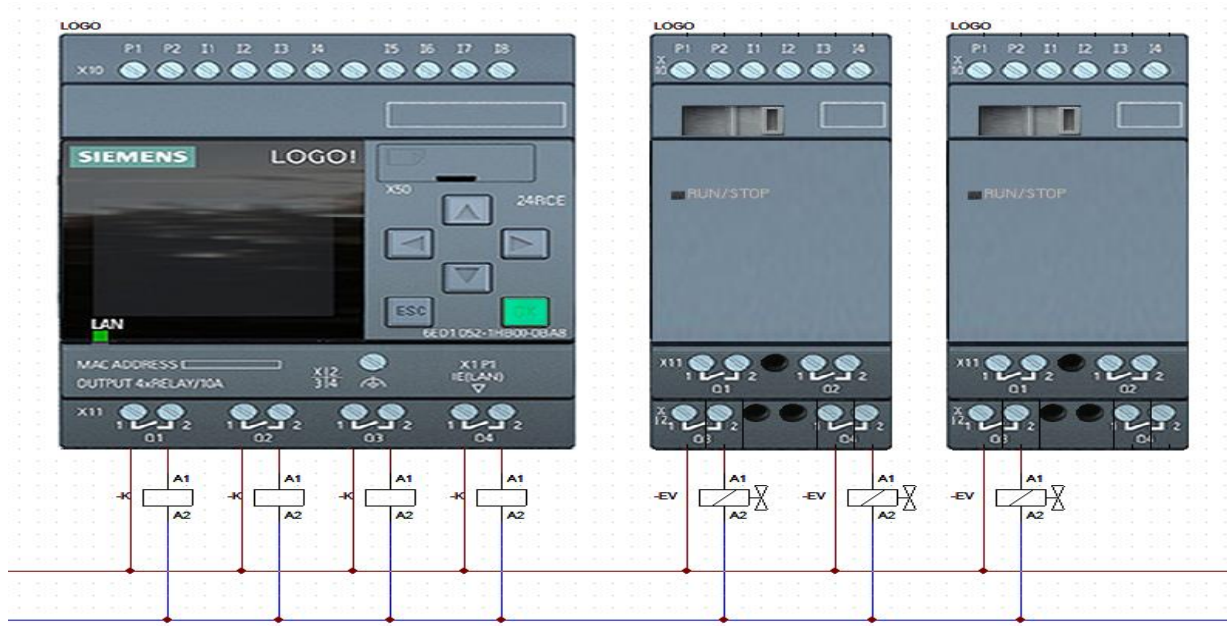


Ilustración 33 conexión de las bobinas

La ilustración 33 muestra cada una de las bobinas necesarias que se utilizó para cada uno de los motores implementados dentro del sistema.

Para que todas las materias primas queden homogenizadas como un solo líquido se necesita de una mezcladora o agitador, en nuestro diseño proponemos una mezcladora con capacidad para 1000L que será girada por un motor eléctrico de 1 hp de potencia, ubicado de forma estratégica por encima del recipiente para así poder brindar una mejor ubicación del recipiente mezclador dentro del área de proceso del suplemente también este tipo de ubicación permite una mejor y correcta posición de la hélice marina dentro del recipiente mezclador, además de permitir un fácil manejo y correcta manipulación a la hora de querer brindar algún tipo de revisión rápida o mantenimientos ya sean preventivos o correctivos.

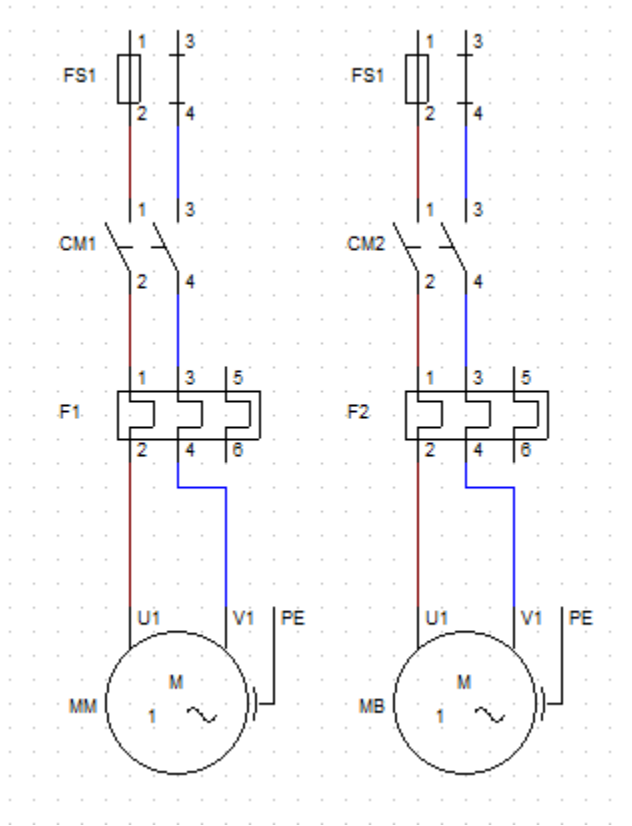


Ilustración 34 motores de electrobomba y mezclado

En la ilustración número 34 podemos observar el orden en el cual se ubican los dispositivos de protección del motor.

De la salida del recipiente mezclador se conecta la entrada de la motobomba la cual será quien garantizará que el suplemento ya elaborado llegue a cada uno de los comederos en el orden asignado, esta está situada debajo de del recipiente mezclador debido a las funciones que deberá de cumplir. Debido a que el principio de funcionamiento es el igual al de cualquier otro tipo de motor eléctrico la motobomba también posee sus sistemas de protección ante temperatura y cortocircuitos lo cual están diseñados y calculados de igual manera que fueron calculados los del motor mezclador, pero con diferentes valores de corriente y voltajes.

Cuando unas de las protecciones de las maquinas eléctricas dentro del sistema planteado se activa o indica que algo está fuera de lo normal todo el proceso actual

se detiene. Esto es gracias a que todas y cada una de las posibles fallas o cortes de corriente por temperatura están evaluadas dentro de la programación antes mostrada ya que de no ser así no pasaría nada al activarse cualquier tipo de relé o el sistema sería no automático

En la ilustración número 32 se logra apreciar la conexión a la red eléctrica y el orden de cómo están conectadas las protecciones. Son muy parecidas a las anteriores debido a que posee el mismo principio de funcionamiento y estructura de conexión.

Las electroválvulas están ubicadas en la parte final de las tuberías que vienen del sistema de bombeo y serán las que permitan o detengan el pase de suplemento a los comederos indicados dentro de la programación.

Esto al igual que todo dentro el sistema es ordenado por medio del controlador lógico, todas las conexiones irán por medio de cableado eléctrico y canaletas por medio de las vigas y soleras hasta el panel de control eléctrico.

En la ilustración número 33 se observa las conexiones de las electroválvulas a las salidas de los módulos de expansión los cuales fueron necesarios ya que las salidas del logo no fueron suficientes para todas las operaciones necesarias.

Para que todos los dispositivos eléctricos antes mencionados conformen parte de un sistema necesitan estar conectados entre sí y de la forma debidamente correspondida, este se realiza dentro de un panel de control. Es el lugar donde iniciaran las conexiones y ubicación de los dispositivos de protección de los motores, también es donde estará ubicado el controlador lógico programable, y el paro de emergencia general del sistema, para que esté debidamente organizado y activado de la forma correcta se debe de cumplir con los requerimientos de la norma NEC 409 que es quien rige la estructura y requerimientos de estas instalaciones.

Otro aspecto importante en las conexiones eléctricas es la manera en la que el operario será capaz de identificar posibles fallas dentro del proceso, como la avería de un motor o de las electroválvulas.

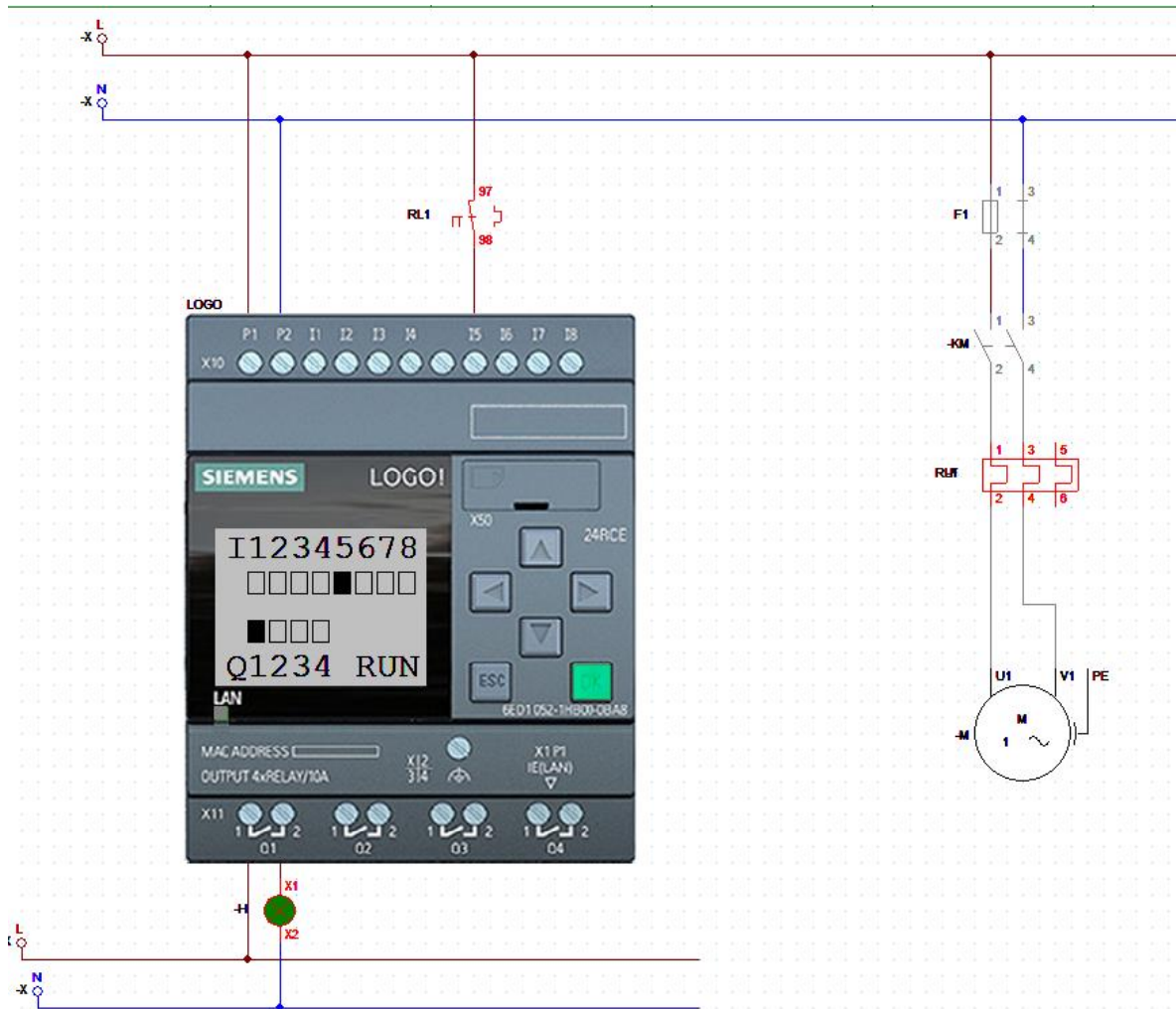


Ilustración 35 falla de un motor y activación de piloto indicador

Como se puede observar en la ilustración 35 se simula una falla donde se activa el piloto indicando que uno de los motores no está funcionando correctamente, así el operario podría fácilmente saber donde realizar el mantenimiento, lo mismo ocurriría con las electroválvulas, la bomba de distribución y las compuertas de los silos.

9.2.7. Comparación entre el proceso actual y sistema automatizado.

Una vez explicado en su totalidad el sistema automatizado propuesto para reemplazar el proceso actual que se realiza dentro de la hacienda se realizara una comparación para poder conocer las mejoras.

	Proceso actual	Sistema automatizado
--	----------------	----------------------

Tiempo	El proceso actual demora aproximadamente 4 horas.	El sistema automatizado optimiza el tiempo demorando 2 horas.
Esfuerzo	Con el proceso actual los obreros destinados al trabajo de elaborar y distribuir suponen mucho esfuerzo por el inicio de la jornada y todo lo tedioso del proceso.	El esfuerzo se ve inmensamente reducido con la propuesta automatizada, los obreros no deben estar trabajando en el proceso a tempranas horas de la mañana ni realizar labores tediosas.
Cantidad de trabajadores	Se necesitan 4 personas para realizar todas las tareas del proceso.	Durante la realización del proceso se reduce la cantidad de obreros a 1.
Calidad del suplemento	Las técnicas de mezclado para realizar la mezcla son deficientes y evita que se pueda extraer el máximo rendimiento del suplemento por parte de las vacas.	La implementación de un motor con una hélice marina mejora ampliamente las técnicas de mezclado dando mejores resultados en el producto final.

9.3 Simulación

Para la demostración de manera grafica del funcionamiento del sistema y la aplicación de una pantalla indicadora donde se pueda ver el estado tanto del proceso como de las variables se utiliza el software MyOpenLab.

El software puede trabajar en conjunto con hardware externo lo que permite capturar datos de un sistema físico, esta característica es fundamental para ser eje principal del funcionamiento de la pantalla indicadora.



Ilustración 36 indicadores de estado

El sistema cuenta con una serie de indicadores que muestran el estado en el que se encuentra el proceso, un led de encendido general y uno para cada tarea que se debe realizar.

El led de llenado se activa en conjunto con la electroválvula de llenado de agua, cada vez que se necesite llenar el recipiente mezclador. Los indicadores de silo 1, 2 y 3 se encenderán al momento que las compuertas de los silos estén abiertas indicando que están vertiendo los ingredientes dentro del recipiente mezclador. Al momento de activarse el motor de mezclado el led asociado también se encenderá indicando que se está realizando el mezclado de todos los ingredientes, luego del mezclado se procede a la distribución donde se deben activar la electrobomba y la electroválvula correspondiente a la zona a la que se le va a distribuir el suplemento, eso se verá reflejado con los leds al momento de realizarse.

Hay un indicador que refleja que las tres tandas concluyeron y se está ejecutando

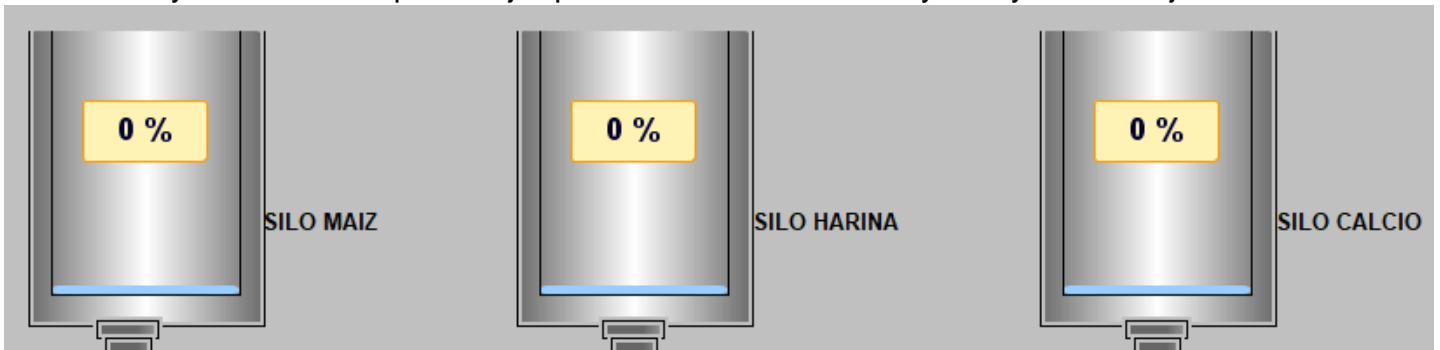


Ilustración 37 monitoreo de silos

el proceso de limpieza del recipiente mezclador. E igualmente cuenta con los pilotos que muestran que dispositivo presenta alguna falla.

Una de las variables principales a monitorear es el nivel de los silos de almacenamiento, es importante conocer la cantidad de cada uno, una de las razones principales es que, si alguno de ellos no está dentro del rango máximo de llenado antes de empezar, no se podrá iniciar dicho proceso ya que no hay dentro de los silos el material suficiente para todas las mezclas.

La pantalla indicadora todo el tiempo estará arrojando el nivel de cada uno, algo que es útil al momento de llenarlos por alguien que no sepa la cantidad que se le debe depositar a cada silo, solo debe ver la pantalla para saber si ya están al máximo. Así mismo al momento que los silos se deben vaciar se puede ver si no está ocurriendo ningún problema con las compuertas de los contenedores.

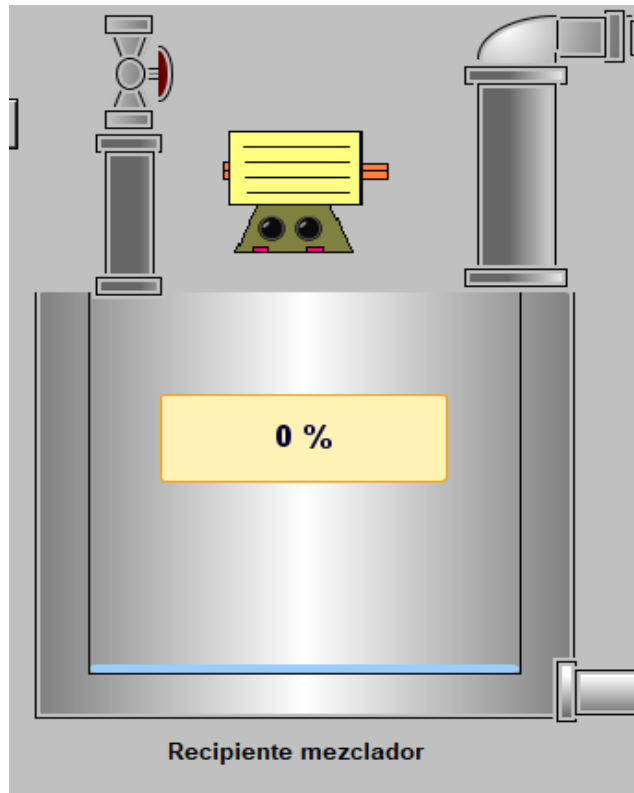


Ilustración 38 motor y recipiente mezclador simulados

En la ilustración 34 se puede ver que dentro de la simulación también se monitorea el nivel del recipiente mezclador y el accionamiento del motor. Al momento de comenzar cualquier tanda la electroválvula en la parte superior derecha de la ilustración simulara el llenado y el recipiente monitoreara el nivel del tanque físico para representarlo dentro del programa.

Luego que todas las condiciones estén dadas para accionar del motor, dentro del software, se encenderá al mismo tiempo que lo haría el motor real y por la misma cantidad de tiempo junto con el led indicador para que así el operario pueda tener un control visual de lo que está sucediendo dentro del proceso en todo momento.

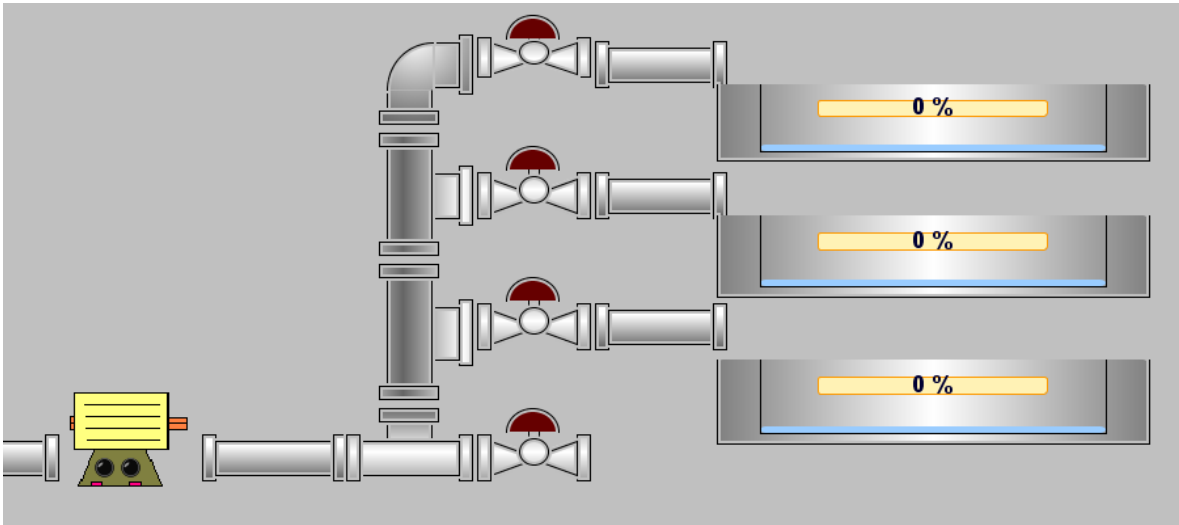


Ilustración 39 electrobombas y electroválvulas

La activación de la electrobomba igualmente estará representada dentro del software siempre que deba activarse su contraparte física e igualmente estará encendida hasta que el recipiente mezclador quede en 0%. Las electroválvulas se encenderán en la misma secuencia que se encienden dentro del diseño físico, todo dependerá de la tanda de mezclado que se está realizando y en el caso de la última electroválvula cuenta igualmente la tanda de limpieza.

CONCLUSIONES

Se realizó un análisis diagnóstico del de la manera en que se elabora y distribuye el suplemento alimenticio dentro de la hacienda los tincos, donde se observaron los métodos y técnicas actuales determinado los inconvenientes y dificultades que conlleva realizar la tarea de esta forma, tales como tiempo excesivo de producción, agotamiento físico junto mucha mano de obra y perdidas en calidad nutricional.

Se diseño un sistema automatizado capaz de mezclar todos los ingredientes que conforman el suplemento y proporcionar mejoras en la homogeneidad del producto final, así mismo es capaz de una vez realizada la mezcla distribuirla hasta los lugares de destino correspondientes facilitando y mejorando la eficiencia de esta actividad, mediante un controlador lógico programable que permite el accionamiento de los diferentes actuadores.

Se implemento dentro del diseño un sistema de tuberías y electroválvulas que permiten el suministro de agua y la distribución del suplemento, también se implementaron silos de almacenamiento con compuertas automáticas que permiten verter los ingredientes dentro del recipiente mezclador controlados por las señales que emiten los sensores de nivel hacia el PLC, así mismo al final de todo el proceso se realiza una etapa de limpieza dentro del tanque de mezclado.

Se demostró a través de una simulación utilizando el software MyOpenLab el funcionamiento de los procesos dentro del sistema automatizado y como todas las variables trabajan en conjunto para darle al PLC la información necesaria y así poder activar o desactivar los actuadores involucrados en el sistema, también incluye la implementación de una pantalla indicadora donde se monitorea permanentemente el estado de todas las variables que un operario necesitaría observar a lo largo del proceso.

Recomendaciones

- Realizar un estudio que permita conocer las características precisas del suplemento con su máxima calidad nutricional con el fin de poder medir alguna variable y así controlar mejor la etapa de mezclado.
- Los silos podrían ser modificados con el fin de ampliar el almacenamiento para no tener la necesidad de rellenarlos diariamente

Bibliografía

- Fernández, C., & Quintero, V. (2014). *Diseño y construcción de una mezcladora de balanceado para pollos parrilleros. maquina con capacidad de 1000kg/h.* Quito.
- Gallado, M. (2013). *Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes.* Argentina.
- Gualacañay, D., & Jaguaco, H. (2017). *Diseño de un sistema de bombeo para almacenamiento de agua de riego en los sectores de Chan Chico y Tiobamba de la parroquia Eloy Alfaro, Canton Latacunga, provincia de Cotopaxi.* Latucuna.
- Montes, C. E., & Fonseca, S. R. (2013). *Dosificador automatico de alimento y agua para el ganado vacuno de la finca molina en la comunidad de san rafel del sur.* Managua.
- Montes, E., & Fonseca, R. (2013). *Dosificador automatico de alimento y agua para el ganado vacuno de la finca molina, en la comunidad de San Rafael del Sur.* Managua.
- Morelo, O. (2015). *Diseño e implementación de una aplicación para dispositivos móviles que permite la automatización de un sistema para el suministro de alimento de porciones bajo la plataforma android.* Montería, Córdoba.
- Mufarrege. (2002). *El calcio en la alimentación del ganado bovino para carne.* Argentina.
- Perez Porto, J., & Merino, M. (5 de septiembre de 2019). *definicion.de.* Obtenido de <https://definicion.de/forraje/>
- Pico, L., & García, A. (2016). *Diseño de una amquina mezcladora de alimentos con diferentes frecuencias destinada al gremio de pequeños productores de animales en el recinto San Luis, del cantón Mocache 2015.* Cantón Mocache.
- questionpro. (2 de 10 de 2011). *questionpro.* Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/investigacion-de-campo.html>

Solis, L. D. (12 de Junio de 2010). *investigaliacr*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>

Urbina, R. . (2015). *Evaluacion de diferentes dietas en la alimentacion del ganado bovino lechero en el rancho "San Antonio" Piedra Pintada,Comalapa, Chontales II semestre 2015*. Chontales.

Useda, N., & Avendaño, O. (2015). *Prospuesta de diseño de miniacueducto por bombeo eléctrico para la comarca El bajo de cerro de piedra del municipio de Teustepe Boaco*. Managua.

Vasquez, H. I. (2006). *Tipos de estudio y métodos de investigación*.

ANEXOS

Anexo 1: Costes para la realización de la propuesta

Teniendo en cuenta los parámetros económicos se presenta una tabla con los posibles costos que conlleva la implementación de sistema para la elaboración y distribución del suplemento alimenticio. Los precios mostrados, están sujetos a variaciones según la disponibilidad de los productos.

Descripción	Cantidad	Costo	Costo total
Mano de obra			300\$
MOTOR MONOFÁSICO SIEMENS DE 1 HP	1	100\$	100\$
BOMBA CENTRIFUGA 1HP 746W 10074 TRUPER.	1	120\$	120\$
PLC LOGO 8	1	250\$	250\$
módulos ampliación salidas digitales dm8 230r	4	80	320\$
Silos de almacenamiento	3	35\$	105\$
Electroválvulas	4	20\$	80\$
Recipiente 1000l	1	75\$	75\$

sensores ultraso.	4	70\$	280\$
Total, de instalación			2630\$

Tabla 2 costes

Anexo 2: Tabla de consumo en watts por hora para el sistema automatizado para elaboración y distribución del suplemento alimenticio.

Dispositivo	Consumo	Tiempo	Consumo/hora
Motor mezclador	745W	0.42h (25 minutos)	312.9 W/h
Motobomba	745W	0.66h (40 minutos)	491.7 W/h
Electroválvulas	2w	0.66h (40 minutos)	1.32 W/h
PLC	6w	2h	12 W/h
Compuertas silos		0.66 (40 minutos)	11.88 W/h
Total			829.8 W/h

Tabla 3 consumo energético

Se tiene que el consumo total será de aproximadamente 829.8 W/h, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la electrobomba y motor mezclador no están encendidos al mismo tiempo en ninguna etapa del proceso.

Tabla comparativa de costos económicos del sistema actual y el sistema automatizado

	Proceso actual	Proceso automatizado
Numero de obreros	4	1
Pago por obrero	200\$	250\$
Pago mensual de obreros	800\$	250\$
Costos de instalación	500\$	2630\$
Costo energético mensual	0 \$	25\$
Costo energético anual	0\$	300\$
Costo total	9600\$	6000\$

Estos son los gastos generados anualmente con cada uno de los procesos planteados lo cual muestra mediante los cálculos que la inversión hecha por el dueño de la hacienda estaría siendo remunerados en termino de 1 año.

Cálculos del precio de la energía eléctrica en kilowatt hora

Potencia en watts :830 kw

Horas de uso al día :3 h

Precio del kilowatt hora nicaragua: 0.33\$

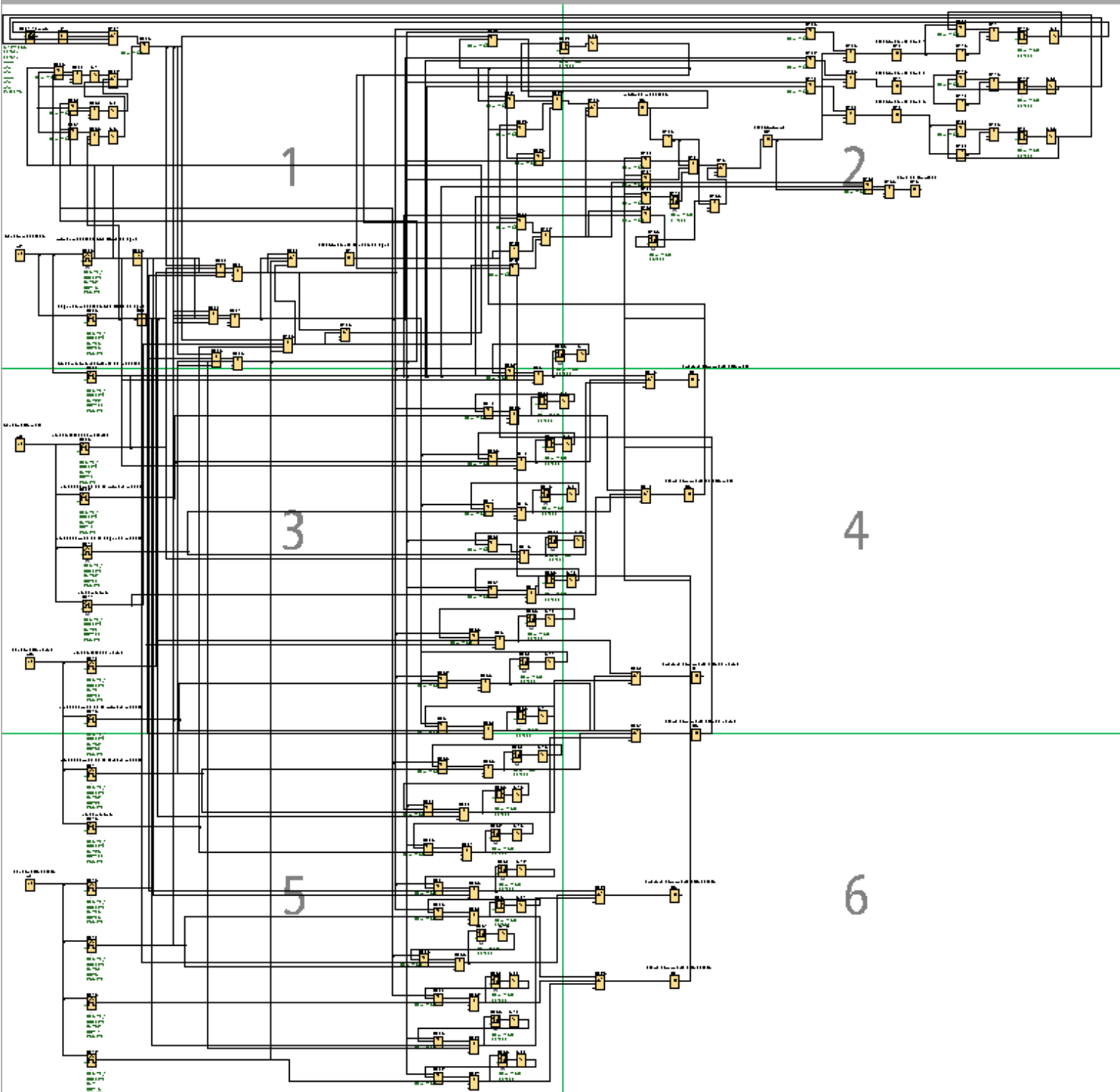
$830\text{whatt} \times 3\text{horas} = 2490\text{ watt}$

$2490\text{whatt} / 1000\text{kilowatt} = 2.49\text{ kilowatt}$

$2.49\text{kilowatt} \times 0.33\text{ dólares} = 0.8217\text{ $}$

$0.8217 \times 12 = 9.8604\text{ $}$

Anexo 3: Programación del logo



Anexo 4: Fichas técnicas.

- Motor mezclador:

Serie: Q2 - C18.

Potencia: 1 Hp (0.746 kW).

Tensión: 115/230 V.

Corriente: 13 / 6.5 A.

Frecuencia: 60 Hz.

Velocidad del rotor: 1,755 Rpm.

Cap. Arranque: 430 - 516 uF / 110 V.

Cap. Trabajo: 60 uF / 230 V.

Armazón: 56.

Servicio: Continuo.

Clase de aislamiento: B.

Protección IP23.

Diseño: NEMA B.

F.S: 1,15.

Eficiencia nominal: 64,0%.

Temperatura ambiente: 40 °C.

Consumo a plena carga: 27.98 kWh/día.

Consumo máximo a plena carga: 30.09 kWh/día.

Calibre min del cable (AWG): 10.

Dimensión de motor: Alto/Largo/Ancho: 22.5 x 32 x 17 cm.

- Motobomba

Bomba centrífuga para agua.

Impulsor de bronce de alto volumen.

Motor eléctrico de 746 W - 1 Hp asíncrono monofásico.

Bajo consumo de energía.

Motor silencioso, cerrado, tipo italiano.

Diseño con enfriador y ventilador que regulan la temperatura del motor.

Protector térmico.

Capacitar de trabajo continuo.

Cable exterior que facilita su instalación eléctrica.

Soporte al piso.

Corriente de 11 A.

Flujo máximo de 116 l/min.

Altura máxima 36m.

Máxima profundidad de succión 8m.

Anexo 5: Diagrama del sistema 3D

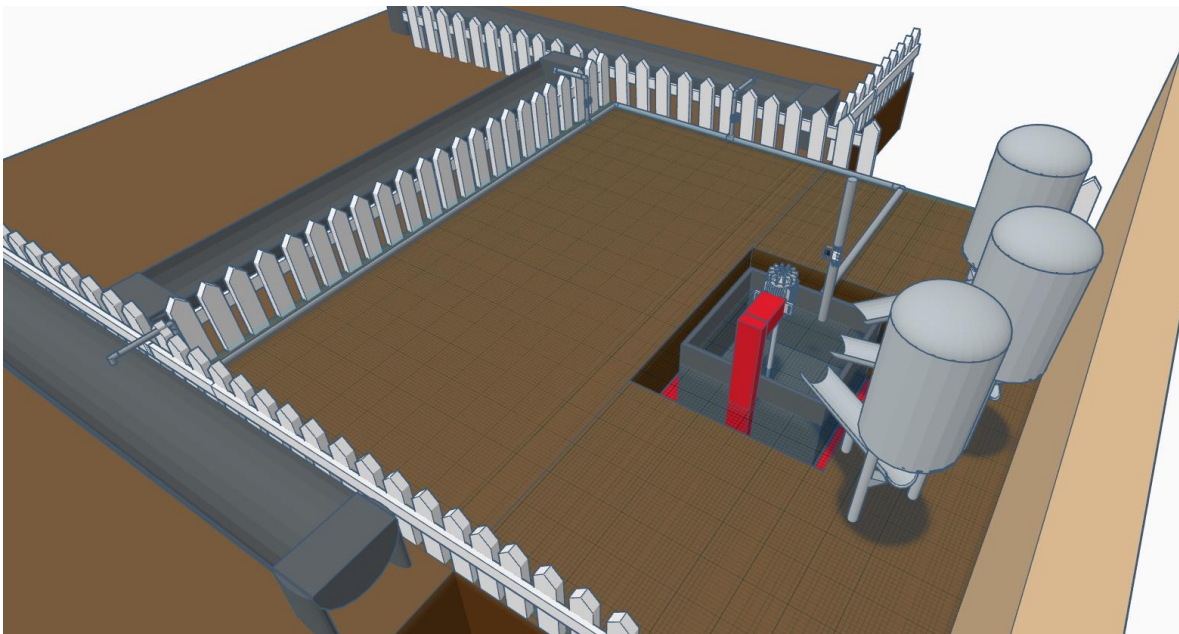


Ilustración 40 Vista general

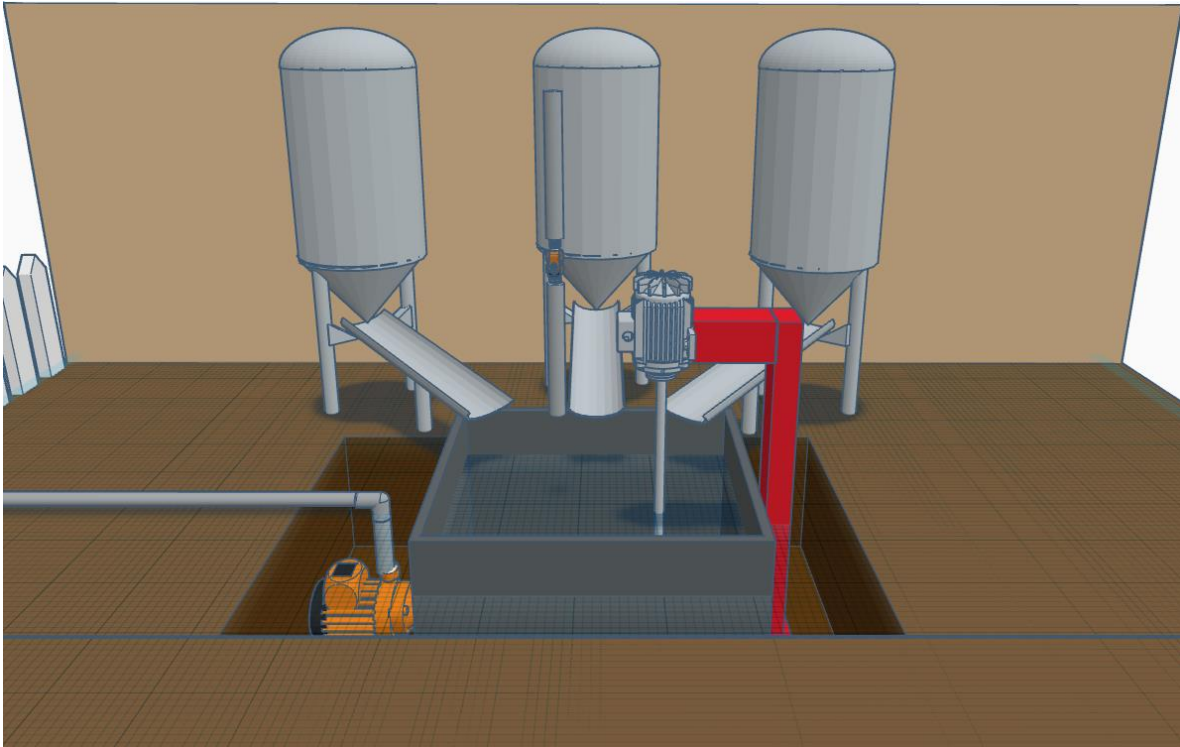


Ilustración 41 Silos, motor mezclador, recipiente y electrobomba.

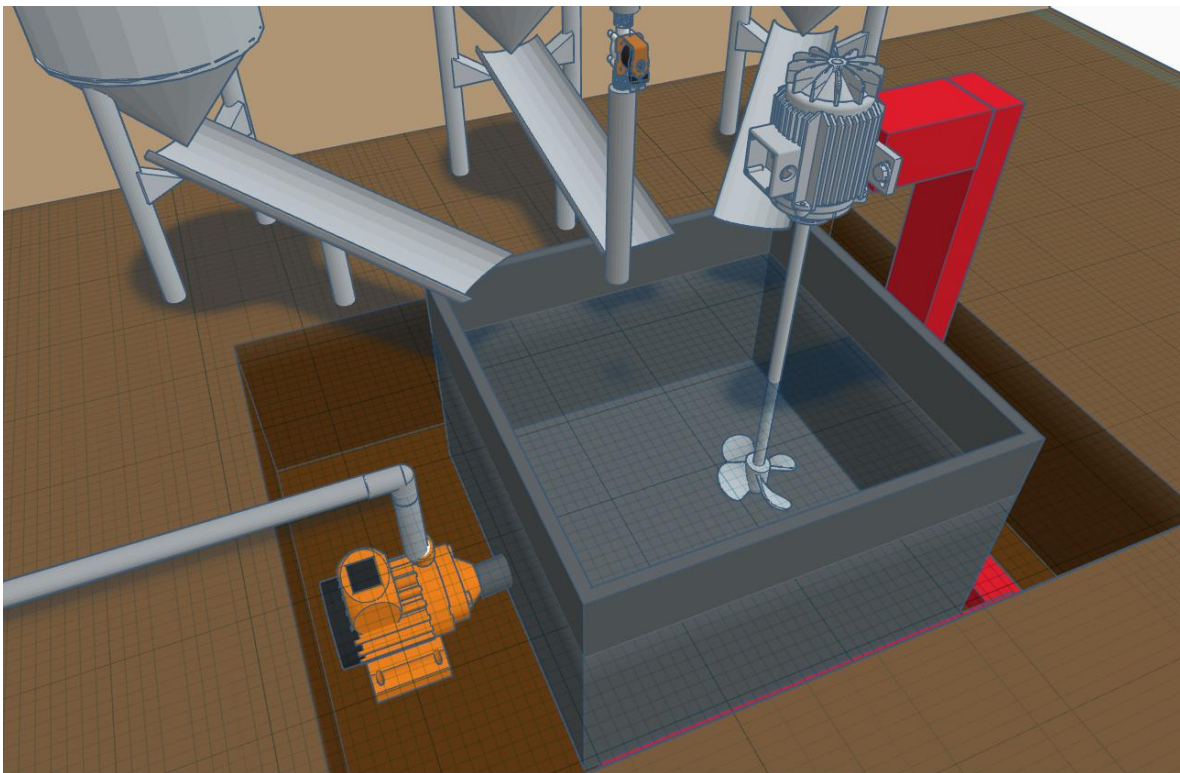


Ilustración 42 Ilustración 3D 3

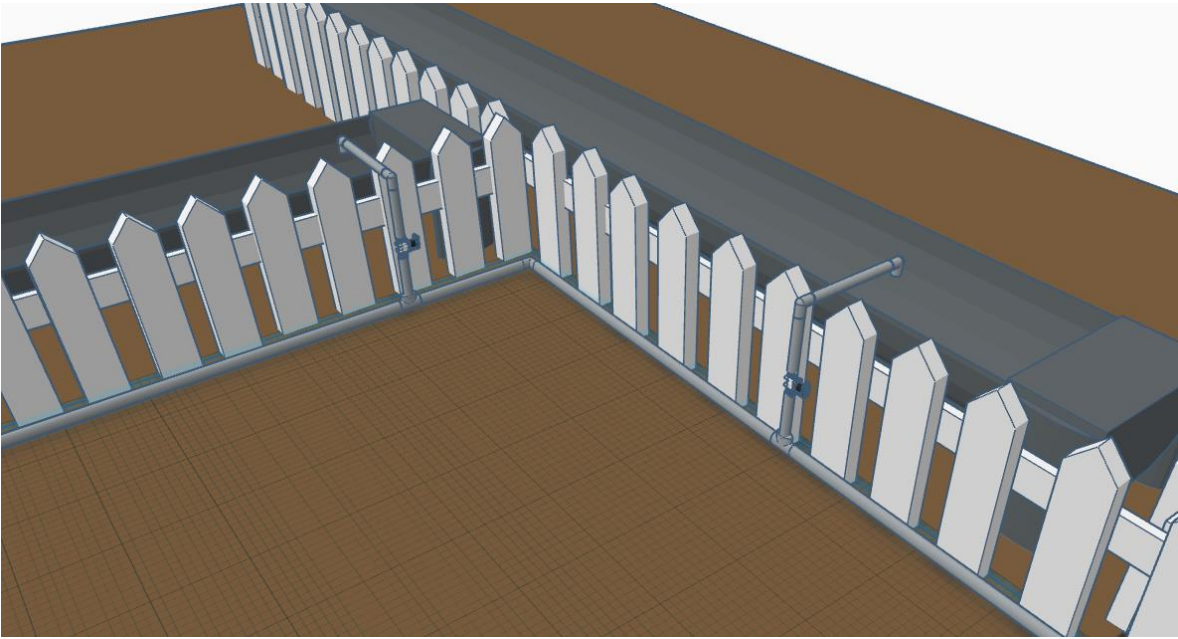


Ilustración 43 Distribución comederos zonas 1 y 3

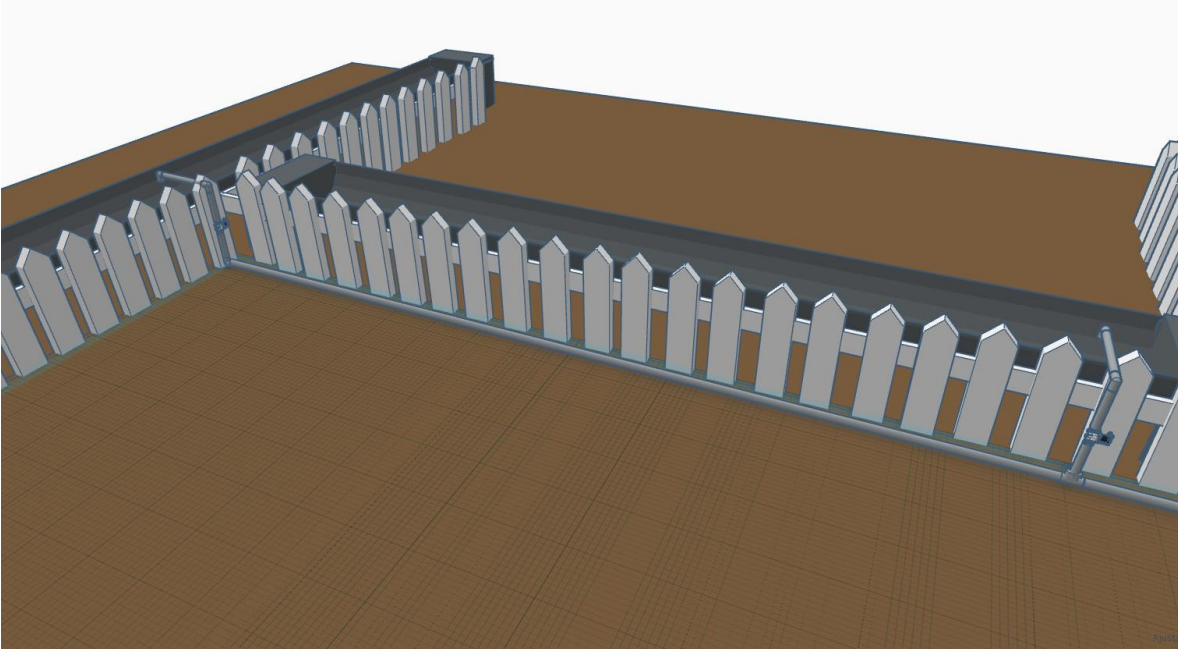


Ilustración 44 Distribución comederos zona 3 y 2